

巻末資料

- 資料1 アルカリ骨材反応対策について
- 資料2 コンクリートの耐久性向上仕様書
- 資料3 レディーミクストコンクリート単位水量測定要領
- 資料4 テストハンマーによる強度推定調査について
- 資料5 非破壊試験によるコンクリート構造物中の配筋状態及びかぶり測定要領
- 資料6 微破壊・非破壊試験によるコンクリート構造物の強度測定要領
- 資料7 RI計器を用いた盛土の締固め管理要領（案）
- 資料8 TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領
- 資料9 ロックボルトの引抜試験

※本資料は品質管理基準において準拠すべき国の通知類をまとめ、参考資料として掲載したのになります。適宜最新のものをご確認ください。

資料 1

国官技第 1 1 2 号
国港環第 3 5 号
国空建第 7 8 号
平成 1 4 年 7 月 3 1 日

各地方整備局長 }
各地方航空局長 } あて

国土交通省大臣官房技術審議官

国土交通省大臣官房技術参事官

国土交通省航空局飛行場部長

アルカリ骨材反応抑制対策について

標記について、別紙のとおり実施することとしたので通知する。

なお、「アルカリ骨材反応抑制対策について（建設省技調発第 370 号 平成元年 7 月 1 7 日付け 建設大臣官房技術審議官通達）」を廃止するとともに、「コンクリート中の塩化物総量規制及びアルカリ骨材反応暫定対策について（港技第 129 号、港災第 1196 号 昭和 6 1 年 1 0 月 8 日付け 運輸省港湾局技術課長、防災課長通達）」、「コンクリート中の塩化物総量規制及びアルカリ骨材反応暫定対策について（空建第 92 号 昭和 6 1 年 7 月 1 4 日付け 運輸省航空局飛行場部建設課長通達）」のうち、アルカリ骨材反応暫定対策についてのみ廃止する。

また、本通達は平成 1 4 年 9 月 1 日より適用するものとする。

アルカリ骨材反応抑制対策（土木・建築共通）

1. 適用範囲

国土交通省が建設する構造物に使用されるコンクリートおよびコンクリート工場製品に適用する。ただし、仮設構造物のように長期の耐久性を期待しなくともよいものは除く。

2. 抑制対策

構造物に使用するコンクリートは、アルカリ骨材反応を抑制するため、次の3つの対策の中のいずれか1つについて確認をとらなければならない。なお、土木構造物については2.1、2.2を優先する。

2.1 コンクリート中のアルカリ総量の抑制

アルカリ量が表示されたポルトランドセメント等を使用し、コンクリート1m³に含まれるアルカリ総量をNa₂O換算で3.0kg以下にする。

2.2 抑制効果のある混合セメント等の使用

JIS R 5211 高炉セメントに適合する高炉セメント[B種またはC種]あるいはJIS R 5213 フライアッシュセメントに適合するフライアッシュセメント[B種またはC種]、もしくは混和材をポルトランドセメントに混入した結合材でアルカリ骨材反応抑制効果の確認されたものを使用する。

2.3 安全と認められる骨材の使用

骨材のアルカリシリカ反応性試験（化学法またはモルタルバー法^{注1}）の結果で無害と確認された骨材を使用する。

なお、海水または潮風の影響を受ける地域において、アルカリ骨材反応による損傷が構造物の安全性に重大な影響を及ぼすと考えられる場合（2.3の対策をとったものは除く）には、塩分の浸透を防止するための塗装等の措置を講ずることが望ましい。

注) 試験方法は、JIS A 1145 骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（化学法）またはJIS A 5308（レディーミクストコンクリート）の付属書7「骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（化学法）」、JIS A 1146 骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（モルタルバー法）またはJIS A 5308（レディーミクストコンクリート）の付属書8「骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（モルタルバー法）」による。

アルカリ骨材反応抑制対策（土木構造物）実施要領

アルカリ骨材反応抑制対策について、一般的な材料の組み合わせのコンクリートを用いる際の実施要領を示す。特殊な材料を用いたコンクリートや特殊な配合のコンクリートについては別途検討を行う。

1. 現場における対処の方法

a. 現場でコンクリートを製造して使用する場合

現地における骨材事情、セメントの選択の余地等を考慮し、2.1～2.3のうちどの対策を用いるかを決めてからコンクリートを製造する。

b. レディーミクストコンクリートを購入して使用する場合

レディーミクストコンクリート生産者と協議して2.1～2.3のうちどの対策によるものを納入するかを決めそれを指定する。

なお、2.1、2.2を優先する。

c. コンクリート工場製品を使用する場合

プレキャスト製品を使用する場合製造業者に2.1～2.3のうちどの対策によっているのかを報告させ適しているものを使用する。

2. 検査・確認の方法

2.1 コンクリート中のアルカリ総量の抑制

試験成績表に示されたセメントの全アルカリ量の最大値のうち直近6ヶ月の最大の値(Na_2O 換算値%) / $100 \times$ 単位セメント量(配合表に示された値 kg/m^3) + $0.53 \times$ (骨材中の NaCl %) / $100 \times$ (当該単位骨材量 kg/m^3) + 混和剤中のアルカリ量 kg/m^3 が $3.0 \text{ kg}/\text{m}^3$ 以下であることを計算で確かめるものとする。

防錆剤等使用量の多い混和剤を用いる場合には、上式を用いて計算すればよい。なお、AE剤、AE減水剤等のように、使用量の少ない混和剤を用いる場合には、簡易的にセメントのアルカリ量だけを考慮して、セメントのアルカリ量 \times 単位セメント量が $2.5 \text{ kg}/\text{m}^3$ 以下であることを確かめればよいものとする。

2.2 抑制効果のある混合セメント等の使用

高炉セメントB種(スラグ混合比40%以上)またはC種、もしくはフライアッシュセメントB種(フライアッシュ混合比15%以上)またはC種であることを試験成績表で確認する。

また、混和材をポルトランドセメントに混入して対策をする場合には、試験等によって抑制効果を確認する。

2.3 安全と認められる骨材の使用

JIS A 1145 骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（化学法）または JIS A 5308（レディーミクストコンクリート）の付属書7「骨材のアルカリシリカ反応性試験（化学法）」による骨材試験は、工事開始前、工事中1回／6ヶ月かつ産地がかわった場合に信頼できる試験機関^(注)で行い、試験に用いる骨材の採取には請負者が立ち会うことを原則とする。また、JIS A 1146 骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（モルタルバー法）または JIS A 5308（レディーミクストコンクリート）の付属書8「骨材のアルカリシリカ反応性試験（モルタルバー法）」による骨材試験の結果を用いる場合には、試験成績表により確認するとともに、信頼できる試験機関^(注)において、JIS A 1804「コンクリート生産工程管理用試験方法—骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（迅速法）」で骨材が無害であることを確認するものとする。この場合、試験に用いる骨材の採取には請負者が立ち会うことを原則とする。

なお、2次製品で既に製造されたものについては、請負者が立会い、製品に使用された骨材を採取し、試験を行って確認するものとする。

フェロニッケルスラグ骨材、銅スラグ骨材等の人工骨材および石灰石については、試験成績表による確認を行えばよい。

(注) 公的機関またはこれに準ずる機関（大学、都道府県の試験機関、公益法人である民間試験機関、その他信頼に値する民間試験機関、人工骨材については製造工場の試験成績表でよい）

3. 外部からのアルカリの影響について

2.1 および 2.2 の対策を用いる場合には、コンクリートのアルカリ量をそれ以上に増やさないことが望ましい。

そこで、下記のすべてに該当する構造物に限定して、塩害防止も兼ねて塗装等の塩分浸透を防ぐための措置を行うことが望ましい。

- 1) 既に塩害による被害を受けている地域で、アルカリ骨材反応を生じるおそれのある骨材を用いる場合
- 2) 2.1、2.2 の対策を用いたとしても、外部からのアルカリの影響を受け、被害を生じると考えられる場合
- 3) 橋桁等、被害をうけると重大な影響をうける場合

アルカリ骨材反応抑制対策（建築物）実施要領

アルカリ骨材反応抑制対策について、一般的な材料の組み合わせのコンクリートを用いる際の実施要領を示す。特殊な材料を用いたコンクリートや特殊な配合のコンクリートについては別途検討を行う。

1. 現場における対処の方法

a. 現場でコンクリートを製造する場合

現地における骨材事情、セメントの選択の余地等を考慮し、2.1～2.3のうちどの対策を用いるかを決めてからコンクリートを製造する。

b. レディーミクストコンクリートを購入して使用する場合

2.1～2.3による。なお、必要と判断する場合は2.3を優先する。

c. コンクリート工場製品を使用する場合

プレキャスト製品を使用する場合、製造業者に2.1～2.3のうちどの対策によるものかを報告させ、適した確認方法による。ただし、構造上主要な部分以外または少量の場合は試験成績表による確認に替えることができる。

2. 検査・確認の方法

2.1 コンクリート中のアルカリ総量の抑制

建築工事共通仕様書（平成13年版）6.5.4 塩化物量及びアルカリ総量(b) (6.5.1式) または下式を用いてアルカリ総量を計算し、その値が 3.0 kg/m^3 以下であることを確認する。なお、算定式中のセメントのアルカリ量は、試験成績表に示されたセメントのアルカリ量の最大値のうち直近6ヶ月の最大の値を使用する。

セメントのアルカリ量 (Na_2O 換算値%) $\div 100 \times$ (配合表に示された値 kg/m^3)
 $+ 0.53 \times$ (骨材中の NaCl %) $\div 100 \times$ (当該単位骨材量 kg/m^3) $+ 混和剤中のアルカリ量 \text{kg/m}^3$ …… (式)

2.2 抑制効果のある混合セメント等の使用

高炉セメントB種またはC種、もしくはフライアッシュセメントB種（フライアッシュ混合比15%以上）またはC種であることを試験成績表で確認する。なお、高炉セメントB種を使用する場合は、建築工事共通仕様書（平成13年版）6章16節による。

また、混和材をポルトランドセメントに混入して対策をする場合には、試験等によって抑制効果を確認する。

2.3 安全と認められる骨材を使用する場合

骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（化学法）^(注1)による骨材試験は、施

工着手前、工事中1回/6ヶ月かつ産地が変わった場合に信頼できる試験機関^(注2)で行い、試験に用いる骨材の採取には請負者が立ち会うことを原則とする。

また、骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(モルタルバー法)^(注1)による骨材試験の結果を用いる場合には、コンクリート生産工程管理用試験方法-骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(迅速法)^(注1)で骨材が無害であることを確認する。この場合も、施工着手前、工事中1回/6ヶ月かつ産地が変わった場合に信頼できる試験機関^(注2)で行い、試験に用いる骨材の採取には請負者が立ち会うことを原則とする。

なお、2次製品で既に製造されたものについては、請負者が立会い、製品に使用された骨材を採取し、試験を行って確認するものとする。

フェロニッケルスラグ骨材、銅スラグ骨材等の人工骨材および石灰石については、試験成績表による確認を行えばよい。

(注1) 試験方法は、JIS A 1145 骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(化学法) または JIS A 5308 (レディーミクストコンクリート) の付属書7「骨材のアルカリシリカ反応性試験(化学法)」 JIS A 1146 骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(モルタルバー法) または JIS A 5308 (レディーミクストコンクリート) の付属書8「骨材のアルカリシリカ反応性試験(モルタルバー法)」による骨材試験の結果を用いる場合には、JIS A 1804「コンクリート生産工程管理用試験方法-骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(迅速法)」による。

(注2) 公的機関又はこれに準ずる機関(大学、都道府県の試験機関、公益法人である民間試験機関、その他信頼に値する民間試験機関、人工骨材については製造工場の試験成績表でよい)

24. コンクリートの耐久性向上仕様書

(土木構造物)

1. コンクリート中の塩化物総量規制
2. アルカリ骨材反応抑制対策

(白 紙)

コンクリート中の塩化物総量規制について

建設省技調発第285号 昭和61年6月2日
建設大臣官房技術審議官から 各地方建設局長あて

標記について、下記により実施することとしたので通知する。

実施開始時期 昭和62年4月1日

コンクリート中の塩化物総量規制基準（土木構造物）

1. 適用範囲

国土交通省が建設する土木構造物に使用されるコンクリートおよびグラウトに適用する。ただし、仮設構造物のように長期の耐久性を期待しなくてもよい場合は除く。

2. 塩化物量規制値

フレッシュコンクリート中の塩化物量については、次のとおりとする。

- (1) 鉄筋コンクリート部材、ポストテンション方式のプレストレストコンクリート部材（シース内のグラウトを除く）および用心鉄筋を有する無筋コンクリート部材における許容塩化物量は、 $0.60\text{kg}/\text{m}^3$ （ Cl^- 重量）とする。

【(1)については、平成17年度以降 土木工事共通仕様書 において、「許容塩化物量(Cl^-)は、 $0.30\text{kg}/\text{m}^3$ 以下とする。」に変更されている。】

- (2) プレテンション方式のプレストレストコンクリート部材、シース内のグラウトおよびオートクレーブ養生を行なう製品における許容塩化物量は $0.30\text{kg}/\text{m}^3$ （ Cl^- 重量）とする。

【シース内のグラウトについては、平成21年度以降 土木工事共通仕様書 第1編第3章第2節において、「グラウトに含まれる塩化物イオン総量は、セメント質量の0.08%以下としなければならない。」に変更されている。】

- (3) アルミナセメントを用いる場合、電食のおそれのある場合等は、試験結果等から適宜定めるものとし、特に資料が無い場合は $0.30\text{kg}/\text{m}^3$ （ Cl^- 重量）とする。

3. 測定

塩化物量の測定は、コンクリートの打設前あるいはグラウトの注入前に行うものとする。

「コンクリート中の塩化物総量規制について」の運用について

建設省技調発第286号 昭和61年6月2日

建設大臣官房技術調査室長から 各地方建設局企画部長あて

昭和61年6月2日付け建設省技調発第285号建設大臣官房技術審議官通達（以下「審議官通達」という）の運用について下記のとおり定めたので、遺憾のないよう取り扱われたい。

コンクリート中の塩化物総量規制（土木構造物）実施要領

1. 適用範囲

主要材料としてコンクリートを用いる土木構造物としては、橋梁、トンネル、カルバート、舗装、水門、護岸などが挙げられる。また、コンクリート工場製品としては、コンクリート管、コンクリート杭、プレキャスト桁などがある。

これらの内、この規制（案）で対象としているのは、鉄筋やPC鋼材を補強材として用いているコンクリート構造物や工場製品であり、ここではそれらに用いられるコンクリートやグラウトの塩化物量を規制するものである。

また、ここで適用外とした仮設構造物とは、一般に建設後、数年の内に撤去されるものであり、長期に亘る耐久性を要求されない構造物を指す。

2. 塩化物量規制値

広範に亘る塩化物量と構造物劣化に関する実態調査、既往の調査研究、あるいは諸外国の基準規制値などを参考に、コンクリート構造物の長期的な耐久性を確保するために必要なフレッシュコンクリート中の塩化物量の規制値を主要な場合に対して示したものである。従つて、ここに示していない構造部材や製品に対する塩化物量規制値についてもここで示した値を参考に別途定めることが望ましい。

3. 測定

1) 塩化物量の測定はコンクリート打設あるいは、グラウト注入前に行うことが必要である。従つて、従来よりフレッシュコンクリートが配送されてから、打設するまでの時間が多少長くなるので、工場の選定、運搬計画、打設計画を十分に検討する必要がある。

特に、フレッシュコンクリートの運搬時間などについては、J I S A 5308（レデーミクストコンクリート）において規定されている値を超えないように注意しなければならない。

2) 測定器具および測定方法については以下による。

(1) 測定器具

測定器は、その性能について財国土開発技術研究センターの評価を受けたものを用いるものとする。

(2) 容器、その他の器具

測定に用いる容器その他の器具は、コンクリート中のアルカリ等に侵されずまた測定結果に悪い影響を及ぼさない材質を有し、塩化物の付着等がないように洗浄した後表面の水分を取り除いたものを用いなければならない。

(3) 測定方法

(a) 試料の採取

試料は、J I S A 1115（まだ固まらないコンクリートの試料採取方法）に従い必要量採取するものとする。

(b) 測定

採取した試料は、さじ等を用いて十分かくはんした後、それぞれ測定に必要な量を採り分ける。（一回の検査に必要な測定回数は、3回とし、判定はその平均値で行う。）

(c) コンクリート中の塩化物含有量の計算方法

3回の測定値の平均値と、示方配合に示された単位水量により、コンクリート中の塩化物含有量を次式を用いて計算する。

$$C_w = K \cdot W_w \cdot x / 100$$

C_w : フレッシュコンクリート単位容積当たりの塩化物含有量 (k g / m³、Cl⁻重量換算)

K : 測定器に表示される換算物質の違いを補正するための係数 (Cl⁻では、1.00、NaClでは0.607)

W_w : 示方配合に示された単位水量 (k g / m³)

x : 3回の測定値の平均値 (ブリージング水のCl⁻またはNaCl換算塩化物濃度 (%))

3) 塩化物の検査に関する事項については、以下による。

(1) 検査は、原則としてコンクリート打設場所で行う。ただし、監督職員^{註1)}が立会う場合は工場で行うことができる。

(2) 検査は、コンクリートの打設が午前と午後にまたがる場合は、一日につき二回以上(午前、午後)、コンクリート打設前に行うものとする。ただし、打設量が少量で、半日で打設が完了するような場合には、1回でもよい。また、コンクリートの種類(材料及び配合等)や工場が変わる場合については、その都度、一回以上の検査を行うものとする。

なお、工場製品の場合は、品質管理データによって検査を行ってもよい。

(3) 検査結果の判定は、検査ごとに行うものとし、それぞれの検査における3回の測定値の平均値が、2に示している塩化物量以下であることをもって合格とする。

なお、検査の結果不合格になった場合は、その運搬車のコンクリートの受け取りを拒否するとともに、次の運搬車から毎回試験を行い、それぞれ結果が規制値を下回ることを確認した後、このコンクリートを用いるものとする。ただし、この場合塩化物量が安定して規制値を下回ることが確認できれば、その後の試験は通常の頻度で行ってもよいものとする。

- 注) 1. 請負工事の場合は、施工管理担当者とする。
2. コンクリート中の塩化物測定結果は様式(1)にとりまとめ提出する。

アルカリ骨材反応抑制対策について

国官技第112号、国港環第35号、国空建第78号 平成14年7月31日

国土交通省大臣官房技術審議官、国土交通省大臣官房技術参事官、国土交通省航空局飛行場部長から 各地方整備局長、各地方航空局長あて

標記について、別紙のとおり実施することとしたので通知する。

なお、「アルカリ骨材反応抑制対策について（建設省技調発第370号 平成元年7月17日付け 建設大臣官房技術審議官通達）」を廃止するとともに、「コンクリート中の塩化物総量規制及びアルカリ骨材反応暫定対策について（港技第129号、港災第1196号 昭和61年10月8日付け 運輸省港湾局技術課長、防災課長通達）」、「コンクリート中の塩化物総量規制及びアルカリ骨材反応暫定対策について（空建第92号 昭和61年7月14日付け 運輸省航空局飛行場部建設課長通達）」のうち、アルカリ骨材反応暫定対策についてのみ廃止する。

また、本通達は平成14年9月1日より適用するものとする。

アルカリ骨材反応抑制対策（土木・建築共通）

1. 適用範囲

国土交通省が建設する構造物に使用されるコンクリートおよびコンクリート工場製品に適用する。ただし、仮設構造物のように長期の耐久性を期待しなくともよいものは除く。

2. 抑制対策

構造物に使用するコンクリートは、アルカリ骨材反応を抑制するため、次の3つの対策の中のいずれか1つについて確認をとらなければならない。なお、土木構造物については2.1、2.2を優先する。

2.1 コンクリート中のアルカリ総量の抑制

アルカリ量が表示されたポルトランドセメント等を使用し、コンクリート1m³に含まれるアルカリ総量をNa₂O換算で3.0kg以下にする。

2.2 抑制効果のある混合セメント等の使用

JIS R 5211高炉セメントに適合する高炉セメント[B種またはC種]あるいはJIS R 5213フライアッシュセメントに適合するフライアッシュセメント[B種またはC種]、もしくは混和材をポルトランドセメントに混入した結合材でアルカリ骨材反応抑制効果の確認されたものを使用する。

2.3 安全と認められる骨材の使用

骨材のアルカリシリカ反応性試験（化学法またはモルタルバー法）の結果で無害と確認された骨材を使用する。

なお、海水または潮風の影響を受ける地域において、アルカリ骨材反応による損傷が構造物の安全性に重大な影響を及ぼすと考えられる場合（2.3の対策をとったもの

は除く)には、塩分の浸透を防止するための塗装等の措置を講ずることが望ましい。

注) 試験方法は、JIS A 1145骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(化学法)またはJIS A 5308(レディーミクストコンクリート)の付属書7「骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(化学法)」、JIS A 1146骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(モルタルバー法)またはJIS A 5308(レディーミクストコンクリート)の付属書8「骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(モルタルバー法)」による。

「アルカリ骨材反応抑制対策について」の運用について

国官技第113号、国港環第36号、国空建第79号 平成14年7月31日

国土交通省大臣官房技術調査課長、国土交通省港湾局環境・技術課長、国土交通省航空局飛行場部建設課長 から

各地方整備局企画部長、港湾空港部長、各地方航空局次長 あて

標記については、「アルカリ骨材反応抑制対策について(国官技第112号 国港環第35号 国空建第78号 平成14年7月31日付け)」の運用について、別紙のとおり定めたので通知する。

なお、「アルカリ骨材反応抑制対策について」の運用について(建設省技調発第371号 平成元年7月17日付け 建設大臣官房技術調査室長通達)は廃止する。

アルカリ骨材反応抑制対策(土木構造物)実施要領

アルカリ骨材反応抑制対策について、一般的な材料の組み合わせのコンクリートを用いる際の実施要領を示す。特殊な材料を用いたコンクリートや特殊な配合のコンクリートについては別途検討を行う。

1. 現場における対処の方法

a. 現場でコンクリートを製造して使用する場合

現地における骨材事情、セメントの選択の余地等を考慮し、2.1~2.3のうちどの対策を用いるかを決めてからコンクリートを製造する。

b. レディーミクストコンクリートを購入して使用する場合

レディーミクストコンクリート生産者と協議して2.1~2.3のうちどの対策によるものを納入するかを決めそれを指定する。

なお、2.1、2.2を優先する。

c. コンクリート工場製品を使用する場合

プレキャスト製品を使用する場合製造業者に2.1~2.3のうちどの対策によっているのかを報告させ適しているものを使用する。

2. 検査・確認の方法

2.1 コンクリート中のアルカリ総量の抑制

試験成績表に示されたセメントの全アルカリ量の最大値のうち直近6ヶ月の最大値(Na₂O換算値%) / 100 × 単位セメント量(配合表に示された値kg/m³) + 0.53 × (骨材中のNaCl%) / 100 × (当該単位骨材量kg/m³) + 混和剤中のアルカリ量kg/m³が3.0 kg/m³以下であることを計算で確かめるものとする。

防錆剤等使用量の多い混和剤を用いる場合には、上式を用いて計算すればよい。なお、AE剤、AE減水剤等のように、使用量の少ない混和剤を用いる場合には、簡易的にセメントのアルカリ量だけを考慮して、セメントのアルカリ量 × 単位セメント量が2.5 kg/m³以下であることを確かめればよいものとする。

2.2 抑制効果のある混合セメント等の使用

高炉セメントB種(スラグ混合比40%以上)またはC種、もしくはフライアッシュセメントB種(フライアッシュ混合比15%以上)またはC種であることを試験成績表で確認する。

また、混和材をポルトランドセメントに混入して対策をする場合には、試験等によって抑制効果を確認する。

2.3 安全と認められる骨材の使用

JIS A 1145骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(化学法)またはJIS A 5308(レディーミクストコンクリート)の付属書7「骨材のアルカリシリカ反応性試験(化学法)」による骨材試験は、工事開始前、工事中1回/6ヶ月かつ産地がかわった場合に信頼できる試験機関(注)で行い、試験に用いる骨材の採取には請負者が立ち会うことを原則とする。また、JIS A 1146骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(モルタルバー法)またはJIS A 5308(レディーミクストコンクリート)の付属書8「骨材のアルカリシリカ反応性試験(モルタルバー法)」による骨材試験の結果を用いる場合には、試験成績表により確認するとともに、信頼できる試験機関(注)において、JIS A 1804「コンクリート生産工程管理用試験方法—骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(迅速法)」で骨材が無害であることを確認するものとする。この場合、試験に用いる骨材の採取には請負者が立ち会うことを原則とする。

なお、2次製品で既に製造されたものについては、請負者が立会い、製品に使用された骨材を採取し、試験を行って確認するものとする。

フェロニッケルスラグ骨材、銅スラグ骨材等の人工骨材および石灰石については、試験成績表による確認を行えばよい。

(注) 公的機関またはこれに準ずる機関(大学、都道府県の試験機関、公益法人である民間試験機関、その他信頼に値する民間試験機関、人工骨材については製造工場の試験成績表でよい)

注) 土木構造物におけるアルカリ骨材反応抑制対策について(案) 事務連絡 平成14年12月24日技術管理課長 参照

3. 外部からのアルカリの影響について

2.1および2.2の対策を用いる場合には、コンクリートのアルカリ量をそれ以上に増やさないことが望ましい。

そこで、下記のすべてに該当する構造物に限定して、塩害防止も兼ねて塗装等の塩分

浸透を防ぐための措置を行うことが望ましい。

- 1) 既に塩害による被害を受けている地域で、アルカリ骨材反応を生じるおそれのある骨材を用いる場合
- 2) 2.1、2.2の対策を用いたとしても、外部からのアルカリの影響を受け、被害を生じると考えられる場合
- 3) 橋桁等、被害をうけると重大な影響をうける場合

土木構造物におけるアルカリ骨材反応抑制対策について（案）

事務連絡 平成14年12月24日

技術管理課長 から

河川工事課長、道路工事課長、各事務所（技術）副所長、各管理所長 あて

土木構造物におけるアルカリ骨材反応抑制対策については「アルカリ骨材反応抑制対策について（国東整技管第78号 平成14年8月27日付け）」および「アルカリ骨材反応抑制対策について」の運用について（国東整技管第79号平成14年8月20日付け）」により実施しているところであるが下記の通り運用を定めたので工事実施にあたっては留意されたい。

なお、二次製品の抑制対策については国土交通省発注工事請負者の立会による定期的な試験の実施によることとしていることから、二次製品製造会社に対する請負者の紹介等抑制対策が確実に行われるよう協力されたい。

記

「アルカリ骨材反応抑制対策（土木構造物）実施要領」 2. 検査・確認の方法に関する運用は以下の通りとする。

1、生コンクリートの場合

2. 1 コンクリート中のアルカリ総量の抑制

通知文のとおり

2. 2 抑制効果のある混合セメント等の使用

通知文のとおり

2. 3 安全と認められる骨材の使用

- ・ 工事開始前に行う骨材試験についてはコンクリート打設開始日から起算し1ヶ月以内に国土交通省発注工事請負者の立会に基づく試験結果がある場合はこの試験結果を使用できるものとする。

なお、各地区生コンクリート品質管理監査会議等が同一土場からの骨材を使用していることを証明している場合は代表工場の試験結果を使用できるものとする。

- ・ 工事中1回/6ヶ月かつ産地がかわった場合に行う骨材試験については、JISに基づき6ヶ月ごとに行う試験を化学法で行う場合は試験に用いる骨材の採取に、骨材生産者、生コン生産者^(注1)及び国土交通省発注工事請負者が立ち会った場合は、JISに基づく試験結果を使用できるものとする。

(注1) 各地区生コンクリート品質管理監査会議等が同一土場からの骨材を使用していることを証明している場合は代表工場が良い

- ・ 上記により他の請負者の立会による試験成績表を用いる場合は、当該工事の請負者は使用している骨材が試験成績表の骨材生産場所から納入されていることを確認するものとする。

2、コンクリート二次製品の場合

2. 1 コンクリート中のアルカリ総量の抑制
通知文のとおり
2. 2 抑制効果のある混合セメント等の使用
通知文のとおり
2. 3 安全と認められる骨材の使用
 - ・骨材試験は、1回／6ヶ月定期的かつ産地が変わった場合に信頼できる試験機関で行う。
 - ・試験に用いる骨材の採取には、骨材生産者、二次製品製造会社及び国土交通省発注工事請負者が立会うものとする。
 - ・当該工事の請負者は使用している骨材が試験成績表の骨材生産場所から納入されていることを確認するものとする。
 - ・骨材の試験成績については骨材生産者、二次製品製造会社及び試験実施時の国土交通省発注工事請負者が連名で作成し、二次製品製造会社の試験成績表として次の試験実施まで使用する。

3、「無害でない」骨材の使用

「2. 1 コンクリート中のアルカリ総量の抑制」及び「2. 2 抑制効果のある混合セメント等の使用」の対策を取る場合は、資源の有効利用の観点からも「無害でない」骨材の使用を妨げるものではないことを留意されたい。

(白 紙)

25. レディーミクストコンクリート
単位水量測定要領（案）

(白 紙)

レディーミクストコンクリート単位水量測定要領（案）

事務連絡 平成16年3月8日

大臣官房技術調査課 課長補佐 から

北海道開発局事業振興部技術管理課長補佐
各地方整備局企画部技術管理（調査）課長
沖縄総合事務局開発建設部技術管理課長 } あて

「レディーミクストコンクリート単位水量測定要領（案）」の送付について

工事現場におけるレディーミクストコンクリートの品質確保については、「レディーミクストコンクリートの品質確保について」（平成15年10月2日、国官技第185号）及び「レディーミクストコンクリートの品質確保について」の運用について」（平成15年10月2日、国コ企第3号）」において対策を通知したところであるが、単位水量の測定について、別添のとおり「レディーミクストコンクリート単位水量測定要領（案）」を定めたので送付する。対象工事においては、同要領に従って適切に施工されたい。

レディーミクストコンクリート単位水量測定要領（案）の適用にあたって

適用にあたって

- ・ 実施時期については、地整においてレディーミクストコンクリートの品質確保の重要性を踏まえ、早急に準備を整え、通知等により実施することとする。
- ・ 計測機器については特定しないものとする。したがって現場における適用性の確認など個別事項は地整で課題・問題について把握し、実施することとする。
- ・ 機種は特定していないことから、機器特性を勘案して適正にキャリブレーションされた機器を使用することとする。
- ・ 地整の種々の理由により本要領より厳しい管理を実施している地整では、本要領に示した管理基準値によるところではない。

レディーミクストコンクリート
単位水量測定要領（案）

平成16年3月

国土交通省

レディーミクストコンクリート単位水量測定要領（案）

1. 適用範囲

本要領は、レディーミクストコンクリートの単位水量測定について、測定方法および管理基準値等を規定するものである。

なお、水中コンクリート、転圧コンクリート等の特殊なコンクリートを除き、1日当たりコンクリート種別ごとの使用量が100m³以上施工するコンクリート工を対象とする。

2. 測定機器

レディーミクストコンクリートの単位水量測定機器については、エアメータ法かこれと同程度、あるいは、それ以上の精度を有する測定機器を使用することとし、施工計画書に記載させるとともに、事前に機器諸元表、単位水量算定方法を監督職員に提出するものとする。また、使用する機器はキャリブレーションされた機器を使用することとする。

3. 品質の管理

受注者は、施工現場において、打込み直前のレディーミクストコンクリートの単位水量を本要領に基づき測定しなければならない。

4. 単位水量の管理基準

測定したレディーミクストコンクリートの単位水量の管理値は、「レディーミクストコンクリートの品質確保について」の運用について（平成15年10月2日付け国コ企第3号）によるものとする。

5. 単位水量の管理記録

受注者は、測定結果をその都度記録（プリント出力機能がある測定機器を使用した場合は、プリント出力）・保管するとともに、測定状況写真を撮影・保管し、監督職員等の請求があった場合は遅滞なく提示するとともに、検査時に提出しなければならない。また、1日のコンクリート打設量は単位水量の管理シートに記載するものとする。

6. 測定頻度

単位水量の測定頻度は、（1）および（2）による。

（1）2回／日（午前1回、午後1回）、または、重要構造物では重要度に応じて100～150m³に1回

（2）荷卸し時に品質の変化が認められたとき。

なお、重要構造物とは、高さが5m以上の鉄筋コンクリート擁壁（ただし、プレキャスト製品は除く。）、内空断面が25m²以上の鉄筋コンクリートカルバート類、橋梁上・下部（ただしPCは除く。）、トンネル及び高さが3m以上の堰・水門・樋門とする。

7. 管理基準値・測定結果と対応

(1) 管理基準値

現場で測定した単位水量の管理基準値は次のとおりとして扱うものとする。

区分	単位水量 (kg/m ³)
管理値	配合設計±15kg/m ³
指示値	配合設計±20kg/m ³

注) 示方配合の単位水量の上限値は、粗骨材の最大寸法が 20～25mm の場合は 175kg/m³、40mm の場合は 165kg/m³を基本とする。

(2) 測定結果と対応

a 管理値内の場合

測定した単位水量が管理値内の場合は、そのまま打設して良い。

b 管理値を超え、指示値内の場合

測定した単位水量が管理値を超え指示値内の場合は、そのまま施工してよいが、受注者は、水量変動の原因を調査し、生コン製造者に改善の指示をしなければならない。

その後、管理値内に安定するまで、運搬車の3台毎に1回、単位水量の測定を行うこととする。

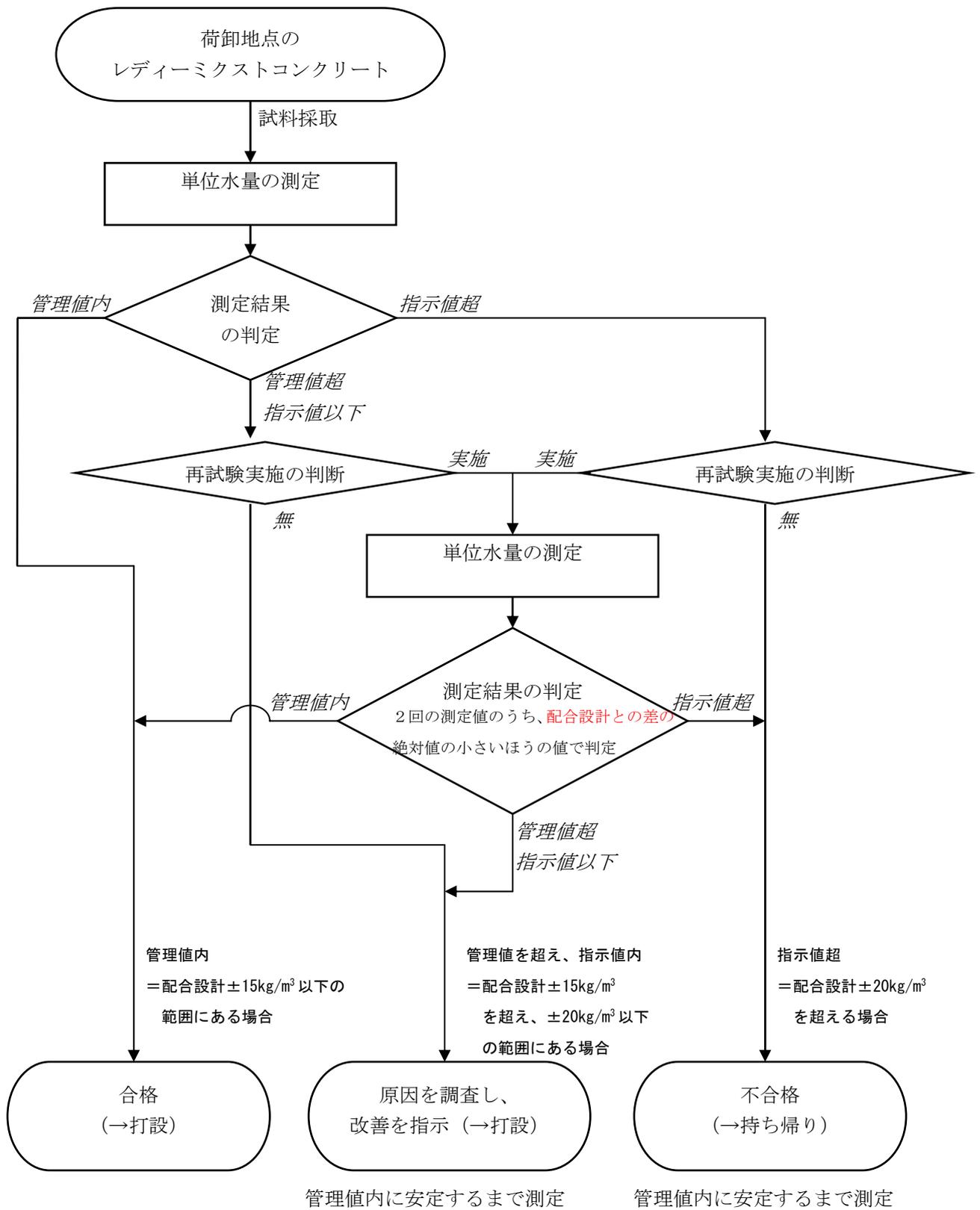
なお、「管理値内に安定するまで」とは、2回連続して管理値内の値を観測することをいう。

c 指示値を超える場合

測定した単位水量が指示値を超える場合は、その運搬車は打込まずに持ち帰らせるとともに、受注者は、水量変動の原因を調査し、生コン製造者に改善を指示しなければならない。

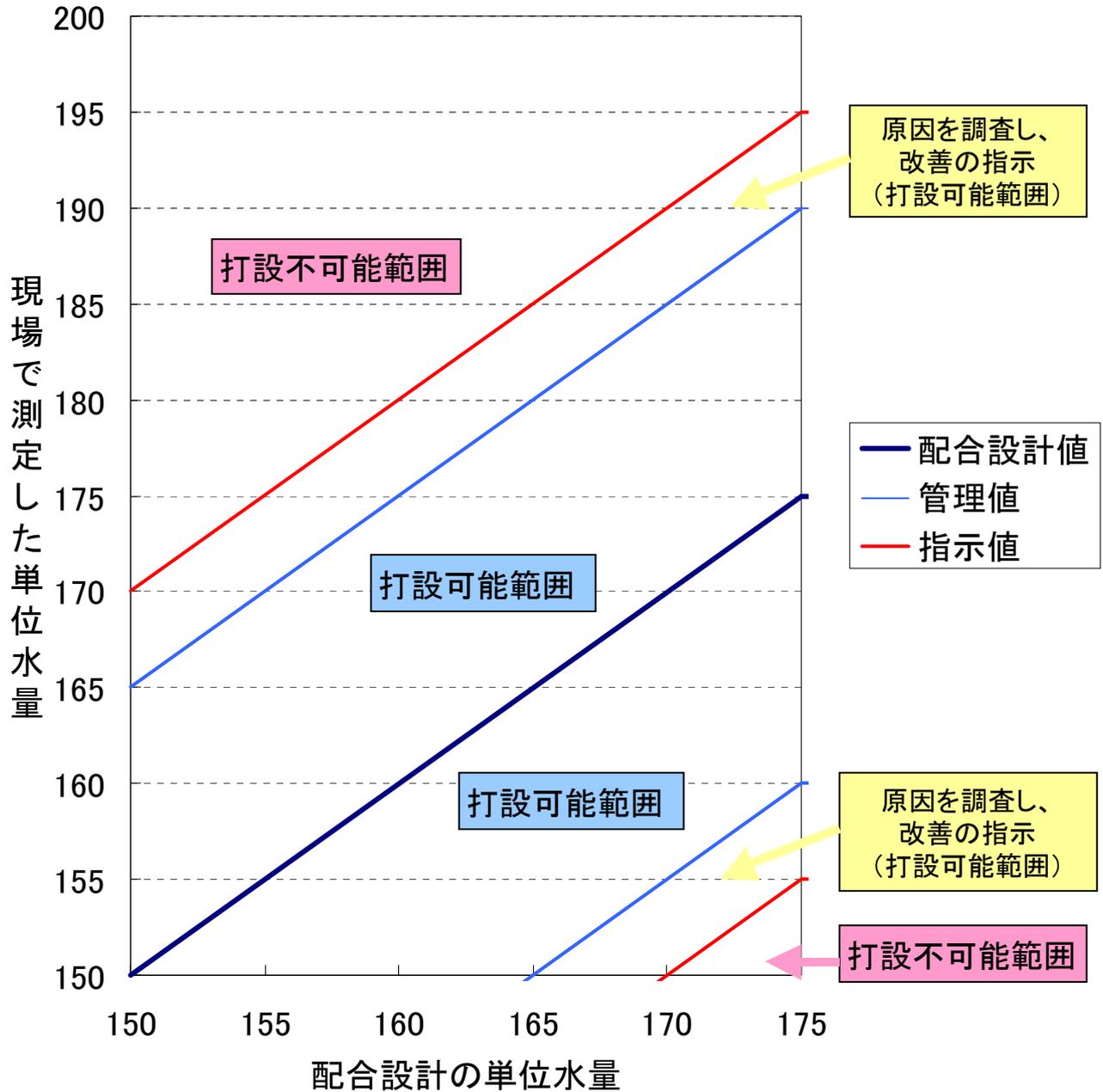
その後、単位水量が管理値内になるまで全運搬車の測定を行う。

なお、管理値または指示値を超える場合は1回に限り試験を実施することができる。再試験を実施した場合は2回の測定結果のうち、配合設計との差の絶対値の小さいほうの値で評価して良い。



レディーミクストコンクリートの単位水量測定の管理フロー図

レディーミクストコンクリートの 単位水量測定の実績管理図 (kg/m³)



注) 単位水量の上限値が 175kg/m³ の場合 (粗骨材最大寸法が 20~25mm)

各種測定方法の概要（1/4） 推定精度が±10kg/m³以下で測定が可能と考えられる測定方法を掲載（2003.7現在）

名	エアメータ法（土研法）	エアメータ法 生コンの単位水量計「W-Checker」	水中質量法
測定原理	単位水量が増加するとコンクリートの単位容積質量が小さくなる。この性質を利用し、単位容積質量の違いから単位水量を推定する。	生コンが計画した割合通りであるかを、単位容積質量と空気量の関係から求めるものである。空気量の測定値が理論値と異なる場合には、細骨材質量の計量値には骨材以外に水量が含まれたことになり、この水量から単位水量と水セメント比を算出する。	コンクリートの気中（空中）質量と、水中質量および材料の密度から、コンクリートの体積を求め、単位水量を測定する。
特徴	長所：空気量測定時に質量を測定するだけで単位水量が推定できる。 無注水法でも注水法と同等の精度で推定できる。 短所：骨材の密度を正しく求めておく必要がある。	長所：生コンクリートの受け入れ試験として行われる空気量測定試験とほぼ同等の作業で測定が可能 「W-Checker」（はかりが1g、空気量が0.1%の測定が可能）を用いることで、高精度な単位水量測定が可能 短所：骨材の密度を正しく求めておく必要がある。	長所：ウェットスクリーニングを行わず、コンクリートで測定可能である。 事前に骨材の密度測定を行うことで、高精度での推定が可能。 短所：作業に熟練を要す 水道水が必要
測定方法	① 事前にエアメータの容積、質量を測定しておく。 ② エアメータを用いてコンクリート試料の空気量を測定する。 ③ エアメータごと試料の質量を秤に載せて測定する。	① 装置自体の容量と質量の測定を行い、JIS A 1128 に準じて空気量のキャリブレーションを行う ② 骨材修正係数とセメント密度を測定し、配合計算書から材料密度、各種材料の配合を入力 ③ コンクリート試料をエアメータに入れ質量を測定する ④ エアメータの空間部分に水を注入し質量を測定する ⑤ JIS A 1128 に準じて空気量を測定する ⑥ 測定値データを入力し、単位水量を算出する	① 事前に骨材の密度測定を行う ② コンクリートをサンプリングし空中質量を測定 ③ コンクリート中の気泡を脱泡しつつ水中質量を測定 ④ 粗骨材のみを洗い出し、粗骨材を測定 ⑤ 計算により単位水量を推定する
測定時間	5分	5分	15分
試料の量	7リットルのコンクリート	約 6%のコンクリート	約 2kgのコンクリート
測定に必要な情報	計画配合	① 計画配合 ② セメントの湿度密度 ③ 細骨材、粗骨材の表乾密度	基準コンクリートの調査 各材料の密度
その他	・専用の計算システム（PDA）も市販されている（エアメータとセットで23万円）	コンクリート試料をそのまま使用するため、ウェットスクリーニングを行う場合のようなサンプリング誤差が生じない。	測定手順として粗骨材を洗うため、測定終了後の装置の洗浄作業がなく、直ちに次の測定にかかれる。

各種測定方法の概要（2/4） 推定精度が±10kg/m³以下で測定が可能と考えられる測定方法を掲載（2003.7現在）

名称	高周波加熱乾燥（電子レンジ）法	W/Cミータ（MT-200）	乾燥行法
測定原理	高周波加熱乾燥法 コンクリートからふるい分けしたモルタル分を、電子レンジで加熱乾燥させ、質量の減少量とコンクリートの単位水量の相関性が高いことを利用し、コンクリートの単位水量を測定測定する。	減圧式加熱乾燥法 水は減圧乾燥すると約50°Cで沸点に達するため、試料は低温化で乾燥される。	専用の乾燥炉によってコンクリートを加熱乾燥し、蒸発量から単位水量を推定する。
特徴	長所：使用する機械が電子レンジ、はかり、パソコン（表計算ソフト）であり入手が容易である。 短所：モルタルで試験を行うためにウェットスクリーニングに伴う誤差を補正する必要がある。 長時間使用すると電子レンジが劣化する。 電源が必要	長所：材料による影響が少ない、操作も計量・乾燥・計算をすべて自動で行うために測定者による試験誤差が発生しない。 ウェットスクリーニングに伴う誤差を骨材の種類ごとに自動的に補正する。 短所：測定時間が長い 電源が必要	長所：原理が単純で、信頼性が高い。 乾燥後の試料から粗骨材を洗い出すことで粗骨材量を測定・補正することが高精度の単位水量推定が可能。 短所：測定時間が長い。 事前に1時間の予熱が必要 電源が必要
測定方法	① 測定準備 測定に使用する紙皿の乾燥質量を事前に求めておく。 ② 試料採取 ハンドスコップ1杯分（1kg～1.5kg程度）の試料を、パイプレータやサジを使ってウェットスクリーニングする。 ③ 乾燥前質量の測定 モルタル試料を紙皿の上に400g程度で0.1g単位まで計り取る。 ④ モルタル試料の乾燥 電子レンジにモルタル試料を設置し、4～5分間程度加熱乾燥させる。 ⑤ 乾燥後の質量測定 乾燥後のモルタル試料の質量を0.1g単位まで計る。 ⑥ 単位水量の計算 必要なデータを表計算ソフトに入力し単位水量を計算する。	① 試料採取 フレッシュコンクリートからウェットスクリーニング作業をモルタル分離機で行い、モルタルを採取する。 ② 乾燥前質量の測定 モルタルを約400g試料受け皿に入れて測定器にセットし、乾燥前の質量を測定する。 ③ 減圧乾燥 調配合を選択後、測定開始。 ④ 配合値の入力 配合値を測定器に入力する。 ⑤ 結果表示 乾燥終了後、乾燥後の質量を測定し、自動的に演算され、プリントアウトする。	① 予熱 事前に乾燥炉内の温度を上昇させておく ② 試料採取 試料を1～2kg採取し、質量を測定する。 ③ 乾燥 試料を乾燥炉に入れ、乾燥させる。 ④ 質量測定 乾燥後の試料質量を測定する ⑤ 洗い出し 乾燥後の試料を5mmフルイ上で水洗いし、粗骨材量を測定する。
測定時間	15分程度	20分～25分	20～25分
試料の量	400g程度のモルタル	400g±30gのモルタル	1～2kgのコンクリート
測定に必要な情報	細骨材中の水分量、セメント初期水和量、	調配合（示方配合・現場配合）	配合表
その他	竹中工務店の方法、全生連の方法などが提案されている。 特に必要な資格等はなし	特に必要な資格等はなし	

各種測定方法の概要 (3/4) 推奨精度が±10kg/m³以下で測定が可能と考えられる測定方法を掲載 (2003.7現在)

名	称	連続式RI (ラジオアイソトープ) 法	水濃度測定法
測定原理	<p>静電容量法</p> <p>生コン水分計：HI-300、HI-300J 生コン・砂水分計：HI-330、HI-330J</p> <p>高周波容量式</p> <p>物質の誘電率が水分量によって変化することを応用。モルタル中の静電容量と水分率の関係式をあらかじめ求めておき、機械でモルタル中の静電容量を測定することにより単位水量を推定する。</p>	<p>コンクリート中の水素原子 (主に水として存在) と照射する中性子との衝突によって減衰する中性子の割合から単位水量を推定する。</p>	<p>本測定方法は、一定容積のフレッシユコンクリートに特殊アルコールを定量加え、コンクリート中の水量をアルコールに抽出させ、そのアルコール混合液の水濃度を測定することにより、採取したコンクリート中の水量を求め、体積換算により、コンクリート1m³当りの単位水量を求める。</p> <p>この水濃度を測定する方法として、以下に示す水素化カルシウムが水と反応してガスを発生させる特性を利用している。発生したガスを高精度の精密圧力計を用いて計測し、発生ガス圧と測定試料中の水濃度との相関により、抽出液の水濃度を求めるものである。</p> <p>反応式: $\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + 2\text{H}_2 \uparrow$</p>
特徴	<p>長所：2電源対応 (AC電源、乾電池)</p> <p>1 26点の測定データの記憶、プリンター出力が可能</p> <p>測定に際して特別な技術は不要</p> <p>短所：高精度を保証するには事前に検量線のチェック・見直しが必要</p>	<p>長所：配管を流れる生コン全量の単位水量を連続的に測定し、リアルタイムで結果が判明する。試験結果のファイナードバックが適切に行える。</p> <p>短所：事前に校正試験が必要 装置が高額</p>	<p>長所： ・事前情報 (コンクリートの調配合や骨材比重・吸水率等) を必要としない。 ・測定値から換算表により、単位水量を求める (バシコンを必要としない)。 ・外部電源を必要としない。 ・現場で簡易測定できる (測定器が、コンバクトで持ち運びできる)。</p> <p>短所： ・サンプリング時の試料のバツツキの影響。</p>
測定方法	<p>① 配合データの入力</p> <p>② 生コンクリートの採取</p> <p>③ ウエイトスクリーニングでモルタルを抽出</p> <p>④ 試料容器にモルタルを充填</p> <p>⑤ 試料容器の質量を測定し器械に入力する</p> <p>⑥ 生コンの空気を器械に入力する</p> <p>⑦ 試料容器を器械にセットし測定を行う (約7秒)</p> <p>⑧ ⑤～⑦の手順を試料容器3個分繰り返し、平均値を計算する</p> <p>※ 試料容器3個のばらつきは約±1.0kg/m³</p>	<p>校正試験 (基準コンクリートに対して実施) と現場測定 (測定対象のコンクリートに対して実施) の2段階測定。</p> <p>① 校正試験</p> <p>何を基準コンクリートとするかによって以下の2つの方法がある。</p> <p>1) 試験室で試し練り時に実施。</p> <p>2) 特定の生コン車を基準とし、荷卸し時に実施。</p> <p>② 現場測定</p> <p>配管 (例えば、ポンプ車のブーム配管) に中性子線水分計および線密度計を取りつけ、同配管内を流れるフレッシユコンクリートの単位水量および単位容積質量を測定する。</p>	<p>① 専用試料採取容器に、コンクリートを採取する。</p> <p>② 専用抽出容器に、特殊アルコールを500ml入れて試料採取容器をセットし、2分間振とうさせて、コンクリート試料中の水を特殊アルコールの中に抽出する。</p> <p>③ 試料採取容器を外し、抽出容器に紙をセットし、抽出液をろ過させる。</p> <p>④ ろ過した抽出液を専用シリンジで採取し、反応管に入れ、反応管にゴム栓をする。</p> <p>⑤ 反応管を折り曲げることにより、反応管中の試薬アンプルを割り、反応管を1分間振とうさせ、試薬と反応させる。</p> <p>⑥ 反応後3分間静置し、精密圧力計で発生ガス圧力を測定する。その測定値から換算表により単位水量を求める。</p>
測定時間	10分	5分	15～20分
試料の量	モルタル量 約2kg	制限無し	0.5リットルのコンクリート
測定に必要な情報	<p>① 単位量 (水、セメント、細骨材、粗骨材)</p> <p>② 表乾密度 (セメント、細骨材、粗骨材)</p> <p>③ 吸水率 (細骨材、粗骨材)</p> <p>④ 試料質量、⑤ 空気量</p>	基準コンクリートの単位水量と単位容積質量	なし
その他	<p>・JR東日本「土木工事標準仕様書」をはじめ、JR東海、JR西日本などで現場測定を実施。</p>	<p>・管厚の補正が必要</p> <p>・通信手段を用いて測定値を即時送信し、結果をモニタリングできる。(遠隔モニタリング)</p>	

各種測定方法の概要（4/4） 推定精度が±10kg/m³以下で測定が可能と考えられる測定方法を掲載（2003.7現在）

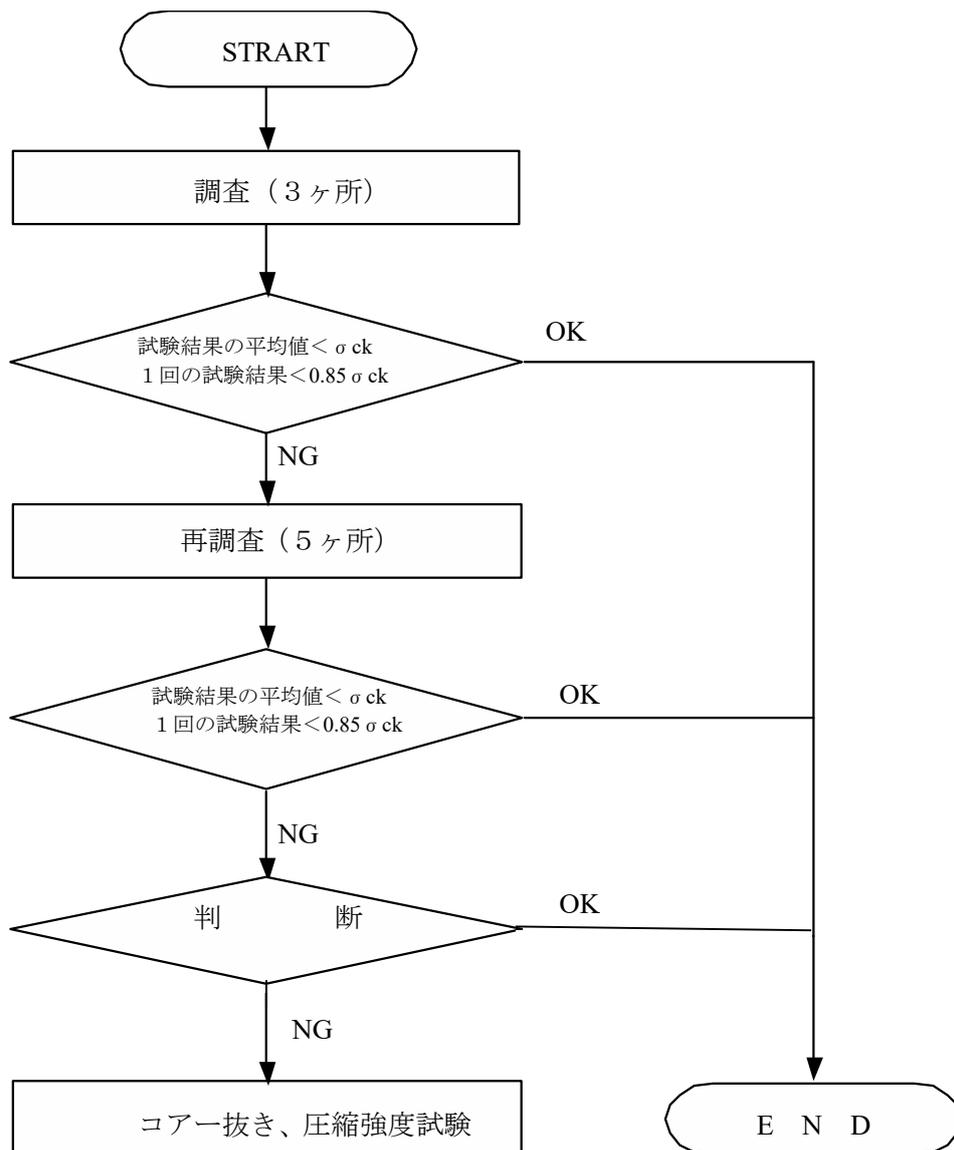
名 称	塩分濃度差法(電量滴定塩分濃度計方式)		
測定原理	<p>フレッシュコンクリートに濃度の判っている食塩水を添加・混合した際に食塩水添加前と食塩水を混合後の濾液の塩分濃度を測定し、食塩水がコンクリート中の水により薄められる原理を用いて単位水量を推定する。</p>		
特徴	<p>長所：・コンクリートのままで測定でき、測定原理がわかりやすい。 ・小型・高精度の電量滴定式塩分濃度計（蓄電池等3電源式）を用いるため電源のない現場でも測定でき、測定データを印字できる。 ・配合情報がない場合でも概略値が求められる。 ・空気量、単位セメント量、骨材量、骨材吸水率がわかれば推定精度が向上する。</p> <p>短所：・試料量が1.5リットルであるため、サンプリングに注意が必要 ・少量の濾液により塩分測定するため注意深く測定する必要がある。</p>		
測定方法	<ol style="list-style-type: none"> ① 事前に添加する食塩水の塩分濃度を測定しておく。 ② 食塩水濃度、配合情報をパソコンまたは本体(専用機)に入力しておく。 ③ 容器にコンクリートを採取し、突き棒、ゴムハンマを用いて詰める。 ④ 容器表面をストレートエッジで水平にならす。 ⑤ 接続筒を取り付け、食塩水を計量・添加し、混合容器を閉じる。 ⑥ 食塩水とコンクリートが混ざり流動状態になるよう振って攪拌・混合する。混合容器の上下逆転を繰り返すか、混合機により水平回転させて2分間程度攪拌・混合する。 ⑦ 食塩水混合前・後のコンクリートより濾液採取器により濾液を採取し、塩分濃度を測定する。 ⑧ 測定終了後測定値を入力し単位水量を算出する。（専用機：単位水量を表示し、測定データとともに印字する。） 		
測定時間	約15分		
試料の量	1.5リットルのコンクリート		
測定に必要な情報	計画配合（セメントの種類・量、細・粗骨材量）、細・粗骨材吸水率、空気量		
その他	専用混合容器（アクリル製）：2万円（量産品を計画中）、濾液採取器：1万円		

資料 4

テストハンマーによる強度推定調査について

1. テストハンマーによる強度推定調査は、以下に基づき実施すること。

○ 運用フロー



(1) 適用範囲

強度確認調査の対象工種については、高さが 5m以上の鉄筋コンクリート擁壁、内空断面積が25m²以上の鉄筋コンクリートカルバート類、橋梁上・下部工、トンネル及び高さが 3m以上の堰・水門・樋門とする。

ただし、いずれの工種についても、プレキャスト製品およびプレストレストコンクリートは測定の対象としない。

(2) 調査単位

調査頻度は、鉄筋コンクリート擁壁及びカルバート類、トンネルについては目地間で行う、ただし、100mを超えるトンネルでは、100mを超えた箇所以降は、30m程度に1箇所で行う。その他の構造物については強度が同じブロックを1構造物の単位とする。

(3) 調査手順

- 1) 各単位につき3カ所の調査を実施する。
- 2) 調査の結果、平均値が設計基準強度を下回った場合と、1回の試験結果が設計基準強度の85%以下となった場合は、その箇所の周辺において再調査を5カ所実施する。
- 3) 再調査の結果でも、平均強度が所定の強度が得られない場合、もしくは1カ所の強度が設計基準強度の85%を下回った場合は、必要に応じて土木研究所に相談して原位置コアを採取し圧縮強度試験を実施する。

(4) 調査時期

材齢28日～91日の間に試験を行うことを原則とする。工期等により、基準期間内に調査を行えない場合は、以下の方法に従い、再調査の必要性等を判断する。

- ・材齢10日で試験を行う場合は、推定強度を1.55倍して評価する。
- ・材齢20日で試験を行う場合は、推定強度を1.12倍して評価する。
- ・材齢10日～28日までの間で、上に明示していない場合は、前後の補正値を比例配分して得られる補正値を用いて評価する。
- ・材齢10日以前の試験は、適切な評価が困難なことから、実施しない。
- ・材齢92日以降の試験では、材齢28日～91日の間に試験を行う場合と同様、推定強度の補正は行わない。

(5) 反発度の測定、推定強度の計算方法について（補足説明）

- ① 水平方向に打撃する事を原則とする。構造物の形状等の制約から水平方向への打撃が困難な場合は、土木学会規準（J S C E - G 504）の解説に示された方法で、傾斜角度に応じた補正値を求める。
- ② 気乾状態の箇所で測定することを原則とする。やむを得ず表面が濡れた箇所や湿っている箇所で測定する場合には、測定装置のマニュアルに従って補正する。不明な場合は、以下の値を用いても良い。
 - ・測定位置が湿っており打撃の跡が黒点になる場合→反発度の補正値+3
 - ・測定位置が濡れている場合→反発度の補正値+5
- ③ 強度推定は以下の式（材料学会式）による。

$$F \text{ (N/mm}^2\text{)} = 0.098 \times (-184 + 13.0 \times R)$$

ここで、F：推定強度

R：打撃方向と乾燥状態に応じた補正を行った反発度

※ 測定装置は、較正が行われているものを用いる。

2. ひび割れ調査は、構造物躯体の地盤や他の構造物との接触面を除く全表面とする。フーチング・底版等で竣工時に地中、水中にある部位については、竣工前に調査する。ひび割れ調査の面積計上について、代表的な構造物について下図のとおりとする。

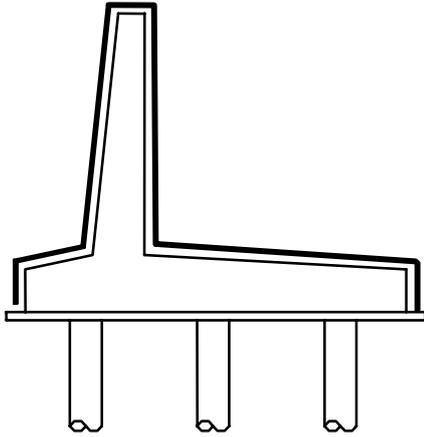


図-1 擁壁

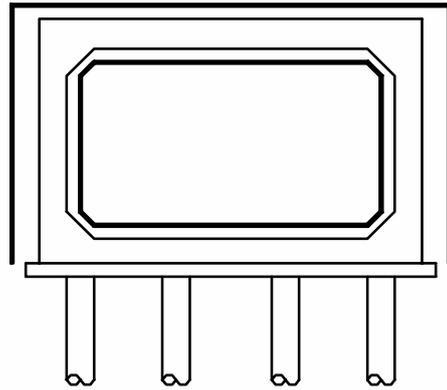


図-2 カルバート

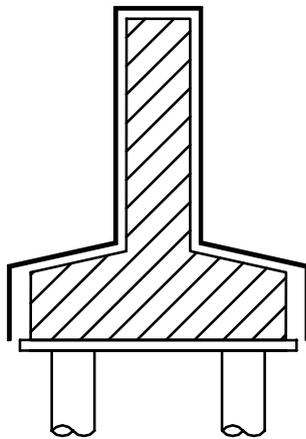


図-3 橋梁下部工

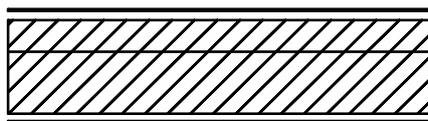
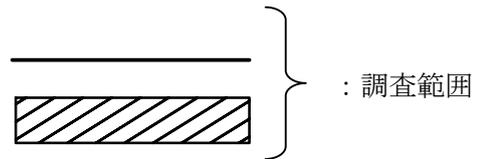


図-4 橋梁上部工

非破壊試験によるコンクリート構造物中の
配筋状態及びかぶり測定要領

平成 30 年 10 月

国土交通省大臣官房技術調査課

目 次

1. はじめに	1
2. 適用範囲	1
3. 施工者の実施事項	1
3.1 試験法の選定	1
3.2 事前準備	1
(1) 設計諸元の事前確認	1
(2) 施工計画書への記載	1
3.3 測定の実施及び判定	1
3.4 測定に関する資料の提出等	1
4. 監督職員の実施事項	4
4.1 採用する試験法の承諾	4
4.2 施工計画書における記載事項の把握	4
5. 検査職員の実施事項	4
6. 測定方法	4
6.1 試験法について	4
(1) 対象構造物に適用する試験法	4
(2) 試験法の採用条件等	5
(3) 非破壊試験における留意点	6
(4) 測定手順	7
6.2 測定者	9
6.3 測定位置	9
(1) 測定位置の選定	9
6.4 判定基準	12
6.5 非破壊試験による測定の省略について	13
(1) 橋梁橋脚の柱部	13
(2) ボックスカルバート	13

1.はじめに

本要領は、コンクリート構造物内部の鉄筋の配筋状態及びかぶりを対象として探査装置を用いた非破壊試験による測定を行うにあたり、施工者の施工管理（品質管理）及び発注者の監督・検査における実施内容を定めたものである。

2.適用範囲

橋梁上部構造・下部構造及び重要構造物である内空断面積 25 m²以上のボックスカルバートを対象とする。ただし、工場製作のプレキャスト製品は対象外とする。

3.施工者の実施事項

3.1 試験法の選定

「6.1(1)対象構造物に適用する試験法」に従い、対象構造物に適用する試験法を選定する。

3.2 事前準備

(1) 設計諸元の事前確認

探査試験を開始する前に、探査箇所の設計図及び完成図等の既存資料より、測定対象のコンクリート構造物の設計諸元（形状、鉄筋径、かぶり、間隔等）を事前に確認する。

(2) 施工計画書への記載

施工者は、事前調査結果に基づき測定方法や測定位置等について、施工計画書に記載し、監督職員へ提出するものとする。

3.3 測定の実施及び判定

施工者は、「6.測定方法」に従い、コンクリート構造物の配筋状態及びかぶりの測定を実施し、その適否について判定を行うものとする。

3.4 測定に関する資料の提出等

施工者は、本測定の実施に関する資料を整備、保管し、監督職員からの請求があった場合は、遅滞なく提示するとともに検査時に提出しなければならない。

測定結果については、表 1 に示す内容を網羅した測定結果報告書を作成し、測定後随時、提出するものとする。

鉄筋探査の流れを図 1 に示す。

表1 測定結果報告書に記載すべき事項

種別	作成頻度	報告すべき内容		添付資料
工事概要及び測定装置	工事毎	工事名称		
		構造物名称		
		測定年月日		
		測定場所		
		測定技術者 (所属、証明書番号、署名)		一定の技術を証明する資料
		探査装置 (名称、形状、製造番号、製造会社名、連絡先)		
		探査装置の校正記録		校正記録 略図 写真
測定結果 精度向上へ向けた補正	補正毎	電磁波レーダ法	比誘電率の算出を行った対象(測定箇所)の形状、材質及び測定面状態	
			測定結果	測定結果図 結果データ
		電磁誘導法	かぶり補正值の算出を行った対象の鉄筋径、板の材質	
			測定結果	測定結果図 結果データ
測定結果	測定毎	構造物の種類 (橋梁下部構造、橋梁上部構造、ボックスカルバート)		
		測定対象の構造・構成及び測定箇所		測定箇所位置図 (構造図に測定箇所を明示し、箇所を特定する記号を付した図)
		測定対象の配筋状態		配筋図、施工図等
		測定結果 (測定箇所ごとの 設計値 許容誤差 最小かぶり 算出に用いる比誘電率・かぶり補正值 測定値 適合の判定結果を一覧表にするものとし、測定対象、測定箇所は、記号を付ける等の方法により試験箇所位置図と対応させる。)		測定結果図 結果データ 測定結果一覧表 測定状況の写真
		不合格箇所		
		指摘事項 (段階確認等において、監督職員等に指摘された事項を記入すること。)		
		協議事項 (監督職員との協議事項等について記入すること)		

不合格時のみ報告する事項

注) 電磁波レーダ法及び電磁誘導法以外の試験方法で測定を行った場合の報告書の記載事項については、監督職員と協議の上作成するものとする。

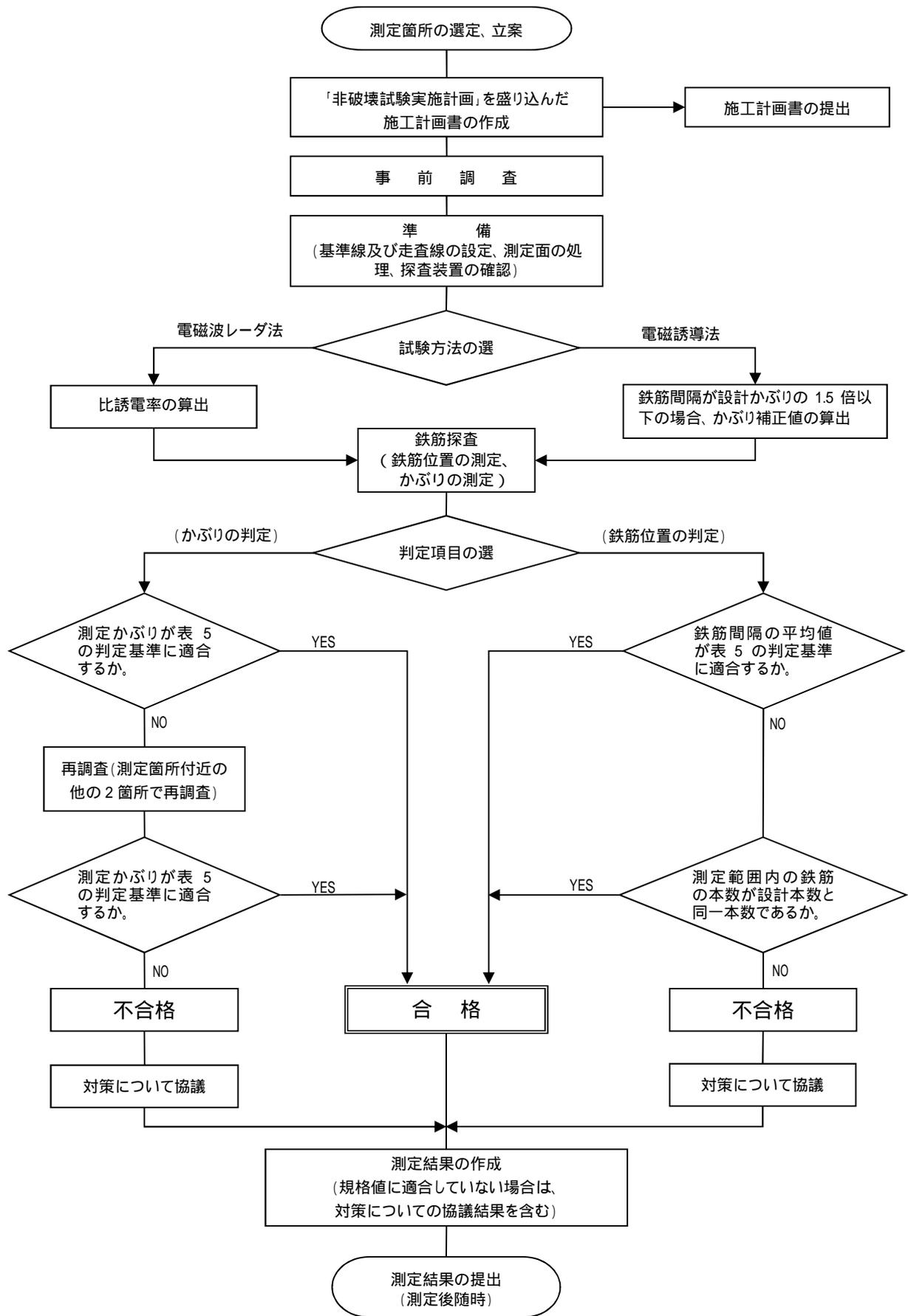


図1 鉄筋探査の流れ

4. 監督職員の実施事項

4.1 採用する試験法の承諾

(電磁誘導法及び電磁波レーダ法以外による試験法を採用する場合のみ)

監督職員は、施工者から提出された採用する試験法に関する書類を確認し、測定を実施する前に承諾するものとする。

4.2 施工計画書における記載事項の把握

監督職員は、施工者から提出された施工計画書により、非破壊試験による品質管理計画の概要を把握する。概要の把握は、主に次の事項の確認によって行うものとする。

- 1) 対象構造物
- 2) 試験法
- 3) 測定位置

5. 検査職員の実施事項

検査職員は、完成検査時に対象となる全ての測定結果報告書(中間技術検査時に確認した範囲を除く)を確認する。なお、中間技術検査においても、対象となる全ての測定結果報告書を確認するものとする。

6. 測定方法

6.1 試験法について

(1) 対象構造物に適用する試験法

1) 橋梁上部構造

橋梁上部構造は、電磁誘導法を使用することを標準とする。

2) 橋梁下部構造

橋梁下部構造は、電磁波レーダ法を使用することを標準とする。

3) ボックスカルバート

ボックスカルバートは、電磁誘導法または電磁波レーダ法を標準とする。

表2 対象構造物の測定部位に適用する試験法

対象構造物	標準とする試験法
橋梁上部構造	電磁誘導法
橋梁下部構造	電磁波レーダ法
ボックスカルバート	電磁誘導法、電磁波レーダ法

(2) 試験法の採用条件等

測定に用いる各試験法は、表3に示す性能を満たす測定装置を用いて行うものとする。記録装置は、得られたデジタル又はアナログ出力を記録できるものとする。

なお、電磁誘導法及び電磁波レーダ法以外で表3に示す性能を確保できる試験法により実施する場合は、事前にその試験方法に関する技術資料を添付して監督職員の承諾を得るものとする。

表3 探査装置の性能（電磁誘導、電磁波レーダ法共）

種別	項目			要求性能（電磁誘導、レーダ共）
基本性能	対象となる鉄筋の種類			呼び名 D10～D51（注1）を測定できること
	分解能	距離		5mm以下であること
		かぶり		2～3mm以下であること
測定精度	間隔の測定精度			±10mm以下であること
	かぶりの測定精度			±5mm以下であること
	測定可能な鉄筋の間隔（中心間距離）	電磁誘導法（注3）	設計かぶりが50mm未満の場合	75mmの鉄筋間隔が測定できること
			設計かぶりが50mm以上の場合	設計かぶり×1.5の距離の鉄筋間隔が測定できること
		電磁波レーダ法	設計かぶりが75mm未満の場合	75mmの鉄筋間隔が測定できること
			設計かぶりが75mm以上の場合	設計かぶりの距離の鉄筋間隔が測定できること
記録機能	データの記録			<ul style="list-style-type: none"> デジタル記録であること 容量（注2）1日分の結果を有すること

注1）当該工事で使用する鉄筋径が探査可能であれば可

注2）装置内の記録だけでなく、データをパソコンに転送、メモリーカードに記録できる機能などでも良い。

注3）電磁誘導法における鉄筋間隔が設計かぶりの1.5倍以下の場合、「電磁誘導法による近接鉄筋の影響の補正方法」の方法（国研）土木研究所HP）により、近接鉄筋の影響についての補正を行う。

(3) 非破壊試験における留意点

非破壊試験による配筋状態およびかぶり測定における留意点を以下に示す。

1) 測定機器の校正

探査装置は、メーカー等により校正された機材を用い、測定者は使用に際して校正記録を確認するものとする。

2) 測定精度向上のための補正方法

a) 電磁誘導法におけるかぶり測定値の補正方法

電磁誘導法による測定では、鉄筋の配筋状態が異なると磁場の影響が異なるため、かぶり測定値の補正が必要となる。したがって、実際の配筋状態によって補正値を決定しておくものとする。(詳細については、別途、測定要領(解説)を参照すること)

b) 電磁波レーダ法における比誘電率分布の補正方法

電磁波レーダ法による測定は、測定対象物のコンクリートの状態(特に含水率の影響が大きい)により比誘電率が異なることにより、測定に先立ち比誘電率分布を求めるものとする。(詳細については、別途、測定要領(解説)を参照すること)

表4 補正測定が必要な条件及び頻度

	補正が必要な条件	測定頻度	
		配筋条件	コンクリート条件
電磁波レーダ法における比誘電率分布の補正	含水状態が異なると考えられる部位ごとに測定 例えば、 ・コンクリート打設日が異なる場合 ・脱型時期が異なる場合 ・乾燥状態が異なる場合(例えば、南面は日当たりがいいが、北面はじめじめしている)など	配筋条件が異なる毎に測定	現場施工条件を考慮し、測定時のコンクリート含水率が同一となると考えられる箇所毎
電磁誘導法におけるかぶり測定値の補正	鉄筋間隔が、設計かぶりの1.5倍以下の場合	配筋条件が異なる毎に測定	-

3) 測定面の表面処理

コンクリート構造物は測定が良好に実施出来るよう、コンクリート構造物の汚れ等測定を妨げるものが存在する場合には、これらを除去する等、測定面の適切な処理を行うこと。

4) 電磁波レーダ法による測定時の留意点

電磁波レーダ法による測定の場合、以下の条件に該当する構造物は測定が困難となる可能性がある為、それらの対処法について検討しておくものとする。

- ・鉄筋間隔がかぶり厚さに近い小さい場合。
- ・脱型直後、雨天直後など、コンクリート内に水が多く含まれている場合。
- ・鉄筋径が太い場合。

また、電磁波レーダ法についてはコンクリートの材齢を10日以上確保した上で測定することが望ましく、現場の工程に支障の及ばない範囲において、コンクリートの乾燥期間を可能な限り確保した上で測定を行うこと。

(4) 測定手順

配筋状態の測定は、60cm×60cm以上の範囲における鉄筋間隔、測定長さあたりの本数を対象とするものである。

コンクリート構造物中の配筋状態及びかぶりの探査は、走査線上に探査装置を走査することによって行う。以下に基準線、走査線の設定から測定までの手順を示す。なお、各段階において参照する図については、橋脚の柱部を想定して作成したものである。

1) 基準線、走査線の設定及び鉄筋位置のマーキング

探査面（コンクリート表面）の探査範囲（60cm×60cm以上）内に予想される鉄筋の軸方向に合わせて、直交する2本の基準線（X、Y軸）を定めマーキングする。

次に、基準線に平行にX軸、Y軸それぞれ測定範囲の両端及び中央に走査線3ラインを格子状にマーキングする。

マーキングされた走査線上を走査することにより配筋状態の探査を行い、鉄筋位置のマーキングを行う（図2参照）。

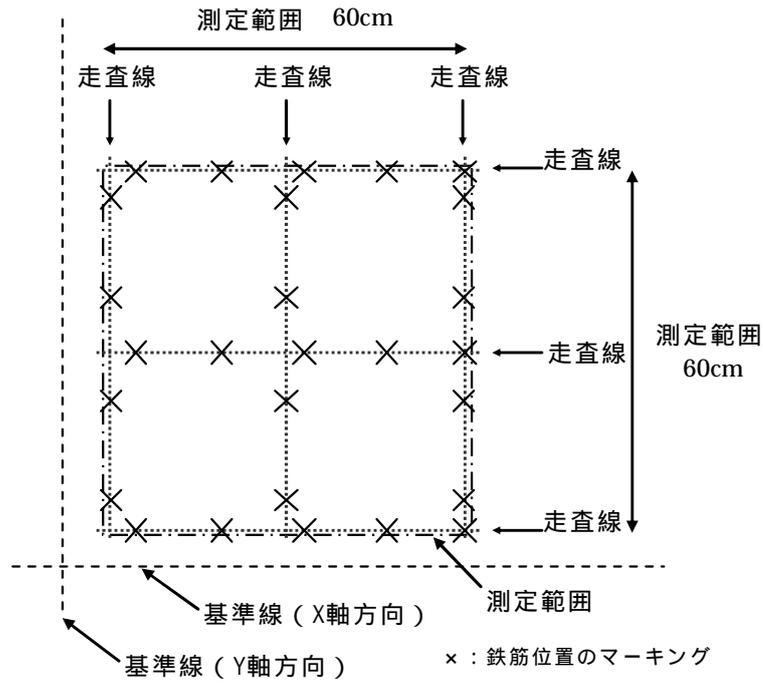


図2 配筋状態の測定（鉄筋位置のマーキング）

2) 鉄筋位置の作図及びかぶり走査線の設定

鉄筋位置のマーキング3点を結び、測定面に鉄筋位置を示す。作図された鉄筋位置により配筋状態を確認した後、かぶりの測定に際し、鉄筋間の中間を選定し、測定対象鉄筋に直交する3ラインのかぶり測定走査線を設定する（図3参照）。

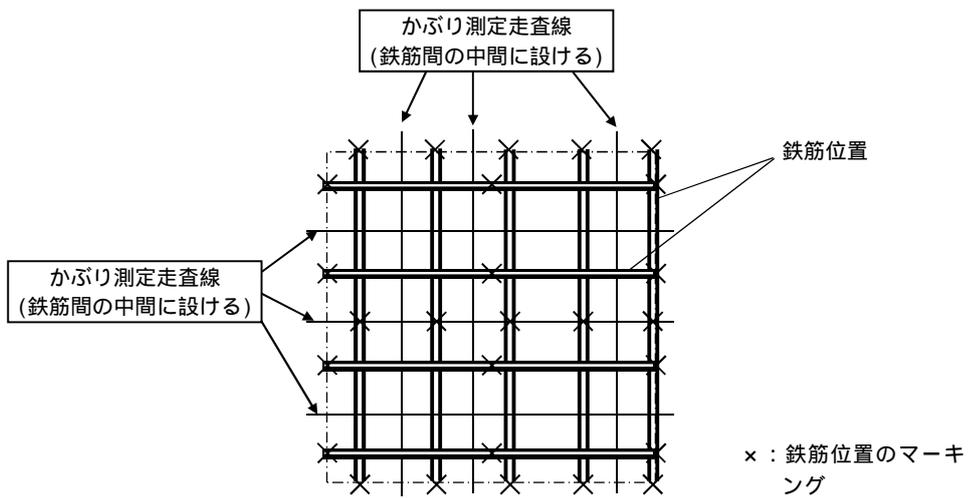


図3 鉄筋位置の作図及びかぶり走査線の設定

3) かぶりの測定

かぶり測定走査線にて測定を行い、全ての測点の測定結果についての判定基準により適否の判断を行う（図4参照）。

なお、かぶりの測定は、X軸方向とY軸方向それぞれについて、設計上最外縁の鉄筋を対象に行うこととする。

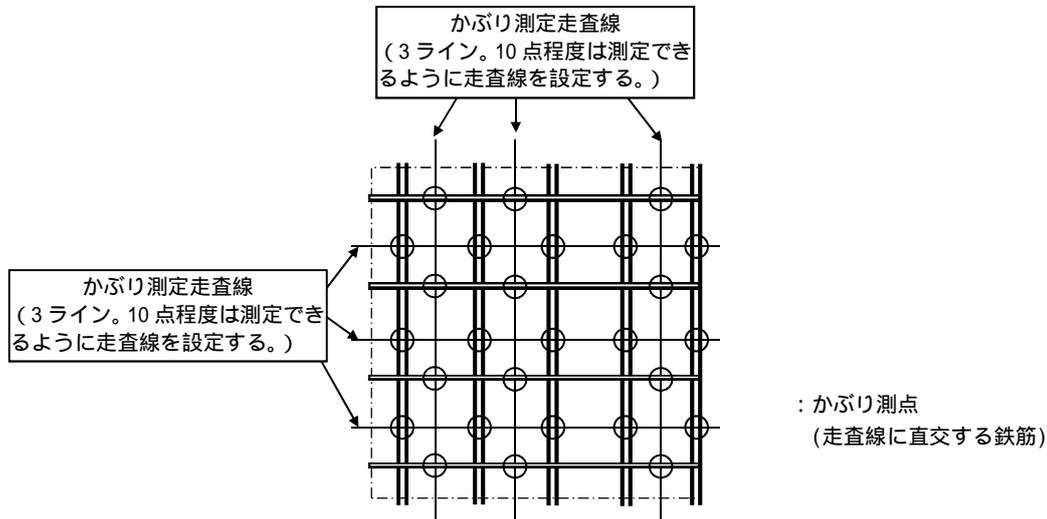


図4 かぶりの測定

6.2 測定者

本測定の実施に際しては、各試験に固有の検査技術ならびにその評価法について十分な知識を有することが必要である。このため、施工者は、測定者の有する技術・資格などを証明する資料を常携し、監督職員の求めに応じ提示するものとする。

6.3 測定位置

(1) 測定位置の選定

測定位置は、以下の1)～3)を参考にして、応力が大きく作用する箇所や隅角部等施工に際してかぶり不足が懸念される箇所、コンクリートの剥落の可能性がある箇所などから選定するものとする。

なお、測定断面数や測定範囲等について、対象構造物の構造や配筋状態等により上記により難しい場合は、発注者と協議の上変更してもよい。

また、段階確認による非破壊試験の測定の省略については、「6.5 非破壊試験による測定の省略について」を参照のこと。

1) 橋梁上部構造

1 径間当たり 3 断面（支間中央部および支点部近傍）の測定を行うことを標準とする。各断面における測定箇所は、図 5 を参考に選定するものとする。

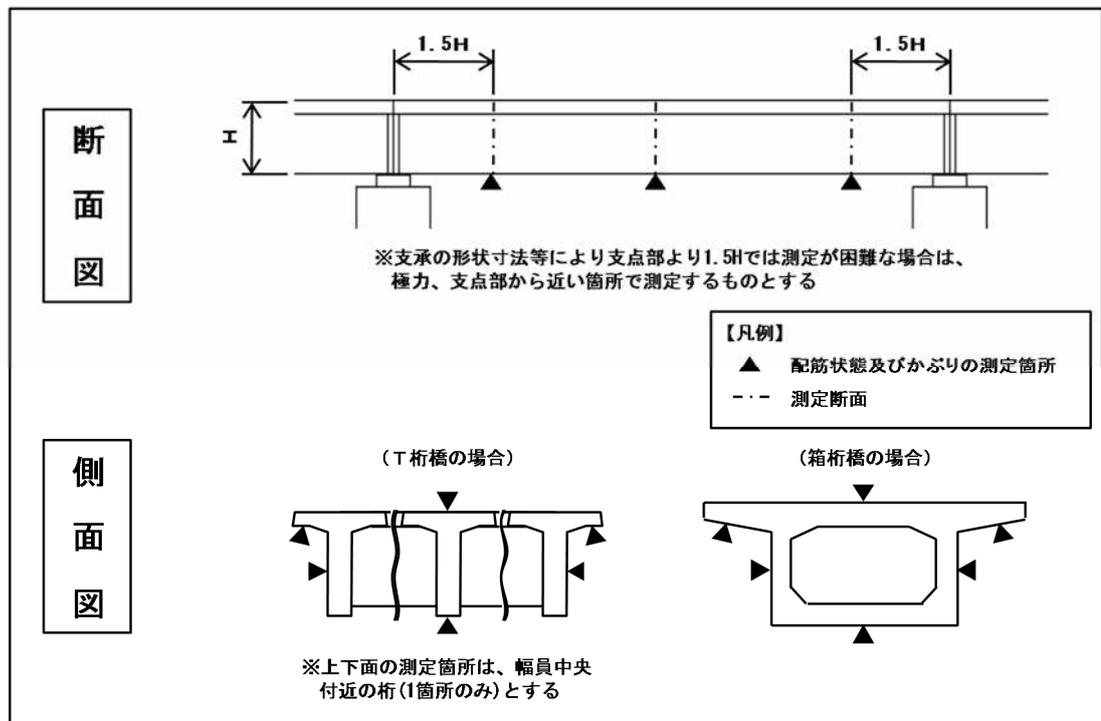
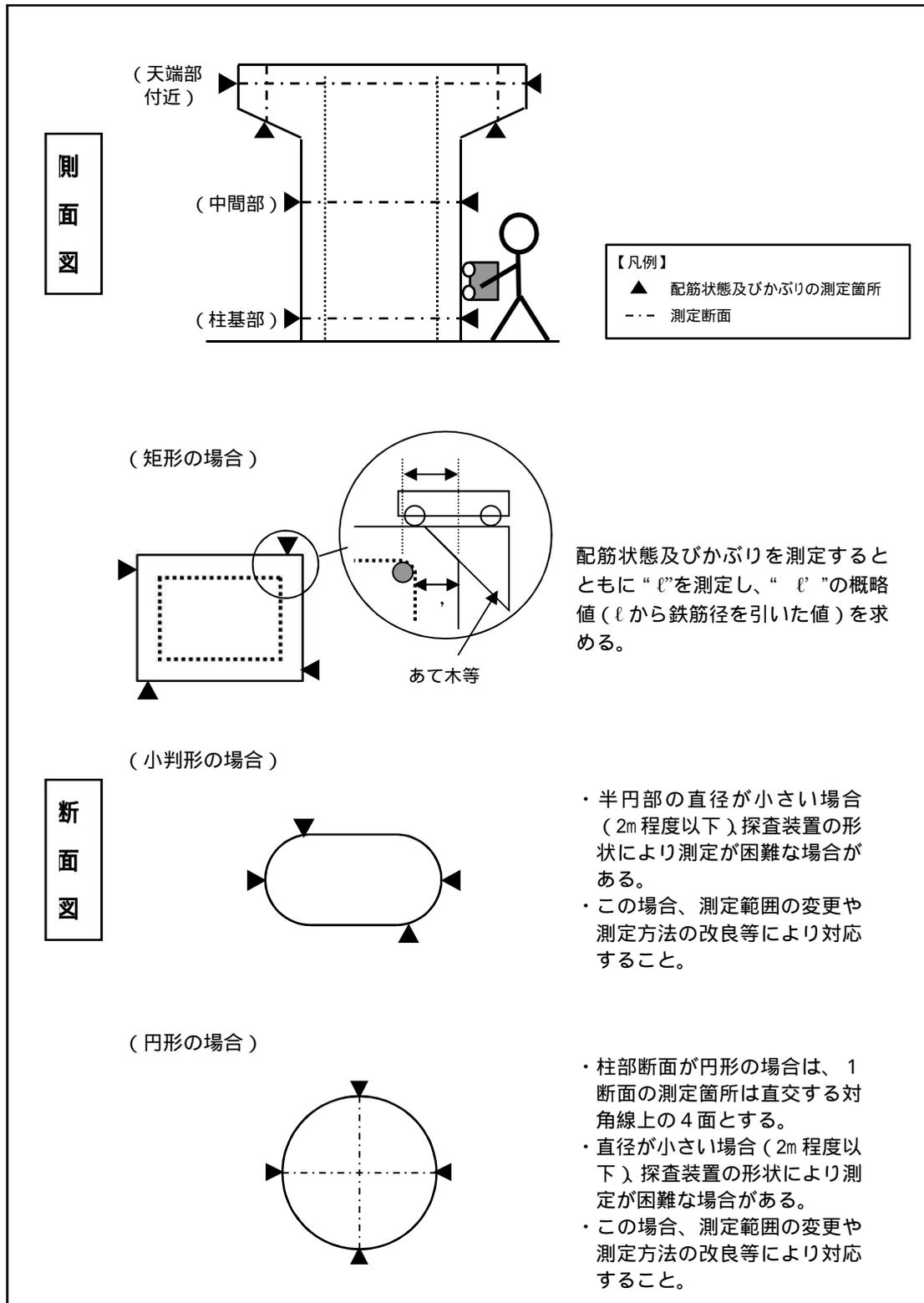


図 5 橋梁上部構造の測定位置（例）

2) 橋梁下部構造

柱部は3断面（基部、中間部および天端部付近）張出し部は下面2箇所の測定を行うことを標準とする。各断面における測定箇所は、図6を参考に選定するものとする。



3) ボックスカルバート

1基あたり2断面の測定を行うことを標準とする。各断面における測定箇所は、図7を参考に選定するものとする。

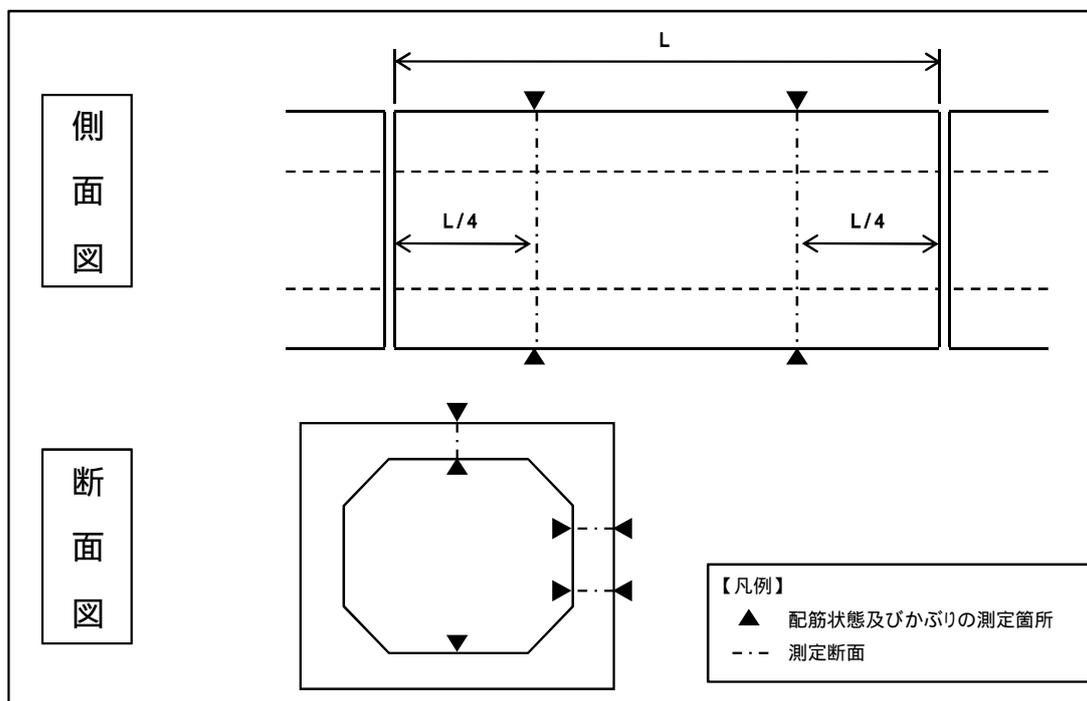


図7 ボックスカルバートの測定位置(例)

6.4 判定基準

配筋状態及びかぶりの適否判定は、表5により適否の判定を行うものとする。

なお、判定を行う際の測定値は、単位はmm、有効桁数は小数点第1位とし、小数点第2位を四捨五入するものとする。

適否の判断において不良となった測点については、当該測点から鉄筋間隔程度離して両側に走査線を設定し、再測定を行い適否の判断を行う。再測定において1測点でも不良となった場合は、不合格とする。

表5 非破壊試験結果の判定基準

項目	判定基準
配筋状態 (鉄筋の測定中心間隔の平均値)	規格値(=設計間隔±) ± 10mm 上記の判定基準を満たさなかった場合は、 設計本数と同一本数以上であることで合格とする
かぶり	規格値(=設計値+) × 1.2以下 かつ、 下記いずれかの大きい値以上とする 規格値(=設計値-) × 0.8 又は、規格値(=最小 かぶり) × 0.8

ここで、 : 鉄筋径

注5)

出来形管理基準による配筋状態及びかぶりの規格値(以下、規格値という)は、出来形管理基準において表5の規格値の様に示されている。コンクリート打設後の実際の配筋状態及びかぶりは、この「規格値」を満たしていれば適正であるといえる。

なお、「規格値」において、 \pm の範囲(ただし、かぶりについては最小かぶり以上)を許容しているが、これは施工誤差を考慮したものである(図8 A部分 参照)。

注6)

現状の非破壊試験の測定技術においては、実際の鉄筋位置に対して測定誤差が発生する。このため、非破壊試験においては、測定誤差を考慮して判定基準を定めている。

「判定基準」では、この測定誤差の精度を、鉄筋の測定中心間隔の平均値については ± 10 mm、かぶりについては $\pm 20\%$ 以内であるとして、「規格値」よりも緩和した値としている(図8 B部分 参照)。

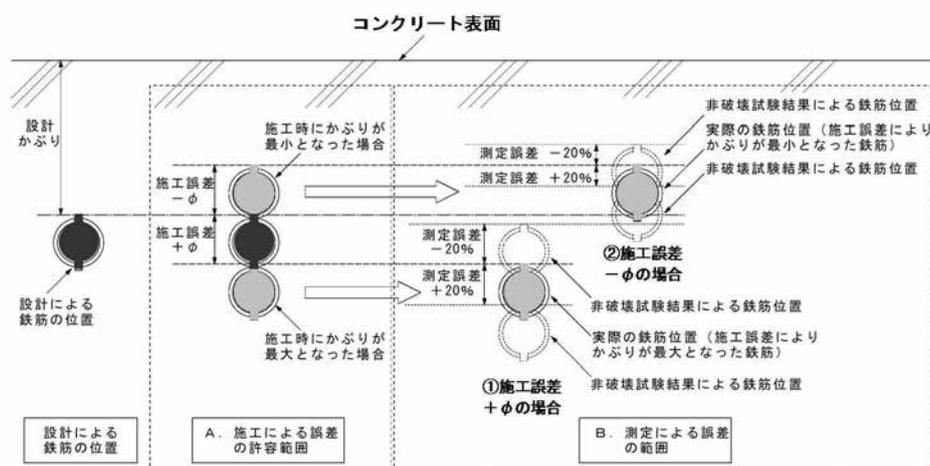


図8 かぶりの施工誤差及び測定誤差

6.5 非破壊試験による測定の省略について

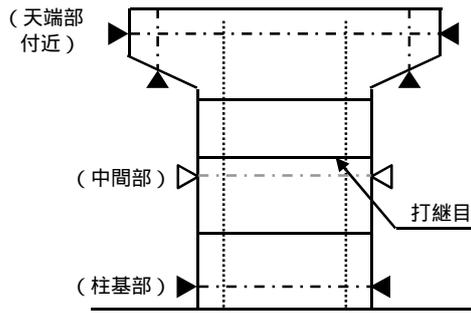
橋脚の柱部およびボックスカルバートにおける一部の断面については、測定箇所近傍の打継目においてコンクリート打設前に鉄筋のかぶりを段階確認時に実測した場合は、非破壊試験による測定を省略してもよいものとする。

(1) 橋梁橋脚の柱部

橋脚の柱部 中間部については、近傍の打継目においてコンクリート打設前に主筋のかぶりを段階確認時に実測した場合、測定を省略してもよいものとする。(図(a)参照)

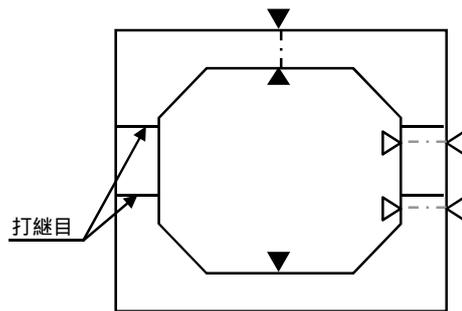
(2) ボックスカルバート

側壁部については、近傍の打継目においてコンクリート打設前に主筋のかぶりを段階確認時に実測した場合、測定を省略してもよいものとする。(図(b)参照)



橋脚の柱部の中間部は、近傍の打継目においてコンクリート打設前に主筋のかぶりを段階確認時に実測した場合、非破壊試験による測定を省略してもよいものとする。

(a) 橋梁橋脚の柱部



側壁部は、近傍の打継目においてコンクリート打設前に主筋のかぶりを段階確認時に実測した場合、非破壊試験による測定を省略してもよいものとする。

(b) ボックスカルバート

【凡例】

- ▲ 配筋状態及びかぶりの測定箇所
- △ 段階確認時に近傍の打継目においてかぶりを実測した場合に省略できる測定箇所
- 測定断面

図9 非破壊試験による測定の省略

非破壊試験によるコンクリート構造物の配筋状態及びかぶり測定

測定データ記入要領

目 次

1 調査票のシート構成.....	1
2 「 共通記入」シート.....	1
3 「 測定データ（橋梁上部・下部）」シート	2
3-1 測定箇所略図.....	2
3-2 測定箇所、測定手法、測定時の材齢.....	3
3-3 設計値、合否判定許容値.....	4
3-4 測定値.....	5
4 「 測定データ（ボックスカルバート）」シート	6
5 記入例.....	7
5-1 「 共通記入」シート	7
5-2 「 測定データ（橋梁上部・下部）」シート.....	8
5-3 「 測定データ（ボックスカルバート）」シート.....	10

3 「測定データ(橋梁上部・下部)」シート

3-1 測定箇所略図

測定箇所を明示した正面図・断面図の略図(施工図などの活用も可)を貼り付け、断面 No.(赤字)と箇所 No.(青字)を略図に明記してください。

略図内の断面 No.(赤字)と箇所 No.(青字)は、下表の測定データ入力との整合を図ってください。

Microsoft Excel - 測定データ(配筋状態・かぶり).xls

橋梁上部工・下部工

測定箇所略図

全体縦断面 測定箇所位置図

断面別測定箇所

断面 No.	箇所 No.	測定対象	測定断面	その他断面選択時の異体区分	測定手法	コンクリート打設日			試験実施日			測定時の打設(B)	設計値 (mm)					最小かぶり (mm)	各方向の測定中心間隔の平均値 (mm)				かぶり (mm)				測定値の中心間隔 (mm)			中心値
						年	月	日	年	月	日		X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向		Y方向	下層値	上層値	下層値	上層値	X方向	Y方向	X方向				
						2008	10	11	2008	11	5		25	29	16	200	200		116	100	80	161	239	174	226	70	174	67	139	
(1)	(2)	(3)	(4)		電線測り-ゾ法	2008	10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	80	161	239	174	226	70	174	67	139	199	202	合格
(1)	(2)	(3)	(4)		電線測り-ゾ法	2008	10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	80	161	239	174	226	70	174	67	139	201	205	合格
(1)	(2)	(3)	(4)		電線測り-ゾ法	2008	10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	80	161	239	174	226	70	174	67	139	191	205	合格
(1)	(2)	(3)	(4)		電線測り-ゾ法	2008	10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	80	161	239	174	226	70	174	67	139	193	207	合格
(1)	(2)	(3)	(4)		電線測り-ゾ法	2008	10	4	2008	10	20	16	29	16	200	200	116	100	80	161	239	174	226	70	174	67	139	190	192	合格
(1)	(2)	(3)	(4)		電線測り-ゾ法	2008	10	4	2008	10	20	16	29	16	200	200	116	100	80	161	239	174	226	70	174	67	139	200	188	合格
(1)	(2)	(3)	(4)		電線測り-ゾ法	2008	10	4	2008	10	20	16	29	16	200	200	116	100	80	161	239	174	226	70	174	67	139	193	204	合格
(1)	(2)	(3)	(4)		電線測り-ゾ法	2008	10	4	2008	10	20	16	29	16	200	200	116	100	80	161	239	174	226	70	174	67	139	191	192	合格
(1)	(2)	(3)	(4)		電線測り-ゾ法	2008	10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	80	161	239	174	226	70	174	67	139	217	201	合格
(1)	(2)	(3)	(4)		電線測り-ゾ法	2008	10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	80	161	239	174	226	70	174	67	139	213	195	合格
(1)	(2)	(3)	(4)		電線測り-ゾ法	2008	10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	80	161	239	174	226	70	174	67	139	189	198	合格
(1)	(2)	(3)	(4)		電線測り-ゾ法	2008	10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	80	161	239	174	226	70	174	67	139	199	198	合格
(1)	(2)	(3)	(4)		電線測り-ゾ法	2008	11	20	2008	12	5	15	22	16	200	200	86	70	80	168	232	174	226	51	130	43	103	190	194	合格
(1)	(2)	(3)	(4)		電線測り-ゾ法	2008	11	20	2008	12	5	15	22	16	200	200	86	70	80	168	232	174	226	51	130	43	103	208	195	合格

コマンド NUM

3-2 測定箇所、測定手法、測定時の材齢

各測定箇所における測定対象、測定断面、測定手法、コンクリート打設日および試験実施日を入力（選択）してください。

測定時の材齢（日）は、自動算出されます。

なお、測定断面で「その他」を選択した場合は、具体内容（具体的な断面名称）を入力してください。

Microsoft Excel - 測定データ(配筋状態:かぶり).xls

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) 書式(O) ツール(T) データ(D) ウィンドウ(W) ヘルプ(H) Adobe PDF(P)

A1 反

1 2
3
4 免状担当事務所名 ○○建設事務所
5 工事名 ○○橋工事
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

測定箇所概観図

全体断面図 測定断面位置図 (上:橋脚側)

測定断面位置図 (下:橋脚側)

断面別測定箇所 (上:橋脚側)

断面別測定箇所 (下:橋脚側)

凡例: ▲:測定位置 〇:測定断面 点線:打筋位置

断面 No.	箇所 No.	測定箇所		測定手法	コンクリート打設日			試験実施日			測定時 の材齢 (日)	設計値 (mm)					最小 かぶり (mm)	各方向の 許容値						鉄筋の中心間隔						
		測定対象	測定断面 その他断面 選択時の 具体内容		年	月	日	年	月	日		縦筋径		縦筋間隔		かぶり		鉄筋の測定中心間隔の 平均値 (mm)		かぶり (mm)	X方向		Y方向		測定値の 平均値 (mm)		X方向	Y方向	X方向	
												X方向	Y方向	X方向	Y方向			X方向	Y方向		下側値	上側値	下側値	上側値	下側値	上側値				下側値
A	(1)	橋梁下側工	下側矩形	入力下側	電線架しーグ法	2006	10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	199	202	合格
	(2)				電線架しーグ法	2006	10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	201	205	合格
	(3)				電線架しーグ法	2006	10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	191	203	合格
	(4)				電線架しーグ法	2006	10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	193	207	合格
B	(1)	橋梁下側工	下側矩形	入力下側	電線架しーグ法	2006	10	4	2008	10	20	16	29	16	200	200	116	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	190	193	合格
	(2)				電線架しーグ法	2006	10	4	2008	10	20	16	29	16	200	200	116	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	200	195	合格
	(3)				電線架しーグ法	2006	10	4	2008	10	20	16	29	16	200	200	116	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	192	204	合格
	(4)				電線架しーグ法	2006	10	4	2008	10	20	16	29	16	200	200	116	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	211	192	合格
C	(1)	橋梁下側工	下側矩形	入力下側	電線架しーグ法	2006	10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	217	201	合格
	(2)				電線架しーグ法	2006	10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	215	195	合格
	(3)				電線架しーグ法	2006	10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	198	198	合格
	(4)				電線架しーグ法	2006	10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	199	198	合格
H	(1)	橋梁下側工	下側矩形	入力下側	電線架しーグ法	2006	11	20	2008	12	5	15	22	16	200	200	86	70	80	186	232	174	228	51	130	43	103	186	194	合格
	(2)				電線架しーグ法	2006	11	20	2008	12	5	15	22	16	200	200	86	70	80	186	232	174	228	51	130	43	103	206	195	合格

コマンド NUM

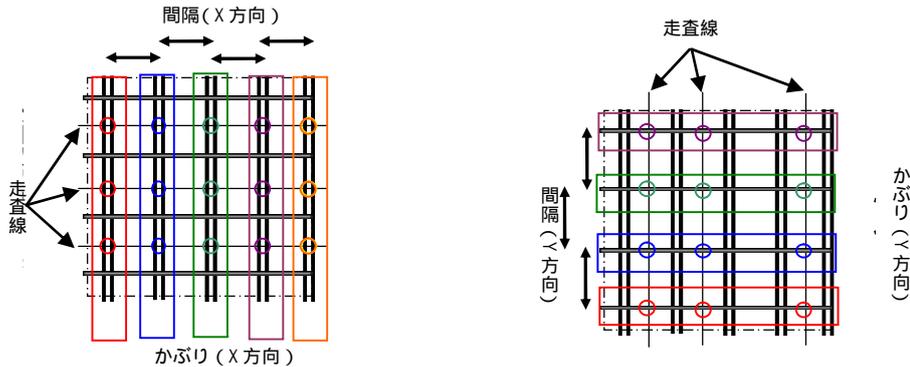
3-3 設計値、合否判定許容値

各測定箇所における設計値（鉄筋径、鉄筋間隔、かぶり）を入力（選択）してください。

入力が終了すると、合格判定許容値が自動算出されます。

最小かぶりについては、コンクリート標準示方書（構造性能照査編 9.2）を参照し、入力してください。

鉄筋間隔・かぶりにおける X 方向（主鉄筋）・Y 方向（配力筋）については、下図を参照してください。



測定箇所		設計値 (mm)						合格判定 許容値								鉄筋の中心間隔測定				測定値の平均値									
新測 No.	測所 No.	測定対象	測定箇所	その他測定 選定時の 員採内容	鉄筋径	鉄筋間隔	かぶり	最小 かぶり (mm)	鉄筋の測定中心間隔の 平均値 (mm)				かぶり (mm)				測定値の 平均値 (mm)		中心間隔 合格判定		かぶり測定 合格判定 (特異な 場合を除く)		平均	σ					
									X方向		Y方向		X方向		Y方向		方向	Y方向	X方向	Y方向	①	②			③	④			
32	(1)	構築下層工	下層配筋	入力不詳	29	18	200	200	118	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	199	202	合格	合格	初回	139	116	134	-	130
33	(2)				29	18	200	200	118	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	201	205	合格	合格	初回	100	100	94	-	97
34	(3)				29	18	200	200	118	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	191	205	合格	合格	初回	139	88	114	-	118
35	(4)				29	18	200	200	118	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	193	207	合格	合格	初回	108	132	141	-	127
42	(1)	構築下層工	下層配筋	入力不詳	29	18	200	200	118	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	190	193	合格	合格	初回	139	92	104	-	111
43	(2)				29	18	200	200	118	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	200	192	合格	合格	初回	130	115	108	-	118
44	(3)				29	18	200	200	118	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	193	204	合格	合格	初回	111	117	117	-	118
45	(4)				29	18	200	200	118	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	211	192	合格	合格	初回	109	108	139	-	118
54	(1)	構築下層工	下層配筋	入力不詳	29	18	200	200	118	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	217	201	合格	合格	初回	124	108	140	-	124
55	(2)				29	18	200	200	118	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	215	195	合格	合格	初回	141	108	119	-	122
56	(3)				29	18	200	200	118	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	189	198	合格	合格	初回	102	111	127	-	113
57	(4)				29	18	200	200	118	100	80	181	239	174	228	70	174	87	139	199	198	合格	合格	初回	94	108	138	-	113
84	(1)	構築下層工	下層配筋	入力不詳	22	18	200	200	86	70	80	188	232	174	228	51	130	45	103	198	194	合格	合格	初回	70	87	72	-	76
85	(2)				22	18	200	200	86	70	80	188	232	174	228	51	130	45	102	205	195	合格	合格	初回	81	86	81	-	80

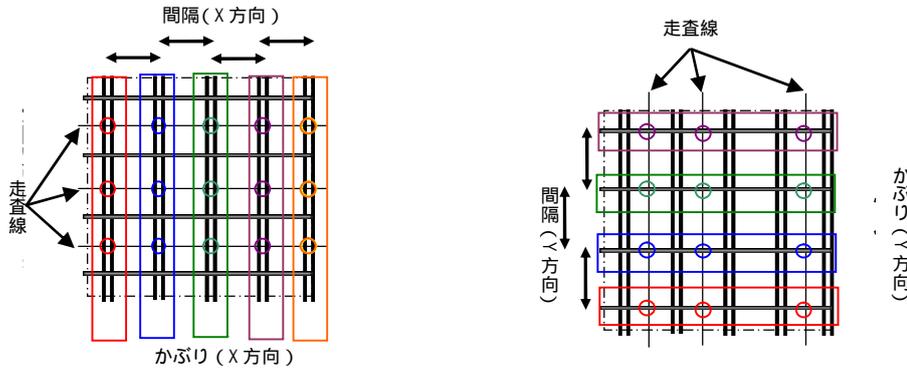
3-4 測定値

鉄筋間隔の測定値は、各走査線から得られる走査線毎の平均値をさらに平均とした数値を入力してください。

かぶりの測定値は、各走査線から得られたかぶり値を配列し、走査線と鉛直方向のデータの平均値をかぶりの測定値として入力してください。

また、かぶりの概略値（'）についても、各測線から得られる値を平均して入力してください。

鉄筋間隔・かぶりにおけるX方向（主鉄筋）・Y方向（配力筋）については、下図を参照してください。



かぶり測定時の分類については、『非破壊試験によるコンクリート構造物中の配筋状態及びかぶり測定要領』のP.3「図1 鉄筋探査の流れ」での再調査の場合に「再調査」を選択してください。

鉄筋間隔・かぶりとも、測定データを入力すると合格判定許容値に対する合否判定が表示されますので、測定データの合否判定に間違いがないか確認してください。

Microsoft Excel - 測定データ(配筋状態-かぶり).xls

BS2 A

建築上部工・下部工

検査推進事務所 ○○建設事務所
工事名 ○○橋工事

測定箇所概略図

測定箇所詳細図

測定値の中心間隔判定

新測No.	測定対象	測定断面	その他情報 測定時の 具体内容	鉄筋の中心間隔判定				かぶり判定																		
				X方向 平均値 (mm)	Y方向 平均値 (mm)	X方向 合格判定	Y方向 合格判定	測定値の平均値 (mm)						かぶり 合格判定		(配筋断面 の厚さ) 測定値と 規定値間の 差の最大値 δ' (mm)		(配筋断面 の厚さ) 測定値と 規定値間の 差の最大値 δ (mm)								
32	A	橋梁下部工	下側矩形	入力不要	X方向	Y方向	X方向	Y方向	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	平均	X方向	Y方向	平均	δ'	δ
199					202	合格	合格	初回	138	118	134	-	130	94	111	101	-	102	合格	合格	合格	93	合格			
201					205	合格	合格	初回	98	100	94	-	97	97	105	113	-	105	合格	合格	合格	106	合格			
191					203	合格	合格	初回	138	98	114	-	118	93	100	109	-	101	合格	合格	合格	90	合格			
35	B	橋梁下部工	下側矩形	入力不要	193	207	合格	合格	初回	105	132	141	-	127	105	117	82	-	101	合格	合格	合格	100	合格		
190					193	合格	合格	初回	138	92	104	-	111	104	93	91	-	98	合格	合格	合格	93	合格			
200					195	合格	合格	初回	120	115	100	-	116	92	92	101	-	95	合格	合格	合格	92	合格			
193					204	合格	合格	初回	111	117	117	-	113	100	102	104	-	102	合格	合格	合格	93	合格			
37	C	橋梁下部工	下側矩形	入力不要	211	192	合格	合格	初回	109	106	139	-	118	88	102	88	-	91	合格	合格	合格	100	合格		
217					201	合格	合格	初回	124	108	140	-	124	92	104	82	-	93	合格	合格	合格	90	合格			
215					195	合格	合格	初回	141	106	119	-	122	112	96	84	-	97	合格	合格	合格	110	合格			
189					198	合格	合格	初回	102	111	127	-	113	109	111	88	-	102	合格	合格	合格	102	合格			
38	D	橋梁下部工	下側矩形	入力不要	189	196	合格	合格	初回	94	109	135	-	112	102	117	97	-	105	合格	合格	合格	92	合格		
196					194	合格	合格	初回	70	87	72	-	76	59	65	67	-	79	合格	合格	入力不要	超過なし				
39	E	橋梁下部工	下側矩形	入力不要	205	195	合格	合格	初回	91	98	81	-	90	83	57	71	-	84	合格	合格	入力不要	超過なし			
196					194	合格	合格	初回	70	87	72	-	76	59	65	67	-	79	合格	合格	入力不要	超過なし				

入力記号の構成 (共通記入部) / 測定データ(橋梁上部・下部) / 測定データ(ボックスバート)

4 「測定データ(ボックスカルバート)」シート

測定箇所を明示した正面図・断面図の略図(施工図などの活用も可)を貼り付け、測定 No.(緑字)、断面 No.(赤字)および箇所 No.(青字)を略図に明記してください。

略図内の測定 No.(緑字)、断面 No.(赤字)および箇所 No.(青字)は、下表の測定データ入力との整合を図ってください。

測定箇所 ボックスカルバート No.	断面 No.	箇所 No.	測定手法	コンクリート打設日 年 月 日	試験実施日 年 月 日	測定時の寸法 (mm)	設計値 (mm)						最小 かぶり (mm)	各方向の許容値								縦筋の中心間隔		
							縦筋径		縦筋間隔		かぶり			縦筋の測定中心間隔の 平均値 (mm)		かぶり (mm)		縦筋の中心間隔の 平均値 (mm)		X方向	Y方向	X方向		
							X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向		X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向				X方向	Y方向
1	A	(1)	電気抵抗法	2008.10.5	2008.10.27	22 29 22	200	200	122	100	50	181	239	188	232	74	181	62	148	213	204	合格		
		(2)	電気抵抗法	2008.11.2	2008.11.29	27 22 19	200	200	104	85	80	188	232	171	229	88	151	53	129	214	194	合格		
		(3)	電気抵抗法	2008.11.2	2008.11.29	27 22 19	200	200	104	85	80	188	232	171	229	88	151	53	129	214	194	合格		
		(4)	電気抵抗法	2008.12.9	2009.1.9	31 19 16	200	200	101	85	40	171	229	174	228	88	144	55	121	194	197	合格		
		(5)	電気抵抗法	2008.12.9	2009.1.9	31 19 16	200	200	101	85	40	171	229	174	228	88	144	55	121	210	191	合格		
1	B	(1)	電気抵抗法	2008.10.5	2008.10.27	22 29 22	200	200	122	100	50	181	239	188	232	74	181	62	148	194	208	合格		
		(2)	電気抵抗法	2008.11.2	2008.11.29	27 22 19	200	200	104	85	80	188	232	171	229	88	151	53	129	192	198	合格		
		(3)	電気抵抗法	2008.11.2	2008.11.29	27 22 19	200	200	104	85	80	188	232	171	229	88	151	53	129	202	183	合格		
		(4)	電気抵抗法	2008.12.9	2009.1.9	31 19 16	200	200	101	85	40	171	229	174	228	88	144	55	121	204	192	合格		
		(5)	電気抵抗法	2008.12.9	2009.1.9	31 19 16	200	200	101	85	40	171	229	174	228	88	144	55	121	199	194	合格		
2	A	(1)																						
		(2)																						
		(3)																						
		(4)																						
		(5)																						

以下、測定データ表は、前述の「測定データ(橋梁上部・下部)」シートと同様の手順で入力してください。

5 入力例

以下の各シートの記入例を参考に、入力してください。

5-1 「共通記入」シート

共通記入シート

凡例) 選択: 記入:

本調査票は、1工事毎に記入をお願いします。

地方整備局等名	関東地方整備局
事務所名	国道事務所
工事名	橋工事

5-2 「測定データ(橋梁上部・下部)」シート

橋梁上部工・下部工

発注担当事務所名: 国道事務所
工事名: 橋工事

凡例: 選択 (黄色), 記入 (白色), 自動計算 (青色)

測定箇所概略図
打撃を伴って: 破線 (かぶり測定: 実施)
打撃を伴わずに: 実線 (かぶり測定: 実施)

全体縦断 図測定断面位置図
A1橋台, P2橋脚, A3橋台

断面測定箇所図
下部工断面 (矩形), 下部工断面 (小判形), 上部工断面 (箱桁の例)

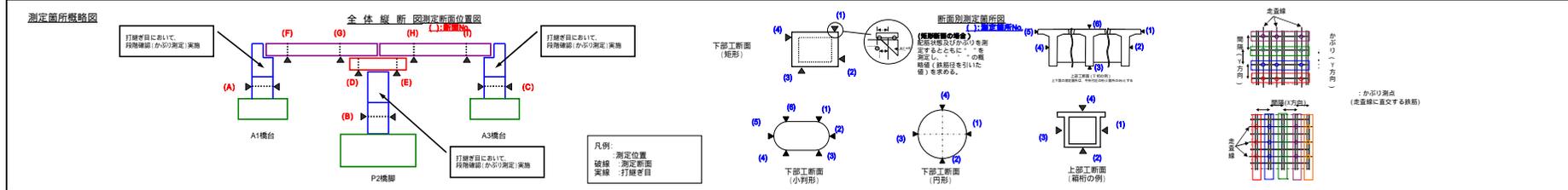
非破壊試験による配筋状態及びかぶり測定結果(橋梁上部工・下部工)

断面No.	箇所No.	測定対象	測定断面	その他断面選択時の 具体内容	測定手法	コンクリート打設日		試験実施日		測定時 の経時 (日)	設計値 (mm)						最小 かぶり (mm)	合格判定 許容値								かぶり測定																				
						年 月 日		年 月 日			鉄筋径		鉄筋間隔		かぶり			鉄筋の測定中心間隔の 平均値 (mm)				かぶり (mm)				鉄筋の中心間隔測定 測定値の 平均値 (mm)				測定値の平均値 (mm)				かぶり 合格判定		(矩形断面 の場合) 測定値と 計算値との 相違(%)		(桁断面 の場合) かぶり 合格判定								
						X方向	Y方向	X方向	Y方向		X方向	Y方向	X方向	Y方向	下限値	上限値		下限値	上限値	下限値	上限値	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	平均	X方向	Y方向	平均	X方向	Y方向	平均	X方向	Y方向										
						2008	10	11	2008		10	11	5	25	29	16		200	200	116	100	60	161	239	174	226	70	174	67	139	193	202	合格	合格	初回	139	116	134	-	130	84	111	101	-	102	合格
A	(1)	橋梁下部工	下部矩形	入力不要	電磁波レーザ法	2008	10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	60	161	239	174	226	70	174	67	139	193	202	合格	合格	初回	139	116	134	-	130	84	111	101	-	102	合格	合格	93	合格
	2008					10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	60	161	239	174	226	70	174	67	139	201	204	合格	合格	初回	98	100	94	-	97	97	108	113	-	108	合格	合格	108	合格	
	2008					10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	60	161	239	174	226	70	174	67	139	191	205	合格	合格	初回	139	96	114	-	116	93	100	108	-	101	合格	合格	90	合格	
	2008					10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	60	161	239	174	226	70	174	67	139	193	207	合格	合格	初回	108	132	141	-	127	105	117	82	-	101	合格	合格	100	合格	
B	(1)	橋梁下部工	下部矩形	入力不要	電磁波レーザ法	2008	10	4	2008	10	20	16	29	16	200	200	116	100	60	161	239	174	226	70	174	67	139	190	193	合格	合格	初回	136	92	104	-	111	104	93	91	-	96	合格	合格	95	合格
	2008					10	4	2008	10	20	16	29	16	200	200	116	100	60	161	239	174	226	70	174	67	139	200	188	合格	合格	初回	130	115	108	-	118	92	92	101	-	95	合格	合格	92	合格	
	2008					10	4	2008	10	20	16	29	16	200	200	116	100	60	161	239	174	226	70	174	67	139	193	204	合格	合格	初回	111	117	117	-	115	100	102	104	-	102	合格	合格	93	合格	
	2008					10	4	2008	10	20	16	29	16	200	200	116	100	60	161	239	174	226	70	174	67	139	211	192	合格	合格	初回	109	106	139	-	118	96	102	86	-	91	合格	合格	100	合格	
C	(1)	橋梁下部工	下部矩形	入力不要	電磁波レーザ法	2008	10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	60	161	239	174	226	70	174	67	139	217	201	合格	合格	初回	124	108	140	-	124	92	104	82	-	93	合格	合格	90	合格
	2008					10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	60	161	239	174	226	70	174	67	139	210	195	合格	合格	初回	141	106	119	-	122	112	96	84	-	97	合格	合格	110	合格	
	2008					10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	60	161	239	174	226	70	174	67	139	189	198	合格	合格	初回	102	111	127	-	113	109	111	86	-	102	合格	合格	102	合格	
	2008					10	11	2008	11	5	25	29	16	200	200	116	100	60	161	239	174	226	70	174	67	139	199	198	合格	合格	初回	84	108	136	-	113	102	117	97	-	105	合格	合格	92	合格	
D	(1)	橋梁下部工	張出し部	入力不要	電磁波レーザ法	2008	11	20	2008	12	5	15	22	16	200	200	86	70	50	168	232	174	226	51	130	43	103	196	194	合格	合格	初回	70	87	72	-	76	85	85	67	-	79	合格	合格	入力不要	該当なし
	2008					11	20	2008	12	5	15	22	16	200	200	86	70	50	168	232	174	226	51	130	43	103	196	195	合格	合格	初回	91	98	81	-	89	63	57	71	-	84	合格	合格	入力不要	該当なし	
E	(1)	橋梁下部工	張出し部	入力不要	電磁波レーザ法	2008	11	20	2008	12	5	15	22	16	200	200	86	70	50	168	232	174	226	51	130	43	103	196	198	合格	合格	初回	67	90	75	-	77	67	90	75	-	77	合格	合格	入力不要	該当なし
	2008					11	20	2008	12	5	15	22	16	200	200	86	70	50	168	232	174	226	51	130	43	103	213	210	合格	合格	初回	81	77	94	-	84	81	77	94	-	84	合格	合格	入力不要	該当なし	

橋梁上部工・下部工

発注担当事務所名	国土事務所
工事名	橋上工

凡例 選択 記入 自動計算



非破壊試験による配筋状態及びかぶり測定結果(橋梁上部工・下部工)

断面No.	箇所	測定対象	測定断面	その他備考 選択時の 具体内容	測定手法	コンクリート打設日			試験実施日			測定 日の 詳細	設計値 (mm)			最小 かぶり (mm)	合格判定 許容値				鉄筋の中心間隔測定		かぶり測定																							
						年	月	日	年	月	日		鉄筋径	鉄筋間隔	かぶり		鉄筋の測定中心間隔の 平均値 (mm)		かぶり (mm)		測定値の 平均値 (mm)		かぶり測定 の平均値 (mm)		測定値の平均値 (mm)					測定値の平均値 (mm)																
						X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向		X方向	Y方向	X方向		Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向															
						下限値	上限値	下限値	上限値	下限値	上限値		下限値	上限値	X方向		Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	平均	平均	平均	平均	平均	平均	平均	平均															
F	(1)	橋梁上部工	上部箱桁	入力不要	電磁誘導法	2009	1	21	2009	2	18	28	16	13	200	200	63	50	40	174	226	177	223	38	95	32	76	200	202	合格	合格	初期	56	52	68	-	59	39	42	50	-	44	合格	合格	入力不要	該当なし
	2009					1	21	2009	2	18	28	16	13	200	200	63	50	40	174	226	177	223	38	95	32	76	200	202	合格	合格	初期	63	53	57	-	58	42	52	43	-	46	合格	合格	入力不要	該当なし	
	2009					1	21	2009	2	18	28	16	13	200	200	63	50	40	174	226	177	223	38	95	32	76	204	209	合格	合格	初期	37	36	34	-	36	78	81	84	-	81	不合格	不合格	入力不要	該当なし	
	2009					1	21	2009	2	18	28	16	13	200	200	63	50	40	174	226	177	223	38	95	32	76	-	-	該当なし	該当なし	再調査	39	42	45	-	42	68	68	69	-	68	合格	合格	入力不要	該当なし	
G	(1)	橋梁上部工	上部箱桁	入力不要	電磁誘導法	2009	1	21	2009	2	18	28	16	13	200	200	63	50	40	174	226	177	223	38	95	32	76	199	218	合格	合格	初期	57	53	69	-	60	40	43	51	-	45	合格	合格	入力不要	該当なし
	2009					1	21	2009	2	18	28	16	13	200	200	63	50	40	174	226	177	223	38	95	32	76	212	199	合格	合格	初期	64	54	52	-	57	43	53	44	-	47	合格	合格	入力不要	該当なし	
	2009					1	21	2009	2	18	28	16	13	200	200	63	50	40	174	226	177	223	38	95	32	76	225	201	合格	合格	初期	57	65	35	-	52	61	58	52	-	57	合格	合格	入力不要	該当なし	
	2009					1	21	2009	2	18	28	16	13	200	200	63	50	40	174	226	177	223	38	95	32	76	210	220	合格	合格	初期	38	37	35	-	37	79	82	85	-	82	不合格	不合格	入力不要	該当なし	
H	(1)	橋梁上部工	上部箱桁	入力不要	電磁誘導法	2009	1	21	2009	2	18	28	16	13	200	200	63	50	40	174	226	177	223	38	95	32	76	-	-	該当なし	該当なし	再調査	70	58	53	-	60	62	54	42	-	53	合格	合格	入力不要	該当なし
	2009					1	21	2009	2	18	28	16	13	200	200	63	50	40	174	226	177	223	38	95	32	76	-	-	該当なし	該当なし	再調査	58	53	66	-	59	43	44	53	-	47	合格	合格	入力不要	該当なし	
	2009					1	21	2009	2	18	28	16	13	200	200	63	50	40	174	226	177	223	38	95	32	76	224	188	合格	合格	初期	71	55	68	-	65	42	46	53	-	47	合格	合格	入力不要	該当なし	
	2009					1	21	2009	2	18	28	16	13	200	200	63	50	40	174	226	177	223	38	95	32	76	226	186	合格	合格	初期	55	56	55	-	55	45	56	46	-	49	合格	合格	入力不要	該当なし	
I	(1)	橋梁上部工	上部箱桁	入力不要	電磁誘導法	2009	1	21	2009	2	18	28	16	13	200	200	63	50	40	174	226	177	223	38	95	32	76	218	195	合格	合格	初期	59	67	37	-	54	63	60	58	-	59	合格	合格	入力不要	該当なし
	2009					1	21	2009	2	18	28	16	13	200	200	63	50	40	174	226	177	223	38	95	32	76	211	201	合格	合格	初期	71	59	56	-	62	63	45	46	-	51	合格	合格	入力不要	該当なし	
	2009					1	21	2009	2	18	28	16	13	200	200	63	50	40	174	226	177	223	38	95	32	76	220	217	合格	合格	初期	58	66	37	-	54	64	50	51	-	55	合格	合格	入力不要	該当なし	
	2009					1	21	2009	2	18	28	16	13	200	200	63	50	40	174	226	177	223	38	95	32	76	210	209	合格	合格	初期	59	67	37	-	54	63	60	58	-	59	合格	合格	入力不要	該当なし	

5-3 「測定データ(ボックスカルバート)」シート

ボックスカルバート

発注担当学務係名: ○○ 製造場所: ○○
 工 番 名: ○○ 竣工年: ○○

凡例: 緑: 測定位置, 赤: 念線(測定位置), 青: 実線, 白: 打撃点

測定箇所概略図

※ 基礎地試験による基礎状態及びかぶり測定結果(ボックスカルバート)

測定箇所	測定方法	コンクリート打設日	試験実施日	測定時の基礎(打)	設計値 (mm)			最小かぶり (mm)	合格判定 許容値						基礎の中心間隔測定				かぶり測定																				
					基礎幅		基礎間隔		かぶり		基礎の測定中心間隔の平均値 (mm)			かぶり (mm)			測定値の平均値 (mm)		中心間隔合格判定		測定値の平均値 (mm)				かぶり合格判定														
					X方向	Y方向	X方向		Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向														
					下層値	上層値	下層値		上層値	下層値	上層値	下層値	上層値	下層値	上層値	下層値	上層値	下層値	上層値	下層値	上層値	下層値	上層値	下層値	上層値	下層値	上層値												
ボックスカルバート No. 1	(1) 標準	入力不要	2008.10.05	2008.10.27	22	22	20	22	200	200	122	100	60	181	228	188	232	74	181	82	148	213	204	合格	合格	前記	118	120	109	-	118	102	100	103	-	102	合格	合格	
	(D) 電磁誘導法		2008.11.21	2008.11.29	27	27	22	19	200	200	104	85	60	188	232	171	229	66	151	53	155	214	184	合格	合格	前記	86	115	92	-	101	76	73	70	-	73	合格	合格	
	(C) 電磁誘導法		2008.11.21	2008.11.29	27	27	22	19	200	200	104	85	60	188	232	171	229	66	151	53	155	214	184	合格	合格	前記	109	124	119	-	121	72	82	97	-	84	合格	合格	
	(A) 電磁誘導法		2008.12.09	2009.01.09	31	31	19	16	200	200	101	85	40	171	229	174	226	66	144	55	121	188	181	合格	合格	前記	114	110	97	-	104	88	87	70	-	82	合格	合格	
1	(1) 標準	入力不要	2008.10.05	2008.10.27	22	22	20	22	200	200	122	100	60	181	228	188	232	74	181	82	148	194	206	合格	合格	前記	88	126	115	-	113	89	111	100	-	102	合格	合格	
	(D) 電磁誘導法		2008.11.21	2008.11.29	27	27	22	19	200	200	104	85	60	188	232	171	229	66	151	53	155	192	186	合格	合格	前記	112	103	95	86	-	112	83	95	86	-	81	合格	合格
	(C) 電磁誘導法		2008.11.21	2008.11.29	27	27	22	19	200	200	104	85	60	188	232	171	229	66	151	53	155	202	183	合格	合格	前記	100	92	86	-	99	72	80	76	-	76	合格	合格	
	(A) 電磁誘導法		2008.12.09	2009.01.09	31	31	19	16	200	200	101	85	40	171	229	174	226	66	144	55	121	189	184	合格	合格	前記	116	106	90	-	104	78	73	85	-	82	合格	合格	

非破壊試験によるコンクリート構造物中の
配筋状態及びかぶり測定要領(解説)

平成 30 年 10 月

国土交通省大臣官房技術調査課

目 次

1. 適用範囲	1
2. 配筋状態及びかぶり測定要領の解説事項	1
(1) 「測定要領 6.1 試験法について (3) 非破壊試験における留意点」について	1
(2) 「測定要領 6.1 試験法について (4) 測定手順」について	1
(3) 「測定要領 6.2 測定者」について	2
(4) その他	2
3. 測定データ記入様式	2

1.適用範囲

この解説は、非破壊試験によるコンクリート構造物中の配筋状態及びかぶり測定要領（平成30年10月改定）に基づく配筋状態及びかぶり測定試験に関する補足事項をとりまとめたものである。

2.配筋状態及びかぶり測定要領の解説事項

(1)「測定要領 6.1 試験法について (3) 非破壊試験における留意点」について

1) 測定精度向上のための補正方法

a) 電磁誘導法におけるかぶり測定値の補正方法

実際の配筋状態による補正值の決定についての具体的方法は、「電磁誘導法による近接鉄筋の影響の補正方法」(国研)土木研究所HP)によることとする。

b) 電磁波レーダ法における非誘電率分布の補正方法

測定に先立ち比誘電率分布を求める必要がある。具体的方法については、「電磁波レーダ法による比誘電率分布（鉄筋径を用いる方法）およびかぶりの求め方」(国研)土木研究所HP)によることとするが、双曲線法など実績のある方法を用いても良いものとする。

なお、「電磁波レーダ法による比誘電率分布（鉄筋径を用いる方法）およびかぶりの求め方」を有効に適用するには、横筋と縦筋の正確な位置とかぶりの測定が可能であることが前提である。

2) 電磁波レーダ法による測定時の留意点

電磁波レーダ法による測定において、測定が困難となる可能性がある場合は、「電磁波レーダ法による鉄筋の位置とかぶり測定が困難な場合の対処方法」(国研)土木研究所HP)を参照し、対処することとする。

(2)「測定要領 6.1 試験法について (4) 測定手順」について

通常の測定は、測定要領に記載されている、現場で鉄筋位置をマークし、所定の位置の配筋状態、かぶり厚さを測定するようになっている（この方法を「鉄筋位置マーク法」と呼ぶ）が、現場での測定時間を短縮するために、配筋状態を画像で記録することができる装置の場合、配筋条件などによっては、縦・横メッシュ状（例えば10cmメッシュ）に測線を描いた透明シート（例えばビニール）を測定面に貼り、シートの線上を走査する「シート測定方法」がある。

この方法については、「レーダ法におけるシート測定方法」(国研)土木研究所HP)によることとする。現場の状況、測定時間等を考慮して、使い分けることが肝要である。

(3) 「測定要領 6.2 測定者」について

測定要領における、「測定者の有する技術・資格などを証明する資料」とは、以下に示す資料を指す。

資格証明書

その他

(参考) 測定者の資格証明書(例)

- ・コンクリート構造物の配筋探査技術者資格証明書(土木)
(一社)日本非破壊検査工業会

(4) その他

その他、具体的な方法については、下記を参照すること。

(国研)土木研究所HP:

<http://www.pwri.go.jp/jpn/results/offer/conc-kaburi/conc-kaburi.html>

- ・電磁波レーダ法による比誘電率分布(鉄筋径を用いる方法)およびかぶりの求め方
- ・電磁波レーダ法による鉄筋の位置とかぶり測定が困難な場合の対処方法
- ・レーダ法におけるシート測定方法
- ・電磁誘導法による近接鉄筋の影響の補正方法

3. 測定データ記入様式

各工事における測定データの測定データ記入様式は、別紙-1の様式によるものとする。

なお、提出様式については下記のホームページに掲載している。

ダウンロード先HP: <http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou.html>

なお、測定データ記入様式への記載の具体的方法については、別紙-2の「測定データ記入要領」を参考に行うこと。

資料 6

微破壊・非破壊試験によるコンクリート構造物の

強度測定測定データ記入要領

目 次

1. 調査票のシート構成	1
2. 「 共通記入」シート	2
3. 「 測定データ(微破壊)」シート	3
3.1 測定箇所略図、構造物名称およびコンクリート打設箇所番号(微破壊試験)	3
3.2 測定対象、測定対象部位、試験法(微破壊試験)	4
3.3 コンクリート配合、設計基準強度(微破壊試験)	5
3.4 コンクリート打設体積、コンクリート打設日および試験実施日(微破壊試験)	6
3.5 微破壊試験による圧縮強度、円柱供試体の圧縮強度(微破壊試験)	7
3.6 試験結果判定(微破壊試験)	8
4. 「 測定データ(非破壊)」シート	9
4.1 測定箇所略図、構造物名称およびコンクリート打設箇所番号(非破壊試験)	9
4.2 測定対象、測定対象部位、試験法(非破壊試験)	10
4.3 コンクリート配合、設計基準強度(非破壊試験)	11
4.4 コンクリート打設体積、コンクリート打設日および試験実施日(非破壊試験)	12
4.5 測定測線数、非破壊試験による圧縮強度、円柱供試体の圧縮強度(非破壊試験)	13
4.6 試験結果判定(非破壊試験)	14
5. 「 測定データ(非破壊試験結果判定による小径コア)」シート	15
6. 記入例	16
6.1 「 共通記入」シート	16
6.2 「 測定データ(微破壊)」シート	17
6.3 「 測定データ(非破壊)」シート	18
6.4 「 測定データ(非破壊試験結果判定による小径コア)」シート	19

1. 調査票のシート構成

本調査票は、以下のシートで構成されています。

当該工事の工種に従い、該当するシートへ入力してください。

当該工事に複数の工種が含まれる場合は、該当するシートの全てを入力してください。

シート名	工 種		
	橋梁下部工 (フーチング部)	橋梁下部工 (柱・壁部)	橋梁上部工
共通記入			
測定データ (微破壊)			
測定データ (非破壊)			
測定データ (非破壊結果判定による小径コア)		適 宜	適 宜

非破壊試験結果の判定により、小径コア試験を実施した場合に入力してください。

橋梁下部工のフーチング部で実施する小径コア試験については、「測定データ(微破壊)」シートへ入力してください。

2. 「 共通記入」シート

当該工事の地方整備局等名、事務所名および工事名を入力してください。

地方整備局等名：プルダウンメニューから選択して下さい

事務所名、工事名：直接入力して下さい

記入シート：「 共通記入シート」

共通記入シート	
凡例)	選択: <input style="background-color: yellow; width: 50px;" type="text"/> 記入: <input style="width: 50px;" type="text"/>
本票は、1工事毎に記入すること。	
地方整備局等名	関東地方整備局
事務所名	河川国道事務所
工事名	国道 号 橋工事

3. 「測定データ(微破壊)」シート

3.1 測定箇所略図、構造物名称およびコンクリート打設箇所番号(微破壊試験)

測定箇所を明示した測定位置配置図(側面図・断面図の略図、施工図などの活用も可)を貼り付け、構造物名称およびコンクリート打設箇所番号を略図に明記してください。

略図内の構造物名称およびコンクリート打設箇所番号は、下表の測定データ入力との整合を図ってください。

記入シート: 「測定データ(微破壊)」

微破壊試験(外部供試体、小径コア)

発注担当事務所名	関東地方整備局 ○○河川国道事務所
工事名	国道●●号 □□橋工事

図 測定位置配置図(例)

凡例:
 ■ : ポス供試体(1個)設置位置
 --- : コンクリート打設目
 丸数字: コンクリート打設箇所番号

◎微破壊試験結果及び円柱供試体(小径コア)による圧縮強度試験結果

対象構造物	コンクリート打設箇所番号	測定対象	測定対象部位	試験法	コンクリート配合		設計基準強度(N/mm ²)	コンクリート打設数量(m ³)	コンクリート打設日			試験実施日			測定時の材齢(日)
					呼び強度(N/mm ²)	セメント種類			年	月	日	年	月	日	
A1橋台	①	橋梁下部工	フーチング部	ポス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	120	2012	3	16	2012	4	13	28
	②	橋梁下部工	フーチング部	ポス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	4	1	2012	4	29	28
P1橋脚	①	橋梁下部工	フーチング部	ポス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	140	2012	1	12	2012	2	9	28
	②	橋梁下部工	フーチング部	ポス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	160	2012	1	21	2012	2	18	28
	③	橋梁下部工	フーチング部	ポス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	2	5	2012	3	4	28
A2橋台	①	橋梁下部工	フーチング部	ポス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	5	7	2012	6	4	28
	②	橋梁下部工	フーチング部	ポス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	120	2012	5	29	2012	6	26	28
A1橋台(再試験)	②	橋梁下部工	フーチング部	小径コア	24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	4	1	2012	4	29	28

3.2 測定対象、測定対象部位、試験法（微破壊試験）

各打設ロットにおける測定対象、測定対象部位および試験法を、入力（プルダウンメニューから選択）してください。

記入シート：「測定データ（微破壊）」

微破壊試験(外部供試体、小径コア)

発注担当事務所名	関東地方整備局 ○○河川国道事務所
工事名	国道●●号 〇〇橋工事

図 測定位置配置図(例)

側面図

1-1断面 (A1橋台、A2橋台)

2-2断面 (P1橋脚)

凡例:
 ■ :ボス供試体(1個)設置位置
 破線 :コンクリート打設目
 丸数字:コンクリート打設箇所番号

◎微破壊試験結果及び円柱供試体(φ100)による圧縮強度試験結果

対象構造物	コンクリート打設箇所番号	測定対象	測定対象部位	試験法	コンクリート配合		設計基準強度 (N/mm ²)	コンクリート打設数量 (m ³)	コンクリート打設日			試験実施日			測定時の材齢 (日)
					呼び強度 (N/mm ²)	セメント種類			年	月	日	年	月	日	
A1橋台	①	橋梁下部工	フーチング部	ボス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	120	2012	3	16	2012	4	13	28
	②	橋梁下部工	フーチング部	ボス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	4	1	2012	4	29	28
P1橋脚	①	橋梁下部工	フーチング部	ボス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	140	2012	1	12	2012	2	9	28
	②	橋梁下部工	フーチング部	ボス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	160	2012	1	21	2012	2	18	28
	③	橋梁下部工	フーチング部	ボス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	2	5	2012	3	4	28
A2橋台	①	橋梁下部工	フーチング部	ボス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	5	7	2012	6	4	28
	②	橋梁下部工	フーチング部	ボス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	120	2012	5	29	2012	6	26	28
A1橋台 (再試験)	②	橋梁下部工	フーチング部	小径コア	24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	4	1	2012	4	29	28

3.3 コンクリート配合、設計基準強度（微破壊試験）

各打設ロットにおけるコンクリート配合（呼び強度・セメント種類）および設計基準強度について入力してください。

呼び強度（N/mm²）：直接入力して下さい

セメント種類：プルダウンメニューから選択して下さい

設計基準強度（N/mm²）：直接入力して下さい

記入シート：「測定データ（微破壊）」

微破壊試験(外部供試体,小径コア)

発注担当事務所名	関東地方整備局 ○○河川国道事務所
工事名	国道●●号 〇〇橋工事

図 測定位置配置図(例)

凡例:
 ■ :ボス供試体(1個)設置位置
 - - :コンクリート打設目
 丸数字:コンクリート打設箇所番号

◎微破壊試験結果及び円柱供試体(φ100)による圧縮強度試験結果

対象構造物	コンクリート打設箇所番号	測定対象	測定対象部位	試験法	コンクリート配合		設計基準強度 (N/mm ²)	コンクリート打設数量 (m ³)	コンクリート打設日			試験実施日			測定時の材齢 (日)
					呼び強度 (N/mm ²)	セメント種類			年	月	日	年	月	日	
A1橋台	①	橋梁下部工	フーチング部	ボス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	120	2012	3	16	2012	4	13	28
	②	橋梁下部工	フーチング部	ボス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	4	1	2012	4	29	28
P1橋脚	①	橋梁下部工	フーチング部	ボス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	140	2012	1	12	2012	2	9	28
	②	橋梁下部工	フーチング部	ボス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	160	2012	1	21	2012	2	18	28
	③	橋梁下部工	フーチング部	ボス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	2	5	2012	3	4	28
A2橋台	①	橋梁下部工	フーチング部	ボス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	5	7	2012	6	4	28
	②	橋梁下部工	フーチング部	ボス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	120	2012	5	29	2012	6	26	28
A1橋台 (再試験)	②	橋梁下部工	フーチング部	小径コア	24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	4	1	2012	4	29	28

3.4 コンクリート打設体積、コンクリート打設日および試験実施日（微破壊試験）

各打設ロットにおけるコンクリート打設数量（ m^3 ）を入力してください。

コンクリート打設日および試験実施日を入力（プルダウンメニューから選択）してください。

測定時の材齢（日）が自動算出されます。

記入シート：「測定データ（微破壊）」

微破壊試験（外部供試体、小径コア）

発注担当事務所名	関東地方整備局 ○○河川国道事務所
工事名	国道●●号 〇〇橋工事

図 測定位置配置図(例)

側面図

フーチング断面図

1-1断面 (A1橋台、A2橋台)

2-2断面 (P1橋脚)

凡例：
 ■ :ボス供試体(1個)設置位置
 破線 :コンクリート打設目
 丸数字 :コンクリート打設箇所番号

◎微破壊試験結果及び円柱供試体(φ100)による圧縮強度試験結果

対象構造物	コンクリート打設箇所番号	測定対象	測定対象部位	試験法	コンクリート配合		設計基準強度 (N/mm ²)	コンクリート打設数量 (m ³)	コンクリート打設日			試験実施日			測定時の材齢 (日)
					呼び強度 (N/mm ²)	セメント種類			年	月	日	年	月	日	
A1橋台	①	橋梁下部工	フーチング部	ボス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	120	2012	3	16	2012	4	13	28
	②	橋梁下部工	フーチング部	ボス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	4	1	2012	4	29	28
P1橋脚	①	橋梁下部工	フーチング部	ボス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	140	2012	1	12	2012	2	9	28
	②	橋梁下部工	フーチング部	ボス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	160	2012	1	21	2012	2	18	28
	③	橋梁下部工	フーチング部	ボス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	2	5	2012	3	4	28
A2橋台	①	橋梁下部工	フーチング部	ボス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	5	7	2012	6	4	28
	②	橋梁下部工	フーチング部	ボス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	120	2012	5	29	2012	6	26	28
A1橋台 (再試験)	②	橋梁下部工	フーチング部	小径コア	24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	4	1	2012	4	29	28

3.5 微破壊試験による圧縮強度、円柱供試体の圧縮強度（微破壊試験）

各打設ロットにおける微破壊試験による圧縮強度推定の結果と、生コンクリート荷卸し地点において作成される円柱供試体（φ100）の圧縮強度試験の結果を入力してください。

微破壊試験による圧縮強度（N/mm²）

：外部供試体による試験の場合は、1 供試体ごとの強度値を各マスに直接入力して下さい

：小径コアによる試験の場合は、コア1本ごとの強度値を各マスに直接入力して下さい

注：強度値は、試料の試験結果に測定方法に固有の補正等を加え、構造体のコンクリート強度に換算した値とする

円柱供試体の圧縮強度（N/mm²）

：3本の供試体による平均値を各マスに直接入力して下さい

記入シート：「測定データ（微破壊）」

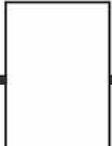
凡例 : 選択 : 記入 : 自動計算

フーチング断面図

1-1断面
(A1橋台、A2橋台)



2-2断面
(P1橋脚)



設置位置
I所番号

コンクリート 打設数量 (m ³)	コンクリート打設日			試験実施日			測定時 の材齢 (日)	微破壊試験による測定強度(N/mm ²) (強度値は供試体ごとに記載すること)					試験判定結果			【参考】円柱供試体(φ100)の圧縮強度(N/mm ²) (1マスに記載する強度値は、3本の平均値とする)						
	年	月	日	年	月	日		①	②	③	④	⑤	試験 強度 平均値	平均値 判定	個別 判定	判定 結果	①	②	③	④	⑤	円柱 強度 平均値
120	2012	3	16	2012	4	13	28	25.5					25.5	○	○	合格	30.0					30.0
130	2012	4	1	2012	4	29	28	23.4					23.4	×	○	不合格	25.6					25.6
140	2012	1	12	2012	2	9	28	24.5					24.5	○	○	合格	27.5					27.5
160	2012	1	21	2012	2	18	28	26.1					26.1	○	○	合格	25.1	26.5				25.8
130	2012	2	5	2012	3	4	28	24.9					24.9	○	○	合格	26.8					26.8
130	2012	3	20	2012	4	17	28	25.2					25.2	○	○	合格	28.2					28.2
120	2012	3	31	2012	4	28	28	28.4					28.4	○	○	合格	29.7					29.7
130	2012	4	1	2012	4	29	28	24.6	25.1				24.9	○	○	合格	25.6					25.6

3.6 試験結果判定（微破壊試験）

各打設ロットにおいて、測定データ表の入力が終了すると、判定に必要な情報が『試験判定結果』の欄に自動出力され、試験結果の判定が表示されます。

試験結果の判定に間違いがないか確認してください。

記入シート：「測定データ（微破壊）」

凡例 : 選択 : 記入 : 自動計算

フーチング断面図

1-1断面
(A1橋台、A2橋台)



2-2断面
(P1橋脚)



設置位置
: 所番号

コンクリート 打設数量 (m ²)	コンクリート打設日			試験実施日			測定時 の材齢 (日)	微破壊試験による測定強度 (N/mm ²) (強度値は供試体ごとに記載すること)					試験判定結果			【参考】円柱供試体 (φ100) の圧縮強度 (N/mm ²) (1マスに記載する強度値は、3本の平均値とする)							
	年	月	日	年	月	日		①	②	③	④	⑤	試験 強度 平均値	平均値 判定	個別 判定	判定 結果	①	②	③	④	⑤	円柱 強度 平均値	
120	2012	3	16	2012	4	13	28	25.5						25.5	○	○	合格	30.0					30.0
130	2012	4	1	2012	4	29	28	23.4						23.4	×	○	不合格	25.6					25.6
140	2012	1	12	2012	2	9	28	24.5						24.5	○	○	合格	27.5					27.5
160	2012	1	21	2012	2	18	28	26.1						26.1	○	○	合格	25.1	26.5				25.8
130	2012	2	5	2012	3	4	28	24.9						24.9	○	○	合格	26.8					26.8
130	2012	3	20	2012	4	17	28	25.2						25.2	○	○	合格	28.2					28.2
120	2012	3	31	2012	4	28	28	28.4						28.4	○	○	合格	29.7					29.7
130	2012	4	1	2012	4	29	28	24.6	25.1					24.9	○	○	合格	25.6					25.6

試験結果判定が
表示されます

4. 「測定データ(非破壊)」シート

4.1 測定箇所略図、構造物名称およびコンクリート打設箇所番号(非破壊試験)

測定箇所を明示した測定位置配置図(側面図・断面図の略図、施工図などの活用も可)を貼り付け、構造物名称およびコンクリート打設箇所番号を略図に明記してください。

略図内の構造物名称およびコンクリート打設箇所番号は、下表の測定データ入力との整合を図ってください。

記入シート: 「測定データ(非破壊)」

非破壊試験(超音波、衝撃弾性波)

発注担当事務所名: 関東地方整備局 ○○河川国道事務所
工事名: 国道●●号 〇〇橋工事

図 測定位置配置図(例) 側面図

断面図

壁・柱部 1-1断面 (A1橋台・P1橋脚・A2橋台)

張り出し部 2-2断面 (P2橋脚)

桁部 3-3断面 (上部工桁部断面図)

凡例
▲△: 測線(白抜きは裏面)
破線: コンクリート打設目
実線: 打設目
丸数字: コンクリート打設箇所番号

①非破壊試験結果及び引柱供試体(φ100)圧入強度試験結果

対象構造物	コンクリート打設箇所番号	定時の分類 初回または 2再試験	測定対象	測定対象 部位	試験法	コンクリート配合		設計基準 強度 (N/mm ²)	コンクリート 打設数量 (m ³)	コンクリート打設日			試験実施日			測定時 の材齢 (日)	測定 測線数 (箇所)
						呼び強度 (N/mm ²)	セメント 種類			年	月	日	年	月	日		
A1橋台	①	初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメント種	24.0	130	2012	5	8	2012	6	20	43	3
	②	2回目	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメント種	24.0	130	2012	5	31	2012	6	20	20	1
P1橋脚	①	初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメント種	24.0	120	2012	3	31	2012	6	20	81	3
	②	2回目	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメント種	24.0	120	2012	4	14	2012	6	20	67	1
	①	初回	橋梁下部工	張り出し部	超音波	30	高炉セメント種	30.0	80	2012	4	27	2012	6	20	54	3
	②	2回目	橋梁下部工	張り出し部	超音波	30	高炉セメント種	30.0	80	2012	5	8	2012	6	20	43	3
A2橋台	①	初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメント種	24.0	140	2012	4	14	2012	6	20	67	3
	②	2回目	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメント種	24.0	140	2012	5	8	2012	6	20	43	1
A1~P1	①	初回	橋梁上部工	桁部	超音波	30	普通ポルトランドセメント	30.0	250	2012	7	31	2012	10	7	88	3
	②	2回目	橋梁上部工	桁部	超音波	30	普通ポルトランドセメント	30.0	250	2012	8	20	2012	10	7	48	3
P1~A2	①	初回	橋梁上部工	桁部	超音波	30	普通ポルトランドセメント	30.0	250	2012	8	20	2012	10	7	48	3
	②	2回目	橋梁上部工	桁部	超音波	30	普通ポルトランドセメント	30.0	250	2012	9	19	2012	10	7	18	1

4.2 測定対象、測定対象部位、試験法（非破壊試験）

各打設ロットにおける測定対象、測定対象部位および試験法を、入力（プルダウンメニューから選択）してください。

測定時の分類について、『微破壊・非破壊試験によるコンクリート構造物の強度測定要領』のP.5「図2 非破壊試験の流れ」での再試験の場合は、「再試験」を選択してください。

記入シート：「測定データ（非破壊）」

非破壊試験(超音波、衝撃弾性波)

発注担当事務所名	関東地方整備局 ○○河川国道事務所
工事名	国道●●号 〇〇橋工事

図 測定位置配置図(例)

凡例:
 ▲△ : 測線(白抜きは裏面)
 破線 : コンクリート打継目
 実線 : 打層ごじ
 丸数字 : コンクリート打設箇所番号

◎非破壊試験結果及び円柱供試体φ100による圧縮強度試験結果

対象構造物	コンクリート打設箇所番号	測定時の分類(初回または再試験)	測定対象	測定対象部位	試験法	コンクリート配合		設計基準強度(N/mm ²)	コンクリート打設数量(m ³)	コンクリート打設日			試験実施日			測定時の材齢(日)	測定測線数(箇所)
						呼び強度(N/mm ²)	セメント種類			年	月	日	年	月	日		
A1橋台	① ②	初回 初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメント種	24.0	130	2012	5	8	2012	6	20	43	3
						24	高炉セメント種	24.0	130	2012	5	31	2012	6	20	20	1
P1橋脚	① ② ③ ④	初回 初回 初回 再試験	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメント種	24.0	120	2012	3	31	2012	6	20	81	3
						24	高炉セメント種	24.0	120	2012	4	14	2012	6	20	67	1
						30	高炉セメント種	30.0	80	2012	4	27	2012	6	20	54	3
						30	高炉セメント種	30.0	80	2012	5	8	2012	6	20	43	3
A2橋台	① ②	初回 初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメント種	24.0	140	2012	4	14	2012	6	20	67	3
						24	高炉セメント種	24.0	140	2012	5	8	2012	6	20	43	1
A1~P1	① ②	初回 初回	橋梁上部工	桁部	超音波	30	普通ポルトランドセメント	30.0	250	2012	7	31	2012	10	7	68	3
						30	普通ポルトランドセメント	30.0	250	2012	8	20	2012	10	7	48	3
P1~A2	① ②	初回 初回	橋梁上部工	桁部	超音波	30	普通ポルトランドセメント	30.0	250	2012	8	20	2012	10	7	48	3
						30	普通ポルトランドセメント	30.0	250	2012	9	19	2012	10	7	18	1

4.3 コンクリート配合、設計基準強度（非破壊試験）

各打設ロットにおけるコンクリート配合（呼び強度・セメント種類）および設計基準強度について入力してください。

呼び強度（N/mm²）：直接入力して下さい

セメント種類：プルダウンメニューから選択して下さい

設計基準強度（N/mm²）：直接入力して下さい

記入シート：「測定データ（非破壊）」

非破壊試験(超音波、衝撃弾性波)

発注担当事務所名	関東地方整備局 ○○河川国道事務所
工事名	国道●●号 〇〇橋工事

例 測定位置配置図(例) 側面図

凡例：
 ▲△：測線（白抜きは裏面）
 破線：コンクリート打設目
 実線：打設目
 丸数字：コンクリート打設箇所番号

断面図
 壁・柱部 1-1断面 (A1橋台・P1橋脚・A2橋台)
 張出し部 2-2断面 (P2橋脚)
 桁部 3-3断面 (上部工桁部断面図)

◎非破壊試験結果及び円柱供試体(φ100)による圧縮強度試験結果

対象構造物	コンクリート打設箇所番号	測定時の分類(初回または再試験)	測定対象	測定対象部位	試験法	コンクリート配合		設計基準強度(N/mm ²)	コンクリート打設数量(m ³)	コンクリート打設日			試験実施日			測定時の材齢(日)	測定測線数(箇所)
						呼び強度(N/mm ²)	セメント種類			年	月	日	年	月	日		
A1橋台	① ②	初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	5	8	2012	6	20	43	3
		初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	5	31	2012	6	20	20	1
P1橋脚	① ② ③ ④	初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメントB種	24.0	120	2012	3	31	2012	6	20	81	3
		初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメントB種	24.0	120	2012	4	14	2012	6	20	67	1
		初回	橋梁下部工	張出し部	超音波	30	高炉セメントB種	30.0	80	2012	4	27	2012	6	20	54	3
		初回	橋梁下部工	張出し部	超音波	30	高炉セメントB種	30.0	80	2012	5	8	2012	6	20	43	3
A2橋台	① ②	初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメントB種	24.0	140	2012	4	14	2012	6	20	67	3
		初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメントB種	24.0	140	2012	5	8	2012	6	20	43	1
A1~P1	① ②	初回	橋梁上部工	桁部	超音波	30	普通ポルトランドセメント	30.0	250	2012	7	31	2012	10	7	68	3
		初回	橋梁上部工	桁部	超音波	30	普通ポルトランドセメント	30.0	250	2012	8	20	2012	10	7	48	3
P1~A2	① ②	初回	橋梁上部工	桁部	超音波	30	普通ポルトランドセメント	30.0	250	2012	8	20	2012	10	7	48	3
		初回	橋梁上部工	桁部	超音波	30	普通ポルトランドセメント	30.0	250	2012	9	19	2012	10	7	18	1

4.4 コンクリート打設体積、コンクリート打設日および試験実施日（非破壊試験）

各打設ロットにおけるコンクリート打設数量（m³）を入力してください。

コンクリート打設日および試験実施日を入力(プルダウンメニューから選択)してください。

測定時の材齢（日）が自動算出されます。

記入シート：「測定データ（非破壊）」

非破壊試験(超音波、衝撃弾性波)

発注担当事務所名	関東地方整備局 ○○河川国道事務所
工事名	国道●●号 〇〇橋工事

図 測定位置配置図(例)

凡例:
 ▲△ : 測線(白線きは裏面)
 破線 : コンクリート打設目
 実線 : 打設目
 丸数字: コンクリート打設箇所番号

◎非破壊試験結果及び円柱供試体(φ100)による圧縮強度試験結果

対象構造物	コンクリート打設箇所番号	測定時の分類(初回または再試験)	測定対象	測定対象部位	試験法	コンクリート配合		設計基準強度(N/mm ²)	コンクリート打設日			試験実施日			測定時の材齢(日)	測定測線数(箇所)	
						呼び強度(N/mm ²)	セメント種類		年	月	日	年	月	日			
A1橋台	①	初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメント種	24.0	130	2012	5	8	2012	6	20	43	3
	②	初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメント種	24.0	130	2012	5	31	2012	6	20	20	1
P1橋脚	①	初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメント種	24.0	120	2012	3	31	2012	6	20	81	3
	②	初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメント種	24.0	120	2012	4	14	2012	6	20	67	1
	③	初回	橋梁下部工	張出し部	超音波	30	高炉セメント種	30.0	80	2012	4	27	2012	6	20	54	3
	④	初回	橋梁下部工	張出し部	超音波	30	高炉セメント種	30.0	80	2012	5	8	2012	6	20	43	3
A2橋台	①	初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメント種	24.0	140	2012	4	14	2012	6	20	67	3
	②	初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメント種	24.0	140	2012	5	8	2012	6	20	43	1
A1~P1	①	初回	橋梁上部工	桁部	超音波	30	普通ポルトランドセメント	30.0	250	2012	7	31	2012	10	7	68	3
	②	初回	橋梁上部工	桁部	超音波	30	普通ポルトランドセメント	30.0	250	2012	8	20	2012	10	7	48	3
P1~A2	①	初回	橋梁上部工	桁部	超音波	30	普通ポルトランドセメント	30.0	250	2012	8	20	2012	10	7	48	3
	②	初回	橋梁上部工	桁部	超音波	30	普通ポルトランドセメント	30.0	250	2012	9	19	2012	10	7	18	1

4.5 測定測線数、非破壊試験による圧縮強度、円柱供試体の圧縮強度（非破壊試験）

各打設ロットにおける測定測線数および非破壊試験による圧縮強度推定の結果と、生コンクリート荷卸し地点において作成される円柱供試体（φ100）の圧縮強度試験の結果を入力してください。

測定測線数

： 1 打設ロットにおける測定測線数をプルダウンメニューから選択して下さい

非破壊試験による圧縮強度（N/mm²）

： 1 測線ごとの推定結果（28 日換算強度）を各マスに直接入力して下さい

円柱供試体の圧縮強度（N/mm²）

： 3 本の供試体による平均値を各マスに直接入力して下さい

記入シート：「測定データ（非破壊）」

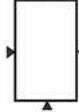
凡例 ：選択 ：記入 ：自動計算

断面図

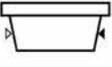
壁・柱部
1-1断面
P1機脚・A2機台



張出し部
2-2断面
P2機脚



桁部
3-3断面
(上部工桁部断面図)



コンクリート打設日			試験実施日			測定時の材齢 (日)	測定測線数 (箇所)	非破壊試験による測定強度 (N/mm ²) (強度値は測線ごとに記載すること)					試験判定結果			【参考】円柱供試体 (φ100) の圧縮強度 (N/mm ²) (1マスに記載する強度値は、3本の平均値とする)						
年	月	日	年	月	日			①	②	③	④	⑤	試験強度平均値	平均値判定	個別判定	判定結果	①	②	③	④	⑤	円柱強度平均値
2012	5	8	2012	6	20	43	3	24.5	24.6	28.9			26.0	○	○	合格	26.5					26.5
2012	5	31	2012	6	20	20	1	26.5					26.5	○		合格	26.0					26.0
2012	3	31	2012	6	20	81	3	24.6	24.6	23.9			24.4	○	○	合格	27.8					27.8
2012	4	14	2012	6	20	67	1	25.1					25.1	○	○	合格	26.8					26.8
2012	4	27	2012	6	20	54	3	32.1	29.5	31.9			31.2	○	○	合格	33.1					33.1
2012	5	8	2012	6	20	43	3	24.7	25.1	26.5			25.4	×	×	再計算	32.4					32.4
2012	5	8	2012	6	20	43	3	28.9	29.4	29.1			29.1	×	○	不合格	32.4					32.4
2012	4	14	2012	6	20	67	3	24.6	28.3	26.5			26.5	○	○	合格	27.6					27.6
2012	5	8	2012	6	20	43	1	28.1					28.1	○	○	合格	26.9					26.9
2012	7	31	2012	10	7	68	3	30.2	33.5	32.1			31.9	○	○	合格	31.8	33.4				32.6
2012	8	20	2012	10	7	48	3	29.5	31.1	32.5			31.0	○	○	合格	34.4	33.1				33.8
2012	8	20	2012	10	7	48	3	33.8	34.1	32.4			33.4	○	○	合格	34.1	34.9				34.5
2012	9	19	2012	10	7	16	1	32.5					32.5	○	○	合格	33.8	35.1				34.5

4.6 試験結果判定（非破壊試験）

各打設ロットにおいて、測定データ表の入力が終了すると、判定に必要な情報が『試験判定結果』の欄に自動出力され、試験結果の判定が表示されます。

試験結果の判定に間違いがないか確認してください。

記入シート：「測定データ（非破壊）」

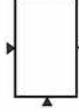
凡例 : 選択 : 記入 : 自動計算

断面図

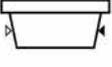
壁・柱部
1-1断面
P1橋脚・A2橋台



張出し部
2-2断面
P2橋脚



桁部
3-3断面
(上部工桁部断面図)



コンクリート打設日			試験実施日			測定時の材齢(日)	測定測線数(箇所)	非破壊試験による測定強度(N/mm ²) (強度値は測線ごとに記載すること)					試験判定結果			【参考】円柱供試体(φ100)の圧縮強度(N/mm ²) (1マスに記載する強度値は、3本の平均値とする)						
								①	②	③	④	⑤	試験強度平均値	平均値判定	個別判定	判定結果	①	②	③	④	⑤	円柱強度平均値
2012	5	8	2012	6	20	43	3	24.5	24.6	28.9			26.0	○	○	合格	26.5					26.5
2012	5	31	2012	6	20	20	1	26.5					26.5	○	○	合格	26.0					26.0
2012	3	31	2012	6	20	81	3	24.8	24.6	23.9			24.4	○	○	合格	27.8					27.8
2012	4	14	2012	6	20	67	1	25.1					25.1	○	○	合格	26.8					26.8
2012	4	27	2012	6	20	54	3	32.1	29.5	31.9			31.2	○	○	合格	33.1					33.1
2012	5	8	2012	6	20	43	3	24.7	25.1	26.5			25.4	×	×	再計算	32.4					32.4
2012	5	8	2012	6	20	43	3	28.9	29.4	29.1			29.1	×	○	不合格	32.4					32.4
2012	4	14	2012	6	20	67	3	24.6	28.3	26.5			26.5	○	○	合格	27.6					27.6
2012	5	8	2012	6	20	43	1	28.1					28.1	○	○	合格	26.9					26.9
2012	7	31	2012	10	7	68	3	30.2	33.5	32.1			31.9	○	○	合格	31.8	33.4				32.6
2012	8	20	2012	10	7	48	3	29.5	31.1	32.5			31.0	○	○	合格	34.4	33.1				33.8
2012	8	20	2012	10	7	48	3	33.8	34.1	32.4			33.4	○	○	合格	34.1	34.9				34.5
2012	9	19	2012	10	7	18	1	32.5					32.5	○	○	合格	33.8	35.1				34.5

試験結果判定が表示されます

5. 「測定データ（非破壊試験結果判定による小径コア）」シート

非破壊試験結果の判定により、小径コア試験を実施した場合の小径コア試験について入力してください。

詳細は、『微破壊・非破壊試験によるコンクリート構造物の強度測定要領』のP.5「図2 非破壊試験の流れ」を参照してください。

測定箇所略図および測定データ表は、「測定データ（微破壊）」シートと同様の手順で入力してください。

また、試験結果判定についても同様に自動出力され、試験結果の判定が表示されます。

試験結果の判定に間違いがないか確認してください。

記入シート：「測定データ（非破壊結果判定による小径コア）」

非破壊試験結果判定による小径コア試験 ※非破壊試験において判定基準を満たしている場合、小径コア試験を実施する。

凡例 : 選択 : 記入 : 自動計算

図 測定位置配置図(例)

④非破壊試験結果の判定により実施した小径コア試験結果

対象構造物	コンクリート打設箇所番号	測定対象	測定対象部位	コンクリート配合		設計基準強度 (N/mm ²)	コンクリート打設数量 (m ³)	コンクリート打設日			試験実施日			測定時の材齢 (日)	再試験のための実施した小径コア試験の圧縮強度(N/mm ²) (後置値はコア1本ごとに記載すること)					試験判定結果						
				呼び強度 (N/mm ²)	セメント種類			年	月	日	年	月	日		①	②	③	④	⑤	試験強度平均値	平均値判定	個別判定	判定結果			
P1 柱脚	●	橋梁下部工	弾出箇所	30	高炉セメント	30.0	80	2012	5	8	2012	6	25	48	31.8	31.2							31.8	○	○	合格

試験結果判定が表示されます

6. 記入例

以下の各シートの記入例を参考に、入力してください。

6.1 「 共通記入」シート

共通記入シート	
凡例)	選択: <input type="checkbox"/> 記入: <input type="checkbox"/>
○ 本票は、1工事毎に記入すること。	
地方整備局等名	関東地方整備局
事務所名	〇〇河川国道事務所
工事名	国道●●号 □□橋工事

6.2 「測定データ(微破壊)」シート

微破壊試験(外部供試体、小径コア)

発注担当事務所名	関東地方整備局 ○○河川国道事務所				
工事名	国道●●号 〇〇橋工事				

凡例 : 選択 : 記入 : 自動計算

図 測定位置配置図(例)

◎微破壊試験結果及び円柱供試体(φ100)による圧縮強度試験結果

対象構造物	コンクリート打設箇所番号	測定対象	測定対象部位	試験法	コンクリート配合		設計基準強度 (N/mm ²)	コンクリート打設数量 (m ³)	コンクリート打設日			試験実施日			測定時の年齢 (日)	微破壊試験による測定強度 (N/mm ²) (強度値は供試体ごとに記載すること)					試験判定結果			【参考】円柱供試体(φ100)の圧縮強度 (N/mm ²) (1マスに記載する強度値は、3本の平均値とする)								
					呼び強度 (N/mm ²)	セメント種類			年	月	日	年	月	日		①	②	③	④	⑤	試験強度平均値	平均値判定	個別判定	判定結果	①	②	③	④	⑤	円柱強度平均値		
A1橋台	① ②	橋梁下部工 橋梁下部工	フーチング部 フーチング部	ポス供試体 ポス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	120	2012	3	16	2012	4	13	28	25.5						25.5	○	○	合格	30.0						30.0
					24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	4	1	2012	4	29	28	23.4								23.4	×	○	不合格	25.6				
P1橋脚	① ② ③	橋梁下部工 橋梁下部工 橋梁下部工	フーチング部 フーチング部 フーチング部	ポス供試体 ポス供試体 ポス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	140	2012	1	12	2012	2	9	28	24.5						24.5	○	○	合格	27.5						27.5
					24	高炉セメントB種	24.0	160	2012	1	21	2012	2	18	28	26.1							26.1	○	○	合格	25.1	26.5				25.8
					24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	2	5	2012	3	4	28	24.9							24.9	○	○	合格	26.8					
A2橋台	① ②	橋梁下部工 橋梁下部工	フーチング部 フーチング部	ポス供試体 ポス供試体	24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	3	20	2012	4	17	28	25.2						25.2	○	○	合格	28.2						28.2
					24	高炉セメントB種	24.0	120	2012	3	31	2012	4	28	28	28.4							28.4	○	○	合格	29.7					
A1橋台 (再試験)	②	橋梁下部工	フーチング部	小径コア	24	高炉セメントB種	24.0	130	2012	4	1	2012	4	29	28	24.6	25.1					24.9	○	○	合格	25.6						25.6

6.3 「測定データ(非破壊)」シート

非破壊試験(超音波、衝撃弾性波)

発注担当事務所名: 関東地方整備局 ○○河川国道事務所
 工事名: 国道●●号 〇〇橋工事

凡例: :選択 :記入 :自動計算

図 測定位置配置図(例)

側面図

断面図

凡例:
 ▲△ : 割線(白抜きは裏面)
 破線 : コンクリート打継目
 実線 : 打継ぎ目
 丸数字 : コンクリート打設箇所番号

◎非破壊試験結果及び円柱供試体(φ100)による圧縮強度試験結果

対象構造物	コンクリート打設箇所番号	測定時の分類(初回または再試験)	測定対象	測定対象部位	試験法	コンクリート配合		設計基準強度(N/mm ²)	コンクリート打設数量(m ³)	コンクリート打設日			試験実施日		測定時の材齢(日)	測定測線数(箇所)	非破壊試験による測定強度(N/mm ²) (強度値は測線ごとに記載すること)					試験判定結果			【参考】円柱供試体(φ100)の圧縮強度(N/mm ²) (1マスに記載する強度値は、3本の平均値とする)					
						呼び強度(N/mm ²)	セメント種類			年	月	日	年	月			日	①	②	③	④	⑤	試験強度平均値	個別判定	判定結果	①	②	③	④	⑤
A1橋台	①	初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメント種	24.0	130	2012	5	8	2012	6	20	43	3	24.5	24.6	28.9	26.0	○	○	合格	26.5					26.5
	②	初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメント種	24.0	130	2012	5	31	2012	6	20	20	1	26.5			26.5	○	○	合格	26.0					26.0
P1橋脚	①	初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメント種	24.0	120	2012	3	31	2012	6	20	81	3	24.8	24.6	23.9	24.4	○	○	合格	27.8				27.8	
	②	初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメント種	24.0	120	2012	4	14	2012	6	20	67	1	25.1			25.1	○	○	合格	26.8				26.8	
	①	初回	橋梁下部工	張り出し部	超音波	30	高炉セメント種	30.0	80	2012	4	27	2012	6	20	54	3	32.1	29.5	31.9	31.2	○	○	合格	33.1				33.1	
	②	初回	橋梁下部工	張り出し部	超音波	30	高炉セメント種	30.0	80	2012	5	8	2012	6	20	43	3	24.7	25.1	26.5	25.4	×	×	再計測	32.4				32.4	
	②	再試験	橋梁下部工	張り出し部	超音波	30	高炉セメント種	30.0	80	2012	5	8	2012	6	20	43	3	28.9	29.4	29.1	29.1	×	○	不合格	32.4				32.4	
A2橋台	①	初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメント種	24.0	140	2012	4	14	2012	6	20	67	3	24.8	28.3	26.5	26.5	○	○	合格	27.6				27.6	
	②	初回	橋梁下部工	壁・柱部	超音波	24	高炉セメント種	24.0	140	2012	5	8	2012	6	20	43	1	28.1			28.1	○	○	合格	26.9				26.9	
A1~P1	①	初回	橋梁上部工	桁部	超音波	30	普通ポルトランドセメント	30.0	250	2012	7	31	2012	10	7	68	3	30.2	33.5	32.1	31.9	○	○	合格	31.8	33.4			32.6	
	②	初回	橋梁上部工	桁部	超音波	30	普通ポルトランドセメント	30.0	250	2012	8	20	2012	10	7	48	3	29.5	31.1	32.5	31.0	○	○	合格	34.4	33.1			33.8	
P1~A2	①	初回	橋梁上部工	桁部	超音波	30	普通ポルトランドセメント	30.0	250	2012	8	20	2012	10	7	48	3	33.8	34.1	32.4	33.4	○	○	合格	34.1	34.9			34.5	
	②	初回	橋梁上部工	桁部	超音波	30	普通ポルトランドセメント	30.0	250	2012	9	19	2012	10	7	18	1	32.5			32.5	○	○	合格	33.8	35.1			34.5	

6.4 「測定データ（非破壊試験結果判定による小径コア）」シート

非破壊試験結果判定による小径コア試験 ※非破壊試験において判定基準を満たしていない場合に小径コア試験を実施する。

凡例 : 選択 : 記入 : 自動計算

発注担当事務所名	関東地方整備局 ○○河川国道事務所
工事名	国道●●号 □□橋工事

図 測定位置配置図(例)

凡例:
 ▲ : 小径コア実施位置
 破線 : コンクリート打継目
 丸数字: コンクリート打設箇所番号
 ※試験1回あたりコア2本を採取

◎非破壊試験結果の判定により実施した小径コア試験結果

対象構造物	コンクリート打設箇所番号	測定対象	測定対象部位	コンクリート配合		設計基準強度 (N/mm ²)	コンクリート打設数量 (m ³)	コンクリート打設日			試験実施日			測定時の材齢 (日)	再試験のため実施した小径コア試験の圧縮強度(N/mm ²) (強度値はコア1本ごとに記載すること)					試験判定結果				
				呼び強度 (N/mm ²)	セメント種類			年	月	日	年	月	日		①	②	③	④	⑤	試験強度平均値	平均値判定	個別判定	判定結果	
P1橋脚	②	橋梁下部工	張出し部	30	高炉セメントB種	30.0	80	2012	5	8	2012	6	25	48	31.9	31.2					31.6	○	○	合格

微破壊・非破壊試験による
コンクリート構造物の強度測定要領

平成 30 年 10 月

国土交通省大臣官房技術調査課

目 次

1. はじめに	1
2. 適用範囲	1
3. 施工者の実施事項	1
3.1 試験法の選定	1
3.2 事前準備	1
(1) 設計諸元の事前確認	1
(2) 施工計画書への記載	1
(3) 検量線の作成（非破壊試験の場合のみ）	1
3.3 非破壊試験の実施及び判定	2
3.4 測定に関する資料の提出等	2
4. 監督職員の実施事項	5
4.1 採用する試験法の承諾	5
4.2 施工計画書における記載事項の把握	5
5. 検査職員の実施事項	5
6. 測定方法	5
6.1 試験法について	5
(1) 対象構造物に適用する試験法	5
(2) 試験法の採用条件等	6
(3) 各試験法の留意点	6
6.2 測定者	7
6.3 測定回数	7
6.4 測定位置	8
(1) 測定位置の選定	8
(2) 測定位置決定及び測定に際しての留意点	8
(3) 測定箇所の配置例	9
6.5 判定基準	11

1.はじめに

本要領は、微破壊・非破壊試験によるコンクリート構造物の強度測定を行うにあたり、施工者の施工管理（品質管理）及び発注者の監督・検査における実施内容を定めたものである。

2.適用範囲

橋長 30m 以上の橋梁の、橋梁上部工事及び橋梁下部工事を対象とする。ただし、工場製作のプレキャスト製品は対象外とする。

なお、本要領によりコンクリート構造物の強度を測定する場合は、「土木コンクリート構造物の品質確保について」（国官技第 61 号、平成 13 年 3 月 29 日）に基づいて行うテストハンマーによる強度推定調査を省略することができるものとする。

3.施工者の実施事項

3.1 試験法の選定

「6.1(1)対象構造物に適用する試験法」に従い、対象構造物の対象部位に適用する試験法を選定する。

3.2 事前準備

(1) 設計諸元の事前確認

施工者は、測定を開始する前に、測定位置の設計図及び既存資料より、測定対象のコンクリート構造物の設計諸元（コンクリートに関する資料、構造物の形状、配筋状態など）を事前に確認する。

(2) 施工計画書への記載

施工者は、事前調査結果に基づき測定方法や測定位置等について、施工計画書に記載し、監督職員へ提出するものとする。

(3) 検量線の作成（非破壊試験の場合のみ）

超音波法及び衝撃弾性波法による非破壊試験については、圧縮強度推定において検量線（キャリブレーション）が必要であることから、円柱供試体を作製し、強度と推定指標の定量的な関係を求める。

検量線は、「微破壊・非破壊試験によるコンクリート構造物の強度測定要領（解説）」に示す材齢において円柱供試体を用いた圧縮強度試験を実施することにより、作成すること。

なお検量線は、「微破壊・非破壊試験によるコンクリート構造物の強度測定要領（解説）」に示す方法にて円柱供試体を用いた圧縮強度試験を実施することにより、作成すること。

3.3 非破壊試験の実施及び判定

施工者は、「6. 測定方法」に従い、コンクリート強度の測定を実施し、その適否について判定を行うものとする。

3.4 測定に関する資料の提出等

施工者は、本測定の実施に関する資料を整備、保管し、監督職員からの請求があった場合は、遅滞なく提示するとともに検査時に提出しなければならない。

測定結果は、表 1 及び表 2 に示す内容を網羅した測定結果報告書を作成し、提出する。

表 1 測定結果報告書に記載すべき事項（微破壊試験の場合）

No.	報告内容	記載すべき事項
1	構造物名称	工事名、測定対象構造物の概要など
2	試験年月日	コンクリート打設日、試験実施日（試験材齢）
3	測定位置の概要（測定位置図）	試験体採取位置図
4	測定者名	測定者名、講習会受講証明に係る書類
5	使用コンクリート	コンクリート示方配合、配合強度
6	測定結果	圧縮強度試験結果、 コア供試体の外観・破壊状況（小径コアの場合）
7	判定結果	合否判定

外部供試体において、講習会受講者より指導を受けた者が測定した場合、指導を受けた「証明書」保有者の氏名を併記するとともに、指導者の「証明書」のコピーを添付する。

表 2 測定結果報告書に記載すべき事項（非破壊試験の場合）

No.	報告内容	記載すべき事項
1	構造物名称	工事名、測定対象構造物の概要など
2	測定年月日	コンクリート打設日、試験実施日（試験材齢）
3	測定位置の概要（測定位置図）	試験箇所位置図
4	測定者名	測定者名、講習会受講証明に係る書類
5	測定機器に係る資料	超音波装置の型式、製造番号、 測定機器の校正記録
6	使用コンクリート	コンクリート示方配合、配合強度
7	検量線に係る資料	圧縮強度試験実施材齢、圧縮強度試験結果、 検量線の関数式
8	測定結果	音速に関する試験結果（探触子間隔、伝搬時間、 音速値など） 強度推定結果（測定材齢時の圧縮強度）、 基準材齢（28 日）補正強度、 構造体コンクリート強度（強度判定値）
9	判定結果	合否判定

微破壊・非破壊試験の流れを図1及び

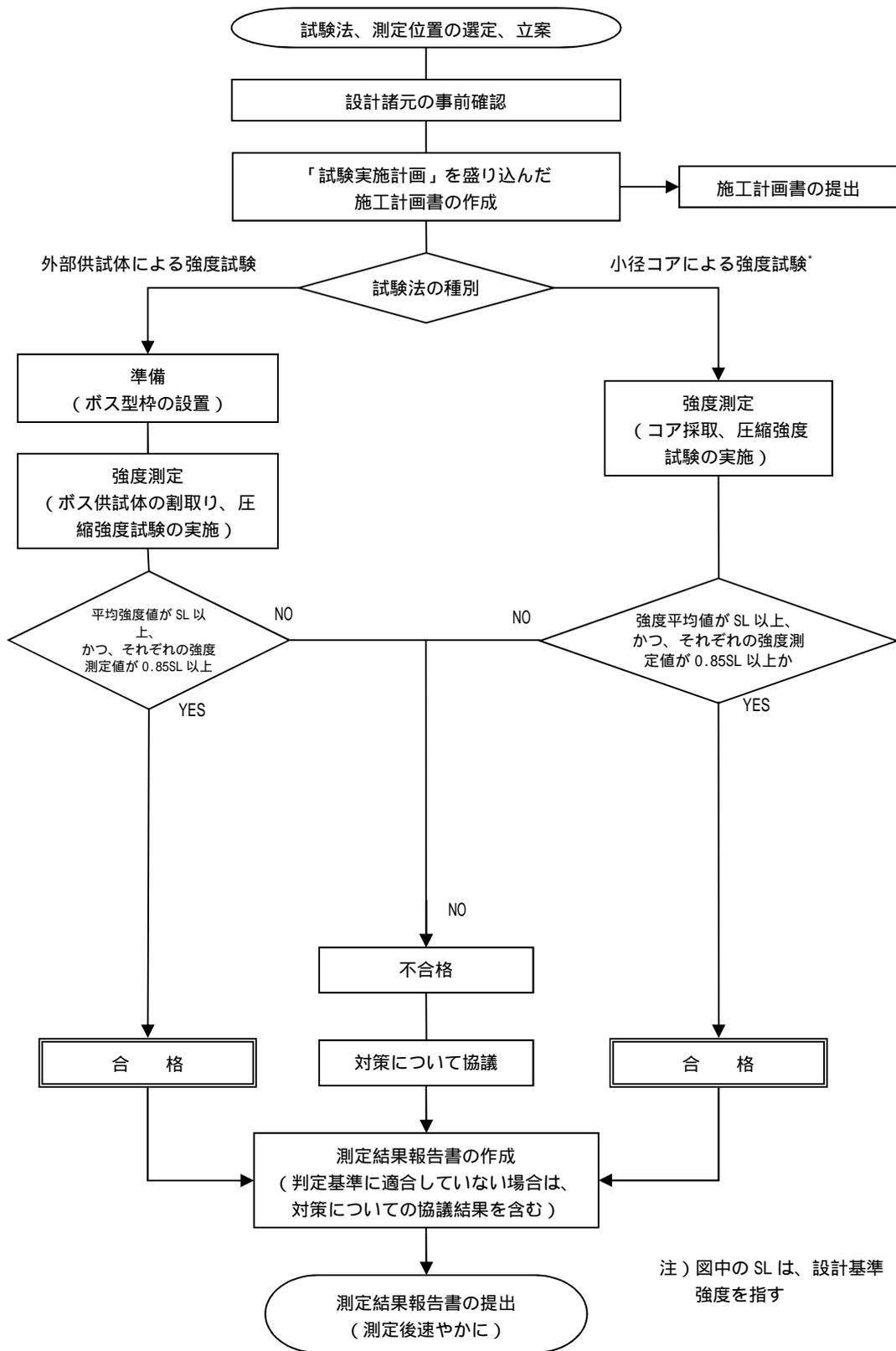


図2に示す。

図1 微破壊試験の流れ

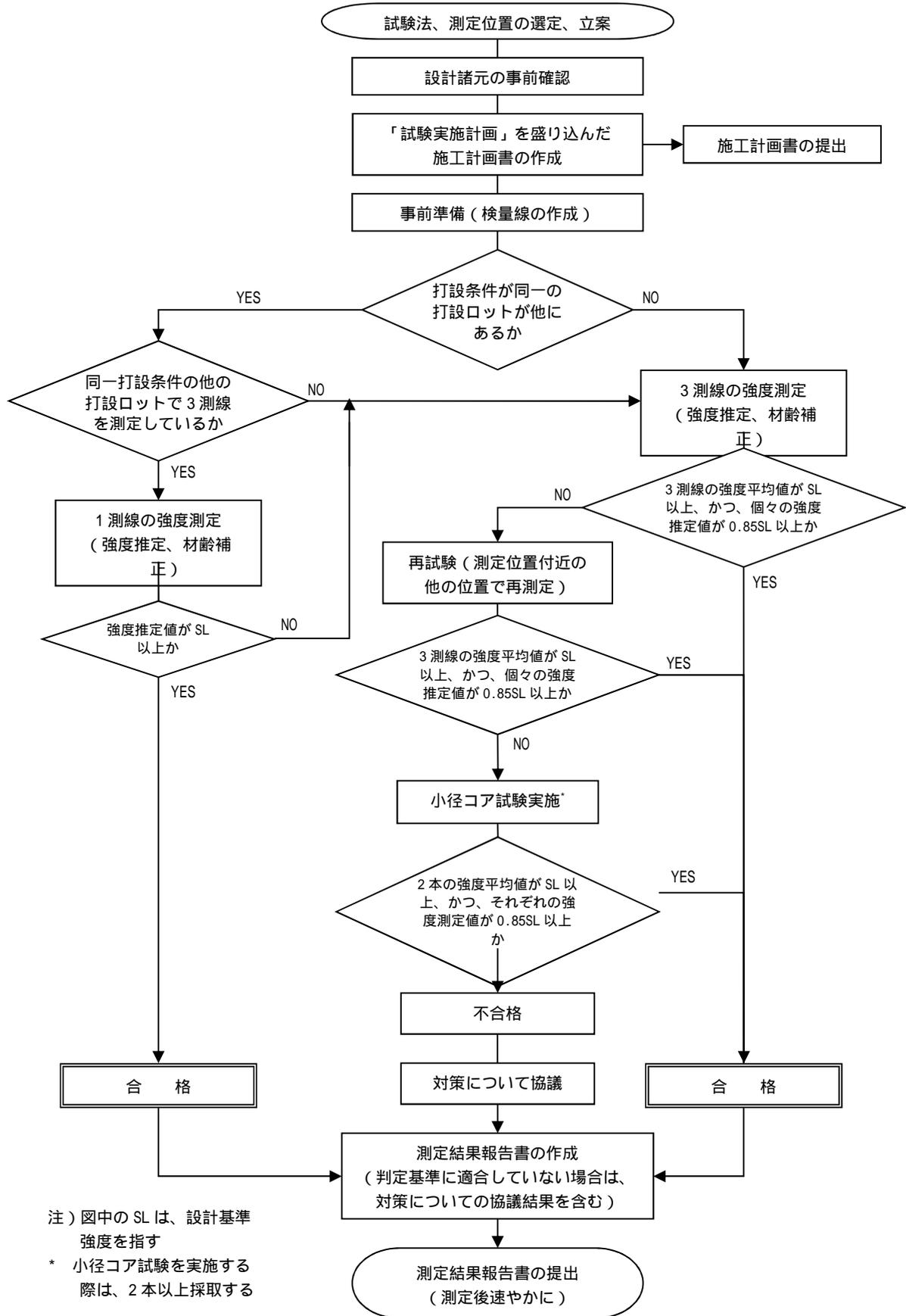


図 2 非破壊試験の流れ

4. 監督職員の実施事項

4.1 採用する試験法の承諾

監督職員は、施工者から提出された採用する試験法に関する書類を確認し、測定を実施する前に承諾するものとする。

4.2 施工計画書における記載事項の把握

監督職員は、施工者から提出された施工計画書により、微破壊・非破壊試験による品質管理計画の概要を把握する。概要の把握は、主に次の事項の確認によって行うものとする。

- 1) 対象構造物
- 2) 試験法
- 3) 測定位置

5. 検査職員の実施事項

検査職員は、完成検査時に対象となる全ての測定結果報告書（中間技術検査時に確認した範囲を除く）を確認する。なお、中間技術検査においても、対象となる全ての測定結果報告書を確認するものとする。

6. 測定方法

6.1 試験法について

(1) 対象構造物に適用する試験法

1) フーチング部

完成後不可視部分となるフーチング部は、構造物の側面に設けた供試体（以下、「外部供試体」という）による試験を標準とする。なお、埋戻し等の工程に支障がない場合には、「外部供試体」に替えて、「小径コア」による試験あるいは非破壊試験を実施しても良い。

2) 柱部・張出し部、桁部

完成後可視部分である、下部構造の柱部・張出し部及び上部構造の桁部は、非破壊試験である超音波を用いた試験方法（以下、「超音波法」という）及び衝撃弾性波を用いた試験方法（以下、「衝撃弾性波法」という）のいずれかの方法で実施することを標準とする。

なお、非破壊試験による強度推定値が「6.5 合否判定基準」を満たさない場合には、「小径コア」による試験を実施する。

表3 対象構造物の測定部位に適用する強度試験法

対象構造物	測定部位	標準とする試験法
橋梁上部構造	桁部	非破壊試験（超音波法又は、衝撃弾性波法） 非破壊試験において判定基準を満たしていない場合には、小径コアによる試験を実施
橋梁下部構造	柱部・張出し部	非破壊試験（超音波法又は、衝撃弾性波法） 非破壊試験において判定基準を満たしていない場合には、小径コアによる試験を実施
	フーチング部	外部供試体による試験 工程等に支障がない場合には、小径コアによる試験あるいは非破壊試験を実施してもよい

(2) 試験法の採用条件等

強度測定に用いる各試験法は、表4に示す条件を満たすものとする。

なお、採用する試験法については、事前にその試験方法に関する技術資料を添付して監督職員の承諾を得るものとする。

表4 試験法の採用条件等

試験法		試験法の条件
微 破 壊	外部供試体	・外部型枠の作成・設置・強度測定・強度補正方法について確立している方法を用いること
	小径コア	・50mm以下とし通常用いられている100mmコアに対する強度補正方法が確立していること ・寸法効果が確認されている試験法であること
非 破 壊	超音波法	・コンクリート構造物の音速測定方法、強度推定方法が確立されていること ・100mmコア強度に対して、±15%程度の精度を有していること
	衝撃 弾性波法	・コンクリート構造物の弾性波速度測定方法、強度推定方法が確立されていること ・100mmコア強度に対して、±15%程度の精度を有していること

(3) 各試験法の留意点

「微破壊試験」と「非破壊試験」による測定における留意点を表5に示す。

表5 各種強度試験法の留意点

試験法		補修の 要否	試験可能 時期	試験実施 必要条件	使用コンクリート の条件	備 考
微 破 壊	外部供試体	不要 (美観等の 問題により 必要な場合 もあり)	脱型直後 から可能 (注1)	必要水平幅として 外部型枠寸法 + 100mm 以上	スランブ 8cm (注3) 粗骨材最大寸法 40mm	外部型枠を設置す る必要があるため 事前に発注者との 協議が必要
	小径コア	必要	強度 10N/mm ² 以上 より可能 (注2)	部材厚さとしてコア 直径の2倍以上	圧縮強度 70N/mm ² 粗骨材最大寸法 40mm	鉄筋探査により鉄 筋がない位置を選 定
非 破 壊	超音波法	不要	脱型直後 から可能 (注1)	必要幅として 1000mm 以上 (探触 子設置間隔)	特になし	コンクリートの種 類ごとに事前に円 柱供試体を用いた 検量線の作成 (圧 縮強度推定用) が 必要
	衝撃 弾性波法			必要幅として 450mm 以上 (探触 子・ハンマー間 隔)		

注1) 測定精度を向上するため、可能な限りコンクリート材齢 28 日に近い時期に試験を実施することが望ましいが、現場の工程に支障の及ばないよう材齢によらず、同日中に複数箇所の試験を行うことができる。

注2) コンクリートの配合によるが、目安として打設日から 1 週間以降。

注3) スランブ 8cm は購入時に指定する値で、測定値は許容の下限値である 5.5cm 以上のコンクリートを使用。

6.2 測定者

本測定の実施に際しては、各試験に固有の検査技術ならびにその評価法について十分な知識を有することが必要である。このため、施工者は、測定者の有する技術・資格などを証明する資料を常携し、監督職員の求めに応じ提示するものとする。

6.3 測定回数

原則として打設回 (以下、「打設ロット」という) ごとに測定を行うものとする。1 打設ロット当たりの測定数を表 6 に示す。ただし、フーチング部、橋台部を除く構造部位については、以下のとおり測定数を縮減してよいものとする。

(1) 橋梁上部構造

1 径間が 4 回以上の打設ロットで構成されている場合は、そのうち 3 回の打設ロットを抽出し、測定を行う。

(2) 橋梁下部構造 (橋脚 (脚部、張出部))

1 基あたり 3 断面 (基部, 中間部, 張出部または天端部付近) の測定を行うことを標準とする。ただし、柱部の高さが大きい場合は、適宜中間部の測定数を増やし、測定箇所の間隔が 15m 以上離れないように計画するものとする。

表6 1打設ロット当たりの測定数

試験法		1打設ロット当たりの測定数
微破壊	外部供試体	・1打設ロットの測定に用いる外部供試体は1体とする。 ただし、1構造部位 ^{*1} が1打設ロットで施工される場合には、1構造部位あたり2供試体とする。
	小径コア	・1打設ロットの測定に用いる小径コアは2本とする。 ただし、1構造部位 ^{*1} が1打設ロットで施工される場合には、1構造部位あたり4本とする。
非破壊	超音波法	・原則として1打設ロット当たり、3測線とする。
	衝撃弾性波法	

*1: ここで、構造部位とは以下のことをいう。

橋梁下部構造： フーチング部、脚部（柱・壁部）張出部

橋梁上部構造： 1径間当たりの上部構造物

6.4 測定位置

(1) 測定位置の選定

測定位置は、図3、図4、図5を参考として可能な限り対象構造物の異なる側面において打設高さの中間付近を選定する。

なお、試験回数や測定位置について、対象構造物の形状や構造により上記により難しい場合には、発注者と協議の上、変更してもよい。

(2) 測定位置決定及び測定に際しての留意点

各測定方法において測定位置を決定する際は、表7の留意事項に配慮し決定する。

表7 測定位置決定及び測定に際しての留意点

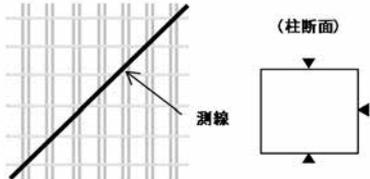
試験法		留意点
微破壊	外部供試体	型枠取付け位置は、打設計画から高さの中間層の中央付近とし、仮設物との干渉が生じないように留意する。
	小径コア	鉄筋位置を避けて採取することが必要であるため、配筋状態を把握する。
非破壊	超音波法	鉄筋の影響を受けないよう、右図に示すように鉄筋に対して斜めに測定する。 
	衝撃弾性波法	

図 鉄筋に対する測線設定例

(3) 測定箇所の配置例

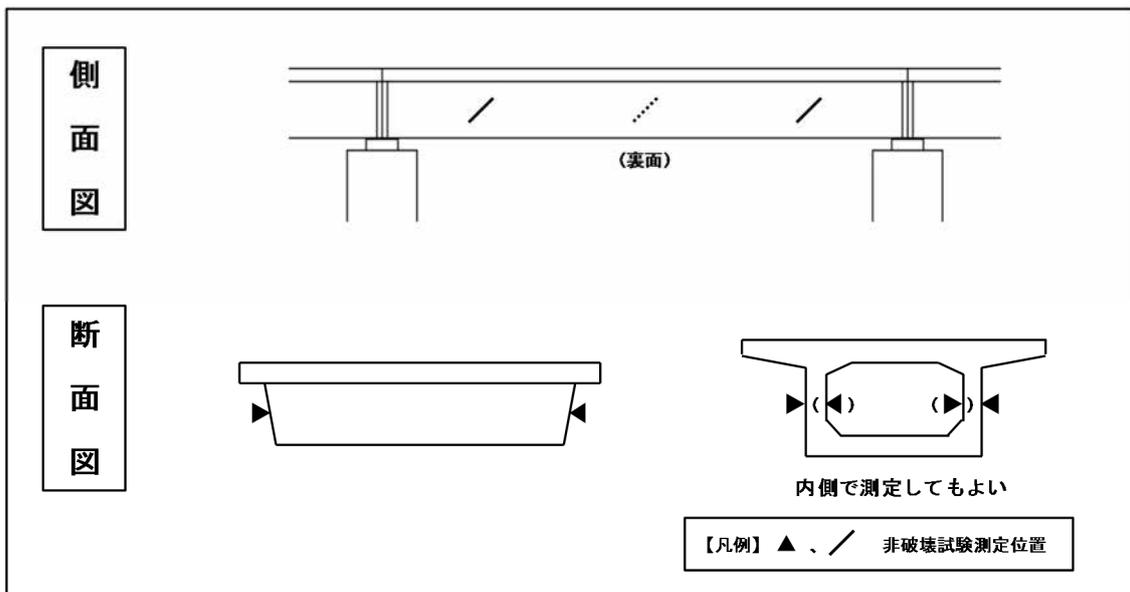


図3 橋梁上部構造の測定位置(例)

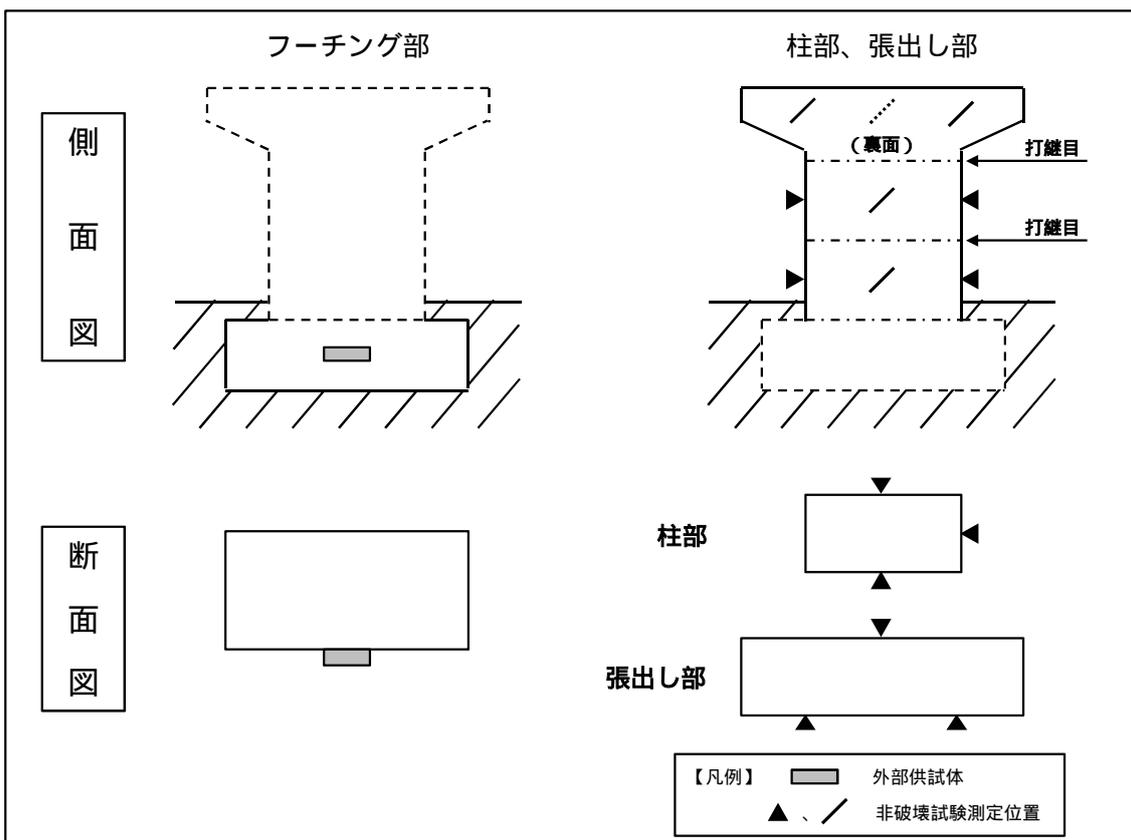


図4 橋梁下部構造の測定位置(例)

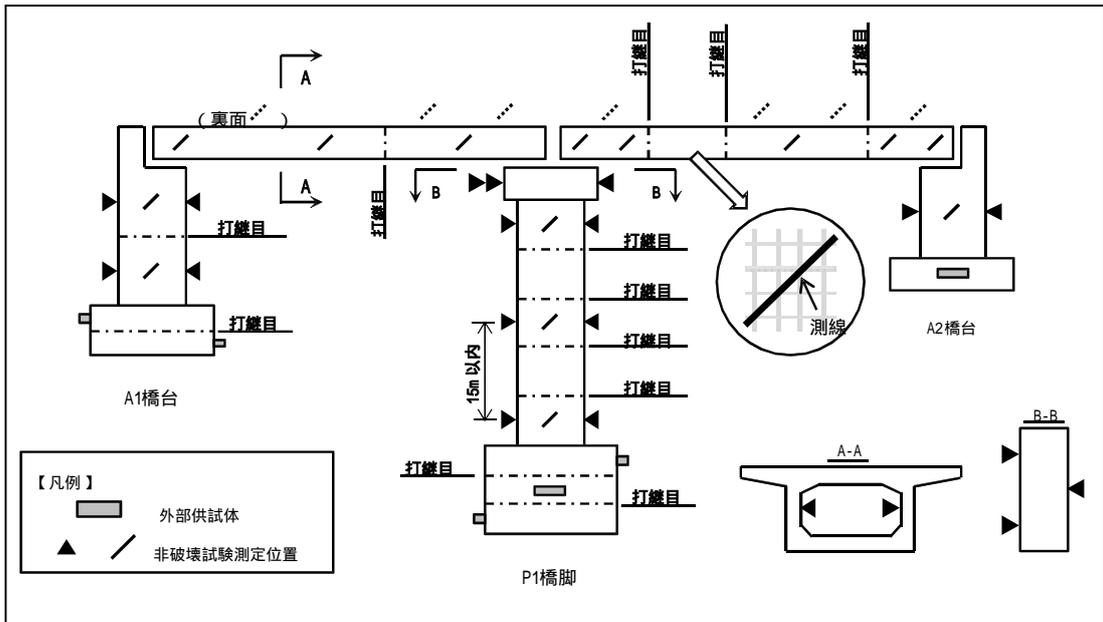


図5 微破壊・非破壊試験の測定箇所配置図(例)

表8 微破壊・非破壊試験の測定箇所数(例)

構造部位		試験法	コンクリート配合	打設口数	供試体数 又は測線数 (箇所)	
上部構造	A1～P1	非破壊試験	36-8-25H	2	3	
	P1～A2		36-8-25H	4	3	
0						
3						
3						
下部構造	張出部		P1	30-8-25BB	1	3
	壁・柱部		A1	27-8-25BB	5	3
			P1			3
						0
						3
		0				
		A2	1			3
	フーチング部(注1)	A1	24-8-40BB	微破壊試験	2	(1) <2>
P1		3				(1) <2>
					A2	1
(2) <4>						

注1) フーチング部における微破壊試験による測定供試体数について

()内は、外部供試体による試験の場合、< >内は、小計コアによる試験の場合の供試体数を示す。

6.5 判定基準

測定により得られたコンクリート構造物の強度の適否判定は、以下の表 9 及び表 10 に示す判定基準により行う。

表 9 試験回数と判定基準（微破壊試験の場合）

試験法	判定基準
外部供試体	供試体の平均強度値 ₁ 設計基準強度（SL） かつ、個々の強度値（注 1） 設計基準強度の 85%（0.85SL） ₁ ：1 構造部位あたり 2 供試体以上の平均とする。
小径コア	コアの強度平均値 ₂ 設計基準強度（SL） かつ、個々の強度値（注 1） 設計基準強度の 85%（0.85SL） ₂ ：1 構造部位あたり 4 本以上の平均とする。

注 1) 強度値は、試料の試験結果に測定方法に固有の補正等を加え、構造体のコンクリート強度に換算した値とする。

表 10 試験回数と判定基準（非破壊試験の場合）

1 打設ロットあたりの測線数	判定基準
3 測線の場合	強度平均値 設計基準強度（SL） かつ、個々の強度推定値 設計基準強度の 85%（0.85SL）

微破壊・非破壊試験によるコンクリート構造物
の強度測定要領(解説)

平成30年10月

国土交通省大臣官房技術調査課

目 次

1. 適用範囲	1
2. 強度測定要領の解説事項	1
(1) 「測定要領 6.1 試験法について」について	1
(2) 「測定要領 3.2 事前準備 (3)検量線の作成」について	2
(3) 「測定要領 6.2 測定者」について	2
(4) その他	3
3. 測定データの記入について	3

1.適用範囲

この解説は、微破壊・非破壊試験によるコンクリート構造物の強度測定要領（平成 30 年 10 月改定）に基づく強度測定試験に関する補足事項を参考にとりまとめたものである

2.強度測定要領の解説事項

(1) 「測定要領 6.1 試験法について」について

「(2) 試験法の採用条件等 表5」に示す各試験法により測定を行う場合、測定方法に関する詳細事項は、下記の測定要領（案）を参考にすること。

試験法		測定要領等
微破壊試験	外部供試体	<u>・ボス供試体による新設の構造体コンクリート強度測定要領（案）</u> [土木研究所] ・非破壊・局部破壊試験によるコンクリート構造物の品質検査に関する共同研究報告書（11）2008.3 ・共同研究報告書 379 号
	内部供試体（小径コア）	<u>・小径コア試験による新設の構造体コンクリート強度測定要領（案）</u> [土木研究所] ・非破壊・局部破壊試験によるコンクリート構造物の品質検査に関する共同研究報告書（8）2007.3 ・共同研究報告書 367 号
非破壊試験	超音波法	<u>・超音波試験 土研法による新設の構造体コンクリート強度測定要領（案）</u> [土木研究所] ・非破壊・局部破壊試験によるコンクリート構造物の品質検査に関する共同研究報告書（12）2008.3 ・共同研究報告書 380 号
	衝撃弾性波法	<u>・衝撃弾性波試験 iTECS 法による新設の構造体コンクリート強度測定要領（案）</u> <u>・衝撃弾性波試験 表面 2 点法による新設の構造体コンクリート強度測定要領（案）</u> [土木研究所] ・非破壊・局部破壊試験によるコンクリート構造物の品質検査に関する共同研究報告書（12）2008.3 ・共同研究報告書 380 号

なお、最新の測定要領については（国研）土木研究所HPを参照すること。

（国研）土木研究所HP：

<https://www.pwri.go.jp/jpn/results/offer/hihakai/conc-kyoudo.html>

(2) 「測定要領 3.2 事前準備 (3)検量線の作成」について

検量線の求め方の詳細な方法については、上記(1)に示す各試験法の測定要領を参照すること。ただし、検量線作成における円柱供試体を用いた圧縮強度試験の実施材齢は、下表を参考にすることができる。

表 1(1)検量線作成における円柱供試体を用いた圧縮強度試験の実施材齢
(現地測定の最長材齢が4週以下の場合)

	圧縮強度試験の実施材齢			
	材齢 1	材齢 2	材齢 3	材齢 4
普通セメント	1 週	2 週	3 週	4 週
高炉セメント B 種	1 週	2 週	3 週	4 週
早強セメント	3 日	1 週	3 週	4 週

表 1(2) (現地測定の最長材齢が4週を上回る場合)

	圧縮強度試験の実施材齢			
	材齢 1	材齢 2	材齢 3	材齢 4
普通セメント	1 週	2 週	4 週	4 週以降、13 週までの任意の 1 材齢 (注 1)
高炉セメント B 種	1 週	2 週	4 週	4 週以降、13 週までの任意の 1 材齢 (注 1)
早強セメント	3 日	1 週	4 週	4 週以降、13 週までの任意の 1 材齢 (注 1)

注 1) 最終回の圧縮強度試験の実施材齢は、工事で実施する非破壊試験の測定材齢を考慮し、適切な材齢を選択すること。

(3) 「測定要領 6.2 測定者」について

測定要領における、「測定者の有する技術・資格などを証明する資料」とは、以下に示す資料を指す。

資格証明書
講習会受講証明書
その他

(参考) 測定者の資格証明書 (例)

<外部供試体による試験>

ボス供試体の作製方法及び圧縮強度試験方法 (NDIS3424) 講習会 受講証明書
(一社) 日本非破壊検査協会

<小径コアによる試験>

ソフトコアリングシステムの実施に関する講習会 受講証明書

<超音波法>

(国研)土木研究所による講習会の受講証明書

<衝撃弾性波法(iTECS法)>

(一社)iTECS技術協会による講習会の受講証明書

<衝撃弾性波法(表面2点法)>

(国研)土木研究所による講習会の受講証明書

(4) その他

その他、具体的な方法については、「(解説)2.(1)」に示す各試験法の測定要領を参照すること。

3.測定データの記入について

各工事における測定データの測定データ記入様式は、別紙-1の様式によるものとする。
なお、提出様式については下記のホームページに掲載している。

ダウンロード先HP：<http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou.html>

また、測定データ記入様式への記載の具体的方法については、別紙-2の「測定データ記入要領」を参考に行うこと。

R I 計器を用いた盛土の締固め管理要領（案）

建設省技調発第 150 号

平成 8 年 8 月 16 日

大臣官房技術調査室長

R I 計器を用いた盛土の締固め管理要領（案）

目 次

1章 総 則

1.1 適用の範囲	1
1.2 目 的	1

2章 R I 計器による測定方法

2.1 計器の種類	2
2.2 検定方法	3
2.3 R I 計器による測定方法	5

3章 R I 計器による締固め管理

3.1 締固め管理指標	7
3.2 水分補正	7
3.3 礫に対するR I 計器の適用範囲	8
3.4 管理単位の設定及びデータ採取	9
3.5 管理基準値	10
3.6 データの採取方法	12
3.7 データの管理	12
3.8 是正処置	13

参 考 資 料

参 考 文 献

RI計器を用いた盛土の締固め管理要領(案)

1章 総 則

1.1 適用の範囲

本管理要領(案)は河川土工及び道路土工におけるR I計器を用いた盛土締固め管理に適するものとする。

【解説】

河川土工及び道路土工における盛土の締固め管理においては、これまで砂置換法が主として用いられてきたが、高速道路や一部のダムをはじめとしてR I計器が導入され、各業体においてR I計器を用いた締固め管理が標準化されつつある。

また、R I計器や測定方法の標準化に関しては、従来学会基準が改訂され、地盤工学会基準(JGS1614-1995)「R I計器による土の密度試験方法」が制定されるなど、本格的な導入に向けての環境も整備されてきた。

一方、現在及び将来とも数多くの高規格堤防や大規模な道路盛土の事業が進行または計画されており、一般の河川土工や道路土工も含めて合理的な締固め管理手法の導入が必要とされている。

そこで本管理要領(案)は、現場密度試験にR I計器を用いる場合にR I計器の持つ特長を最大限発揮させるべく、計器の基本的な取扱い方法やデータ採取、管理基準値の規定を行なうものである。

この基準に規定していない事項については、下記の基準・マニュアルを基準とする。

- ・「河川土工マニュアル」……………平成5年6月，(財)国土開発技術研究センター
- ・「道路土工-施工指針」……………昭和61年11月，(社)日本道路協会

1.2 目 的

本管理要領(案)は河川土工及び道路土工において、R I計器を用いた盛土の締固め管理を行う際のR I計器の基本的な取扱い方法、データの採取個数、管理基準値を定めることを目的とする。

【解説】

本管理要領(案)では、R I計器に関するこれまでの試験研究の成果を踏まえ、R I計器の基本的な取扱い方法や土質等による適用限界を示した。

また、本管理要領(案)ではデータの採取個数を規定した。砂置換法を前提とした管理では計測に時間がかかることから、かなり広い施工面積を1点の測定値で代表させており、盛土の面的把握という観点からは十分なものではなかった。一方R I計器は砂置換法に比べ飛躍的に測定時間が短くなっているため、従来1個の測定値で代表させていた盛土面積で複数回測定することができる。そこで本管理要領(案)では、盛土の面的管理の必要性とR I計器の迅速性を考慮してデータの採取個数を規定した。

2章 RI計器による測定方法

2.1 計器の種類

RI計器は散乱型及び透過型を基準とするものとし、両者の特性に応じて使い分けるもする。

【解説】

RI計器には一般に散乱型と透過型があり(図一1参照)、両者の特徴は以下の通りである。

(1) 散乱型RI計器

線源が地表面にあるため、測定前の作業が測定面の平滑整形だけでよく、作業性が良い。地盤と計器底面との空隙の影響を受けやすいので注意が必要である。

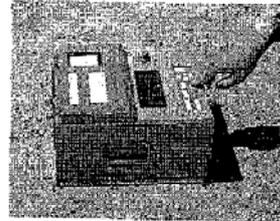
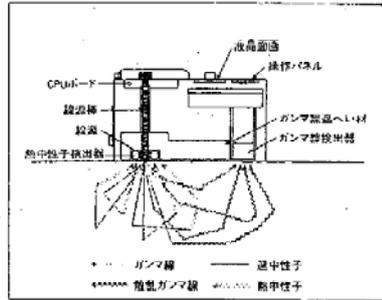
(2) 透過型RI計器

線源が長さ20cmの線源棒の先端付近にあり測定時には線源棒の挿入作業を伴うので散乱型に対して少し測定作業時間が長くなる。線源が地中にあるため、盛土面と計器底面との空隙の影響は比較的受けにくい。

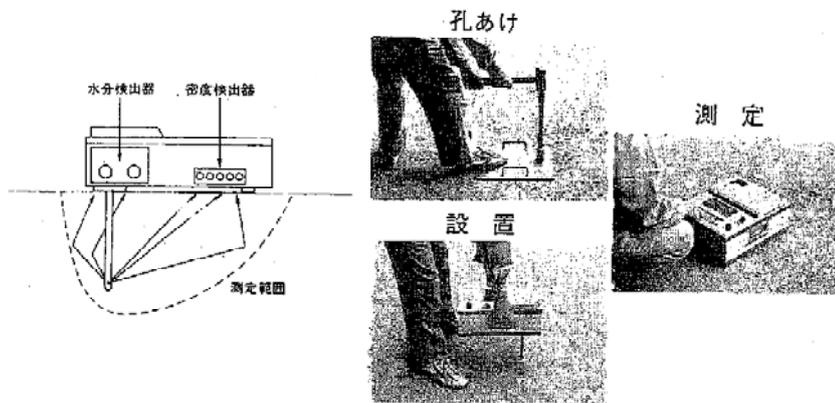
表一1 散乱型と透過型の比較例

項目	散乱型	透過型
線源	ガンマ線	コバルト-60
	中性子線	カリフォルニウム-252
検出器	ガンマ線	SCカウンタ×1
	中性子線	He-3カウンタ×2
測定方法	密度	ガンマ線後方散乱方式
	水分	熱中性子散乱方式
本体寸法	310×365×215mm	310×365×160mm
本体重量	25kg	11kg
測定範囲(深さ)	160~200mm	200mm
測定時間	標準体	5分
	現場	1分
測定項目	湿潤密度、水分密度、乾燥密度、含水比、空隙率、締固め度、飽和度(平均値、最大・最小値、標準偏差)	
電源	DC 6V内蔵バッテリー 連続8時間	DC 6V内蔵バッテリー 連続12時間
長所	<ul style="list-style-type: none"> ・孔あけ作業が不要 ・路盤などにも適用可能 ・感度が高く計測分解能力が高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・軽量で扱いやすい ・表面の凹凸に左右されにくい ・使用実績が多い
短所	<ul style="list-style-type: none"> ・測定表面の凹凸の影響を受けやすい ・礫の適用に注意を要する ・重い 	<ul style="list-style-type: none"> ・孔あけ作業が必要 ・礫に適用できない場合がある(削孔不可能な地盤) ・線源棒が露出している

これまでの研究によると散乱型と透過型の測定結果はどちらもほぼ砂置換法と同様であることが分かっており(参考資料参照)、基本的には機種による優劣はない。ただし、盛土材が礫質土の場合(礫の混入率が60%以上)、その使用には充分留意すること。(3.3参照)



① 散乱型



② 透過型

図一1 RI計器の概要

2.2 検定方法

使用するRI計器は正しく検定がなされたものであって、検定有効期限内のものでなければならぬ。

【解説】

放射線源が時間とともに減衰していくため、同じものを測定しても結果が異なってくる。因みに線源として一般に用いられているコバルト60(^{60}Co)やカリフォルニウム(^{252}Cf)の半減期はそれぞれ5.26年、2.65年である。

そのため標準体での値を基準にした計数率を定期的に調べておく必要がある。この計数率と測定する物体についての計数率(現場計数率)との比を計数率比(R)といい、計数率比と密度や含水量とに指数関数の関係がある。(図一2)

この関係を正しく検定したRI計器を使用しなければならない。

$$\text{計数率比 (R)} = \frac{\text{現場計数率}}{\text{標準体の計数率}}$$

$$\text{計数率比 (R)} = R_0 \exp(a \cdot X)$$

ここに、 R_0 と a は定数であり、 X は密度あるいは含水量を表す。

また、使用するR I計器のメーカーでの製作納入時、および線源交換時毎の検定結果を添付し、提出するものとする。

校正式の例を図-3(透過型)に示す。

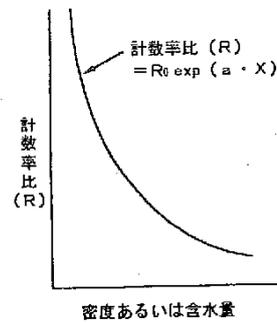
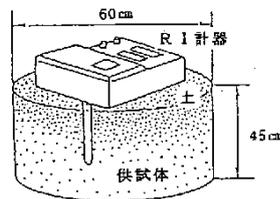
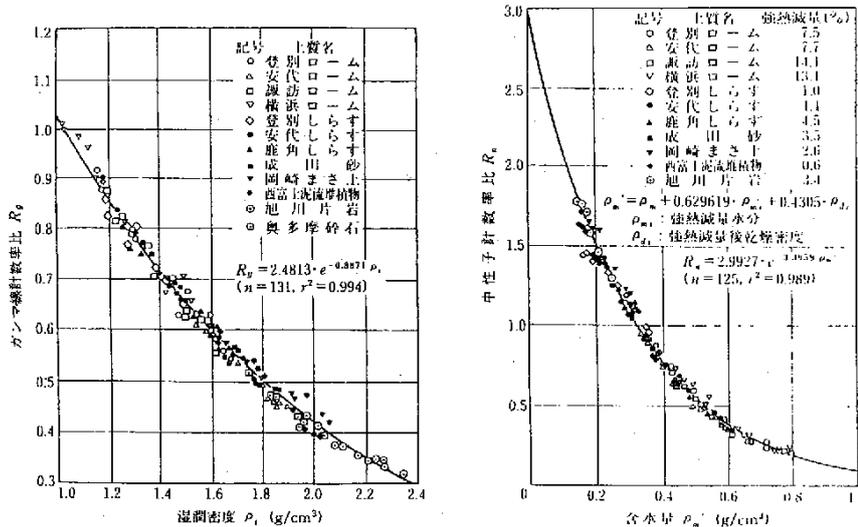


図-2 計数率比 (R) と密度および含水量の関係



10種類以上の土質を用いて、100点以上の供試体が作成されて関係が求められた。

図-3 計数率比と湿潤密度および含水量の検定例
(地盤工学会「地盤調査法」から引用)

2.3 RI計器による測定方法

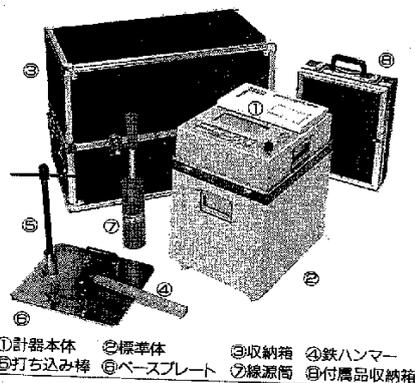
RI計器による測定は操作手順にしたがって正しく行わなければならない。

【解説】

(1) RI計器の構成

散乱型RI計器は計器本体だけで測定が可能であるが、透過型はRI計器本体、線源棒、標準体、線源筒、ハンマー、打ち込み棒、ベースプレートが必要である。

RI計器は現時点において供給体制が十分であるとは言えないため、使用にあたっては担当監督員と協議の上、散乱型あるいは透過型RI計器を選定し使用するものとする。



①計器本体 ②標準体 ③収納箱 ④鉄ハンマー
⑤打ち込み棒 ⑥ベースプレート ⑦線源筒 ⑧付属品収納箱

図-4 計器の構成例（透過型）

(2) 測定手順

測定手順は一般に図-5のようになる。

(3) 測定上の留意点

- 1) 計器の運搬は激しい衝撃や振動を与えないよう十分注意して行う。
- 2) 充電は十分しておく。
- 3) RI計器の保管場所は過酷な温度条件とならないところでなければならない。特に夏の自動車の車内は要注意である。また、室内外の寒暖差が大きいところでは、結露に注意すること。
- 4) 標準体での測定時には、標準体は壁や器物から1.5m以上離れたところにおいて行う必要がある。

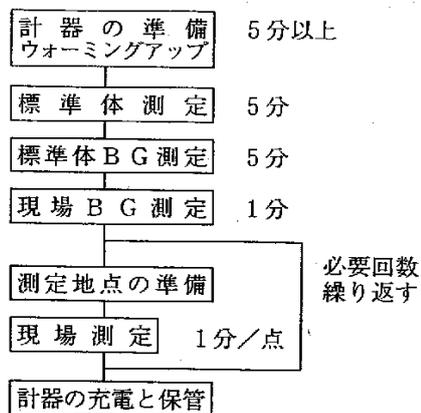
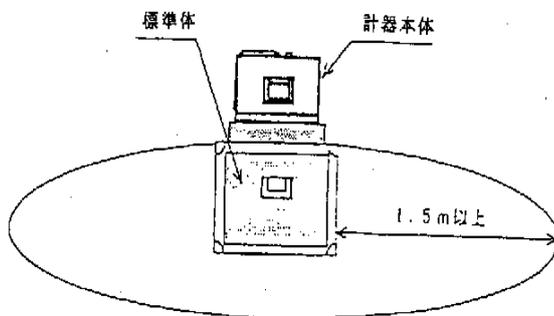
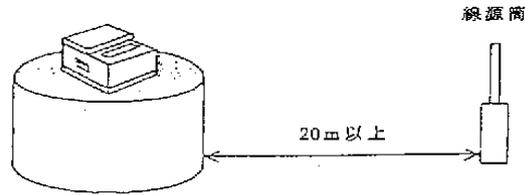


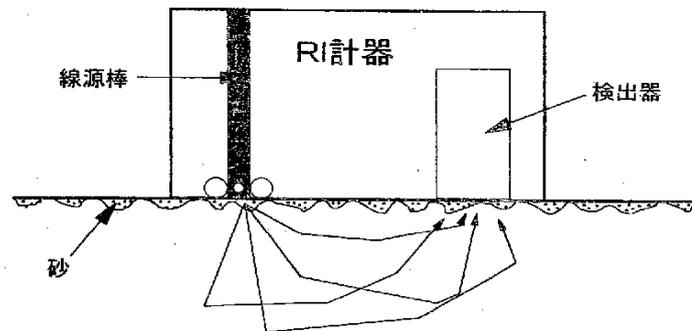
図-5 測定の手順の例



- 5) 自然放射線の影響を除くためバックグラウンド測定を行う時、線源は少なくとも20m以上遠ざける必要がある。



- 6) 現場での測定地点は出来るだけ平滑にすることが大事である。特に散乱型は測定面と計器底面との間に空隙を生じると測定結果に大きな影響を与えるため特に注意が必要である。
- 7) 測定表面を平滑にするために鉄板や装備のプレート等を使用するが、表面を削り過ぎて測定対象層より深い深度のデータを取ることをしないよう注意が必要である。なお、レキ分が多く、削ることにより平坦性を確保する事が困難な場合は、砂などをひき平滑にする。



測定表面の平滑化→測定値の信頼性向上

- 8) 一測定は施工当日を原則としているので、気象変化には十分注意し3章に示したデータの採取数を同日に確保することを心掛ける必要がある。
- 9) 測定能率を上げ、一つ一つのデータの採取時間を短縮するために、測定ポイントの地点出し、表面整形、測定、記録と流れ作業化することが望ましい。
- 10) 平均値管理を基本としているため、一つ一つのデータのバラツキにあまり神経質になり過ぎ、測定や施工を無為に遅らせることのないよう注意することも管理者として必要である。

3章 R I計器による締固め管理

3.1 締固め管理指標

締固め度および空気間隙率による管理を行うものとし、盛土材料の75 μ mふるい通過率によりその適用区分を下記のとおりとする。

75 μ mふるい通過率が20%未満の礫質土及び砂質土の場合	75 μ mふるい通過率が20%以上50%未満の砂質土の場合	75 μ mふるい通過率が50%以上の粘性土の場合
締固め度による管理	締固め度による管理または空気間隙率による管理	空気間隙率による管理

【解説】

ここでは河川土工マニュアルに準じて、75 μ mふるい通過率が20%未満の砂礫土及び砂質土の場合は締固め度による管理、50%以上の粘性土の場合は空気間隙率による管理を原則とし、その中間においては自然含水比など、使用土砂の状況から判断してどちらによる管理を採用するか判断するものとする。

なお、河川土工マニュアルおよび道路土工一施工指針には飽和度による管理の規定も記載されているが、飽和度はバラツキが大きいことから、ここでは飽和度による管理は省いている。

3.2 水分補正

現場でR I計器を使用するためには、予め土質材料ごとに水分補正を行う必要がある。土質材料ごとの水分補正值を決定するため水分補正值決定試験現場で実施しなければならない。

【解説】

(1)水分補正值

R I計器が測定する水分量は、炉乾燥法(JIS-A1203)で求められる水分量のみでなく、それ以外の結晶水や吸着水なども含めた、土中の全ての水分量に対応するものである。従って、結晶水や吸着水に相当する量を算出して補正する必要がある。

R I計器では、これらを補正するために、乾燥密度と強熱減量を考慮した校正式が組み込まれている。土質材料ごとの強熱減量試験を一般の現場試験室で実施することは難しいので、現場でR I計器による測定と含水量試験を同一の場所の同一材料で実施し、水分補正を行うものとする。

R I計器は測定した計数比率と校正定数から、強熱減量を1%ごとに変化させて、そのときの含水比を推定計算した結果を印字する機能を有している計器を用いる必要がある。この計算結果と含水量試験による含水比から、その土質材料に対応する強熱減量値を水分補正值と称す。

(2)現場水分補正決定試験の手順例

- 1)現場の盛土測定箇所でのR I計器の測定準備。
 - a)標準体測定

- b) 標準体BG測定
 - c) 現場BG測定
 - d) 測定箇所整形および均し
 - e) RI計器を測定箇所に設置
- 2) 「現場密度」の測定を行う。
 - 3) 測定が終了したら、水分補正值-含水比の対応表を表示、印字する。
 - 4) RI計器の真下の土を1kg以上採取する。
(深さ15cm程度まで採取し混合攪拌する)
 - 5) 採取した土の含水量試験を実施する。
 - 6) 含水量試験の含水比に近い含水比に対応する水分補正值を読みとる。
 - 7) RI計器に水分補正值を設定する。
 - 8) 土質材料が変わらない限り水分補正值を変更してはならない。

3.3 礫に対するRI計器の適用範囲

1. 盛土材料の礫率が60%以上で、かつ細粒分(75 μ mふるい通過率)が10%未満の場合は原則として散乱型RI計器による管理は行わないものとする。
2. 径10cm以上の礫を含む盛土材料の場合には、散乱型及び透過型RI計器による管理は行わないものとする。

【解説】

(1) 礫率に対する適用範囲

散乱型については礫率(2mm以上の粒径の土が含まれる重量比)が70%を越えると急激な測定値の精度が低下する室内実験結果(実測値との相違、標準偏差の増加など)がある。また、現場試験においても礫率が65%~70%を越えると標準偏差が増加する傾向であった。これは礫が多くなると測定地点の表面整形がしにくくなり平滑度が低くなるため、特に散乱型の場合はこの平滑度が測定結果に大きく影響を受けるためである。

ここでは、施工管理における適用範囲であることから限界を安全側にとり、礫率60%未満を散乱型の適用範囲とした。なお、透過型は礫率60%以上でも適用可能としているが、線源棒の打ち込みに支障となる場合があり注意を要する。

(2) 礫径に対する適用範囲

大きな礫が含まれる盛土材料の場合にはRI計器による測定値に大きなバラツキがみられ、値が一定しないことが多い。これは礫率のところでも述べたように表面の平滑度の問題である。

すなわち、礫径の大きなものが含まれる盛土材料では表面の平滑度が保てず、測定結果に影響を及ぼすため礫径に対する適用範囲を設けた。

ここでは一層仕上り厚さが通常20cm~30cmであることも考慮して、層厚の1/2~1/3にあたる10cmをRI計器の適用範囲とした。

ただし、やむを得ずRI計器による管理を行う場合は、散乱型・透過型とも監督官と協議の上、現地盛土試験より種々の基準値、指標を決定するものとする。

3.4 管理単位の設定及びデータ採取

1. 盛土を管理する単位(以下「管理単位」)に分割して管理単位毎に管理を行うものとする。
2. 管理単位は築堤、路体、路床とも一日の一層当たりの施工面積を基準とする。管理単位の面積は1,500㎡を標準とする。
また、一日の施工面積が2,000㎡以上の場合、その施工面積を2管理単位以上に分割するものとする。
3. 各管理単位について原則15個のデータ採取を行い、平均してその管理単位の代表値とする。
ただし、一日の施工面積が500㎡未満であった場合、データの採取数は最低5点を確保するものとする。
4. データ採取はすべて施工当日に行うことを原則とする。
5. 一日の施工が複数層に及ぶ場合でも1管理単位を複数層にまたがらせることはしないものとする。
6. 土取り場の状況や土質状況が変わる場合には、新規の管理単位として取り扱うものとする。

【解説】

(1) 管理単位を日施工面積で規定したことについて

従来、管理単位は土工量(体積)を単位として管理していた。しかし、締固めの状態は面的に変化することから盛土の面的な管理を行う必要があり、施工面積によって管理単位を規定した。

また、その日の施工はその日に管理するのが常識であることから、1日の施工面積によって管理単位を規定するのが妥当と考えられる。

(2) 管理単位の規定について

平成4年度の全国的なアンケート結果によると日施工面積は、500～2,000㎡の間に多く分布しており、特に1,500㎡くらいの施工規模が標準的であった。

また、1台の締固め機械による1日の作業量は2,000～2,500㎡が最大であることから、管理単位の面積を原則1,500㎡とした。

(3) データの採取個数の規定について

データの採取個数は3.5の解説に示したように、観測された土層のバラつきからサンプリングの考え方に基づき算定されたもので、概ね15個となった。この考え方によれば、計測個数を増やせば、管理の精度(不合格な部分が生じない安全度)は高くなるが、あまり測定点を増やすと測定作業時間が長引いてR I計器のメリットの一つである迅速性が発揮されなくなることから15点とした。

現場での測定に当たってはこの1,500㎡で15点を原則として考えるが、単位面積に対しての弾力性を持たせ、1日の施工面積500～2,000㎡までは1,500㎡とほぼ同等とみなし15点のデータ採取個数とした。

一方、1日の施工面積が500㎡未満の場合は15点のデータ採取とするとあまりにも過剰な管理になると考えられるので最低確保個数を5点とした。

また、管理単位が面積で規定し難い場合(土工量が多いが構造物背面の埋立てや柱状の盛土等)は、土工量の管理でも良いものとする。

なお、1管理単位当りの測定点数の目安を下表に示す。

面積(㎡)	0～500	500～1000	1000～2000
測定点数	5	10	15

3.5 管理基準値

R I計器による管理は1管理単位当りの測定値の平均値で行う。なお、管理基準値は1管理単位当りの締固め度の平均値が90%以上とする。

【解説】

(1) 管理基準値について

R I計器を用いて管理する場合は、多数の測定が可能であるR I計器の特性を生かして、平均値による管理を基本とする。上の基準を満たしていても、基準値を著しく下回っている点が存在した場合は、監督員の判断により再転圧を実施するものとする。

締固め度による規定方式は早くから使用されており、実績も多いが、自然含水比が高く施工含水比が締固め度の規定範囲を超えているような粘性土では適用し難い問題がある。そのため、3.1に示すように粘性土では空気間隙率、砂質土は締固め度あるいは空気間隙率により管理する。空気間隙率により管理する場合の管理基準値は河川土工マニュアル、道路土工指針に準ずるものとする。

<参考>

河川土工マニュアル、道路土工指針の管理基準値(空気間隙率)

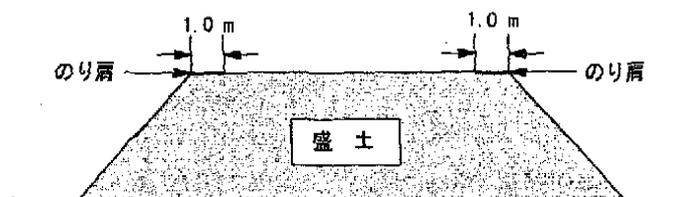
[凡例] W_{opt} :最適含水比

基準名	河川土工マニュアル		道路土工-施工指針	
	河川堤防		路 体	路 床
空気間隙率(V_a)による基準値	<ul style="list-style-type: none"> ・砂質土 [SF] $25\% \leq 74 \mu m < 50\%$ $V_a \leq 15\%$ ・粘性土 [F] $2\% < V_a \leq 10\%$ 		<ul style="list-style-type: none"> ・砂質土 $V_a \leq 15\%$ ・粘性土 $V_a \leq 10\%$ 	—
備 考	施工含水比の平均が90%の締固め度の得られる含水比の範囲の内 W_{opt} より湿潤側にあること。		同 左	施工含水比の平均が W_{opt} 付近にあること。少なくとも90%の締固め度の得られる含水比の範囲の内にあること。

(2) 測定位置

測定位置の間隔の目安として、100m²(10m×10m)に1点の割合で測定位置を決定する。構造物周辺、盛土の路肩部及び法面の締固めが、盛土本体の転圧と同時にされる場合、次のような点に留意する。

- ①構造物周辺でタイヤローラなどの転圧機械による転圧が不可能な場合は別途管理基準を設定する。
- ②特にのり肩より1.0m以内は本管理基準の対象とせず、別途締固め管理基準を設定する。



基準となる最大乾燥密度 ρ_{dmax} の決定方法

現行では管理基準値算定の分母となる最大乾燥密度は室内締固め試験で求められている。締固め試験は、材料の最大粒径などでA, B, C, D, E法に分類されており、試験法(A～E法)により管理基準値が異なる場合(路床)もあるため注意を要する。

表-2 室内締固め試験の規定
(地盤工学会編:土質試験法より抜粋)

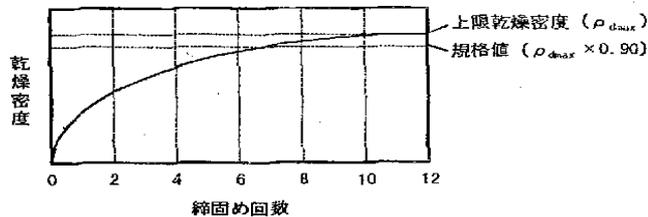
呼び名	ランマー重量 (kg)	モールド内径 (mm)	突き固め層数	1層当たりの 突き固め回数	許容最大粒径 (mm)
A	2.5	10	3	25	19
B	2.5	15	3	55	37.5
C	4.5	10	5	25	19
D	4.5	15	5	55	19
E	4.5	15	3	92	37.5

しかし、最大乾燥密度は、種々の材料や施工条件により決定しにくく、一定の値として限定できない場合もある。よって、下記のような条件では、試験盛土より最大乾燥密度を決定すべきである。

- a) 数種類の土が混在する可能性のある材料を用いる場合。
- b) 最大粒径が大きく、レキ率補正が困難で、室内締固め試験が実施できないようなレキ質土材料を用いる場合。
- c) 施工含水比が最適含水比より著しく高い材料を用いる場合
- d) 上記以外の盛土材が種々変化する場合は、試験盛土で基準値を決定する管理や工法規定により管理する。

＊＜試験施工の実施例＞

- ①規定値は試験施工により、所定の材料、締固め機械、締固め回数より算定し決定する。
- ②締固め回数を2, 4, 8, 10, 12回と変化させ締固めを行い、各々の締固め段階での乾燥密度を15点測定し、その平均値を求め、上限乾燥密度を求める。



- ③上限乾燥密度を最大乾燥密度と定義し、その規格値 ($D_c \geq 90\%$) で管理する。
- ④材料の混合率など、層や場所等で変化する場合はそれぞれ材料で同様の試験施工を行うか、もしくは、その材料に適合した校正式を別途定め、R I計器に設定する必要がある。
- e) 締固め度が100%をたびたび越えるような測定結果が得られる場合、突固め試験の再実施や盛土試験を実施した新たな基準を決定する。
- f) 改良土(セメント系、石灰系)特殊土の管理基準値一は試験盛土により決定する。また、改良土の場合は材令によっても変化するため、試験方法や管理基準値について別途定められた特記仕様書に準ずるものとする。

3.6 データの採取方法

データの管理単位各部から偏りなく採取するものとする。

【解説】

盛土を面的な管理として行う目的から、管理単位各部から偏りなくデータを採取するものとする。

3.7 データの管理

下記の様式に従って管理記録をまとめるものとする。

- 1. 工事概要……………様式-1
- 2. 材料試験結果……………様式-2
- 3. 施工管理データ集……………様式-3

また、現場で測定したデータは原則としてプリンター出力結果で監督員に提出するものとする。

【解説】

各様式については以下の要領でまとめる。

様式-1 工事概要……………工事毎

様式-2 材料試験結果……………材料毎

様式-3 施工管理データ集……測定機器毎に管理単位面積毎(但し、再締固めを行なった場合は締固め毎)

3.8 是正処置

施工時において盛土の管理基準値を満たさない場合には、適正な是正処理をとるものとする。

【解説】

- (1)現場での是正処置として、転圧回数を増やす、転圧機械の変更、まき出し厚の削減、盛土材料の変更、及び気象条件の回復を待つなどの処置をとる。
- (2)盛土の土質が管理基準の基となる土質と異なっている場合には、当然基準値に当てはまらないので、締固め試験を行なわなければならない。
- (3)礫の多い材料や表面整形がうまくできなくて、R I計器の測定値が著しくバラつく場合などには、砂置換などの他の方法によることも是正処理としてあり得るものとする。
- (4)是正処置の判断は、その日の全測定データをみて、その日の品質評価を行い、是正処置が必要な場合翌日以降の施工方法を変更する。
全体を見通した判断が要求され、一日単位程度の是正処置を基本とする。
ただし、過度に基準値を下回る試験結果がでた場合、現場での判断により転圧回数を増すなどの応急処置をとるものとする。処置後はR I計器で再チェックを行う。
- (5)是正処置の詳細については、監督員と協議するものとする。

盛土工事概要

工事名称			
施工場所			
地建名		事務所名	
施工業者		工事期間	
盛土種類	1. 道路路体 2. 道路路床 3. 河川堤防 4. その他 ()		
総土工量 (m ³)	(m ³)	平均日施工量 (m ³)	(m ³)
平均施工面積	(m ²)	最大施工面積	(m ²)
最小施工面積	(m ²)	まき出し厚さ	
転圧回数		仕上がり厚さ	
転圧機械	機種		規格または仕様
平均日施工時間 ¹⁾		施工可能時間 ²⁾	
施工管理に要した時間	砂置換法		R I法
<工事の概要>			
<断面図>			

1) 盛土工事を行なった1日の平均時間

2) 開始時間から終了時間まで(休憩時間、昼食時間を含まず)

材 料 試 験 結 果

様式-2

No. _____

材	自然含水比 ^{**} W_n (%)		(%)	
	土粒子の比重 G_s			
レキ	礫比重 G_b			
	含水量 W_a (%)		(%)	
最大粒径 (mm)			(mm)	
料 試 験 成 果	粒 度 組 成	レ	37.5 mm 以上	(%)
			19.0 ~ 37.5 mm	(%)
		キ	9.5 ~ 19.0 mm	(%)
			4.75 ~ 9.5 mm	(%)
		分	2.0 ~ 4.75 mm	(%)
			合 計	(%)
	砂分 75 μ m ~ 2.0 mm			(%)
	細粒分 75 μ m 以下			(%)
結 果	コン シ ス テ ン シ	液性限界 W_L (%)	(%)	
		塑性限界 W_P (%)	(%)	
		塑性指数 I_P		
		強熱減量 I_s (%)	(%)	
最大乾燥密度 $\rho_{d_{max}}$			(t / m ³)	
最適含水比 W_{opt} (%)			(%)	
土 の 分 類	日 本 統 一 土 質 分 類			
	俗 称 名			
改 良 材	土 質 改 良 材 の 種 類			
	添 加 量 (対 乾 燥 密 度)			
試 料 の 準 備 お よ び 使 用 方 法		a b c		
締 固 め 試 験 の 種 類 (JIS A1210-1990)		A B C D E		

*) ある程度以上の粒径を取り除いた室内用の試料ではなく、なるべく盛土に近い試料の含水比を得る観点から、室内突固め試験に用いる土ではなく現場から採取した土を使用する。

参 考 資 料
(図 一 覧)

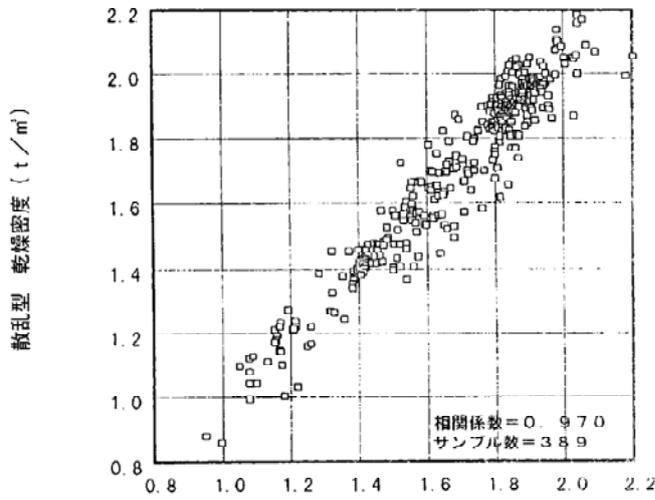


図-1 砂置換と散乱型の相関 (乾燥密度・全データ)

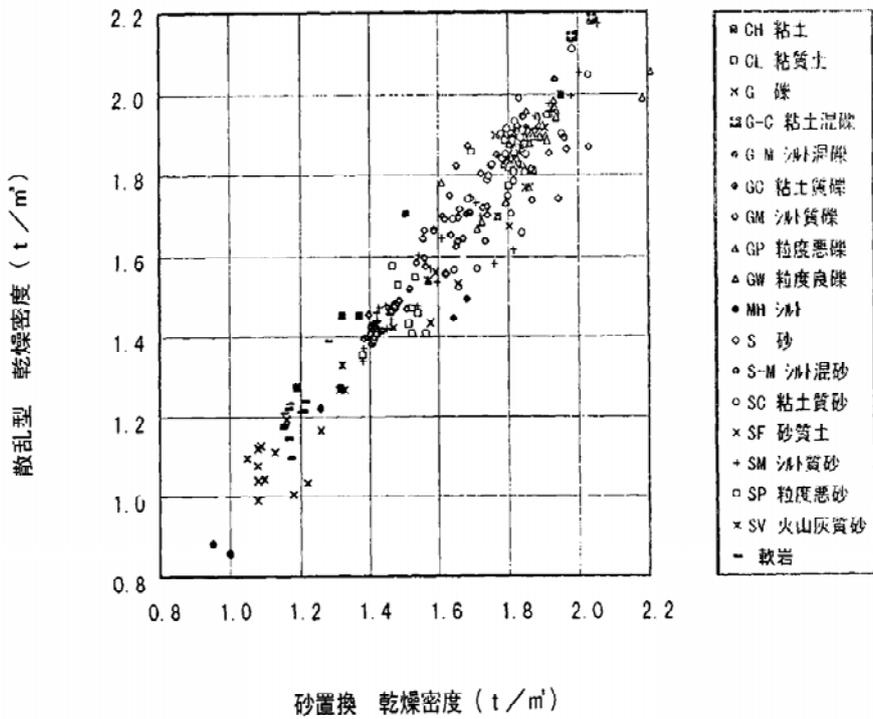


図-2 砂置換と散乱型の相関 (乾燥密度・土質別データ)

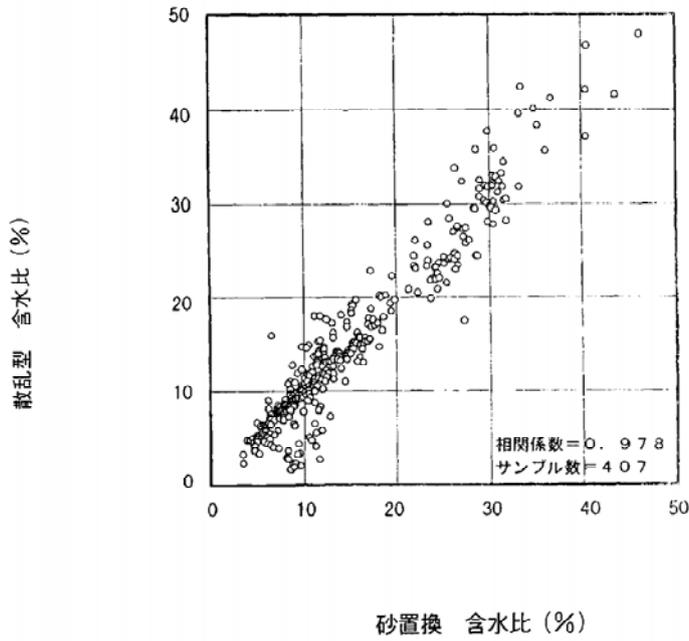


図-3 砂置換と散乱型の相関 (含水比・全データ)

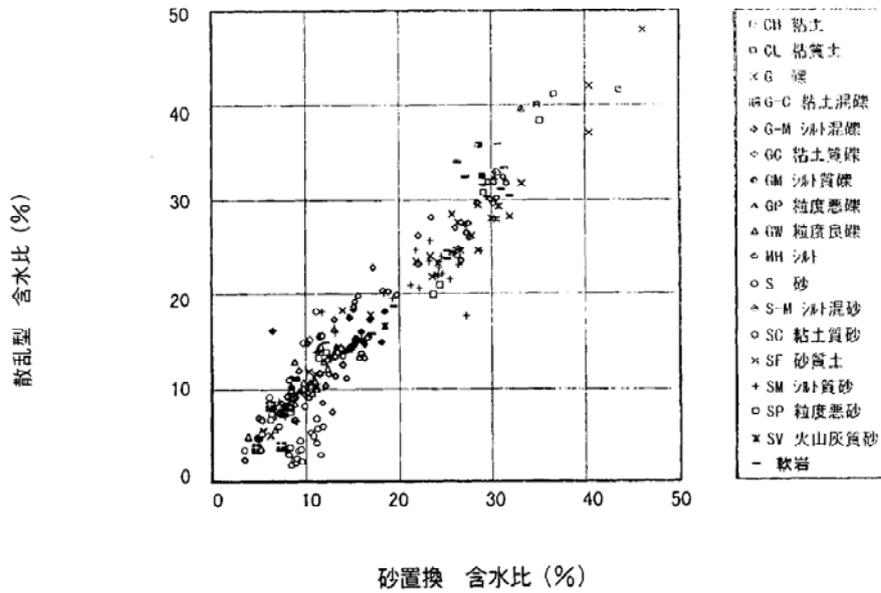
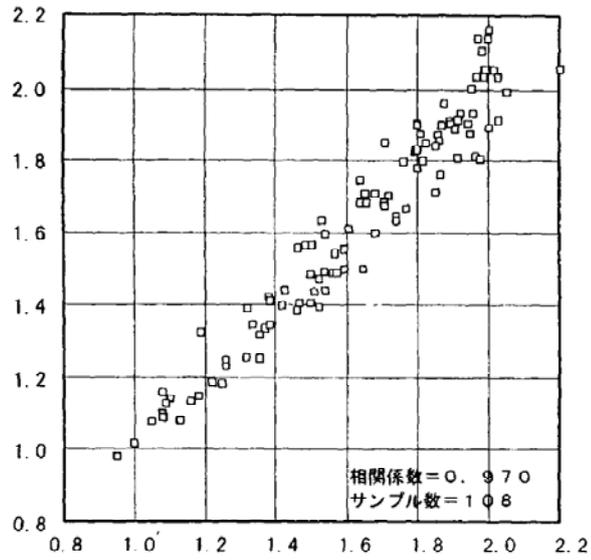


図-4 砂置換と散乱型の相関 (含水比・土質別データ)

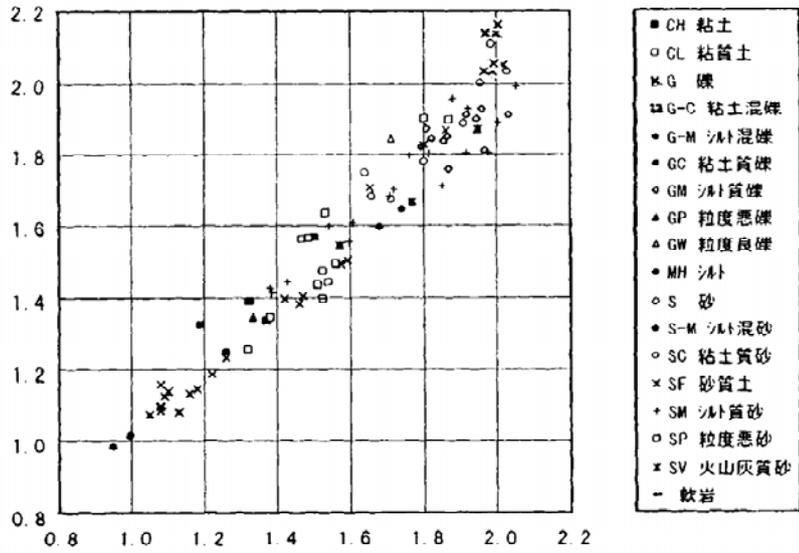
透過型 乾燥密度 (t/m³)



砂置換 乾燥密度 (t/m³)

図-5 砂置換と透過型の相関 (乾燥密度・全データ)

透過型 乾燥密度 (t/m³)



砂置換 乾燥密度 (t/m³)

図-6 砂置換と透過型の相関 (乾燥密度・土質別データ)

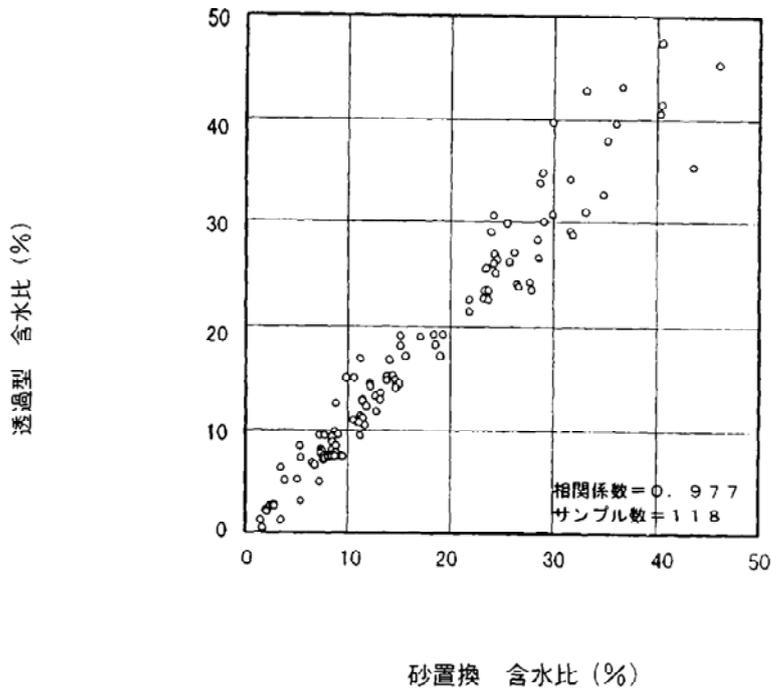


図-7 砂置換と透過型の相関 (含水比・全データ)

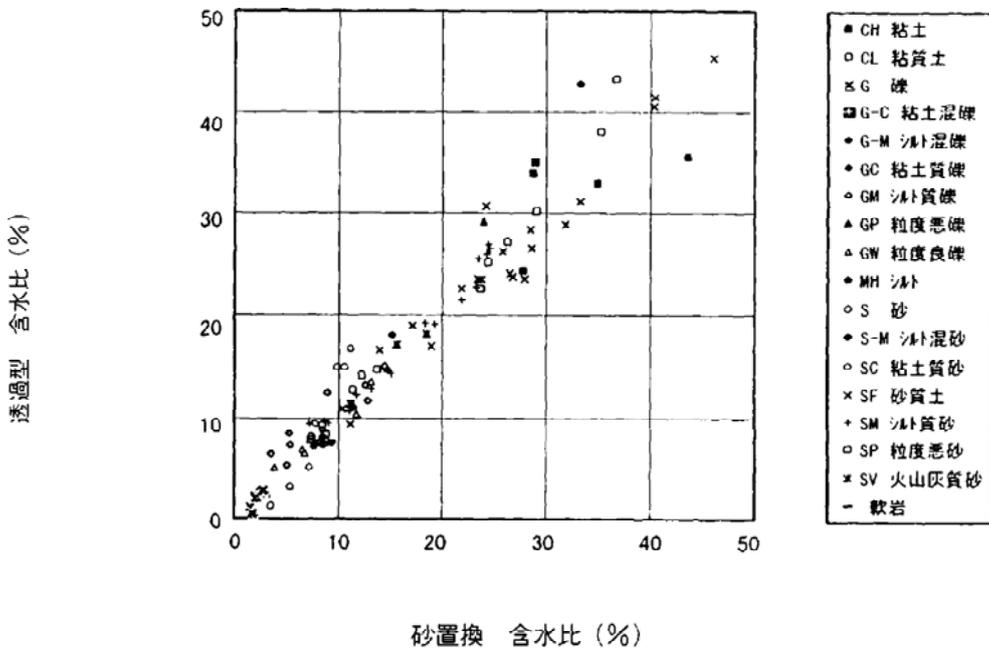
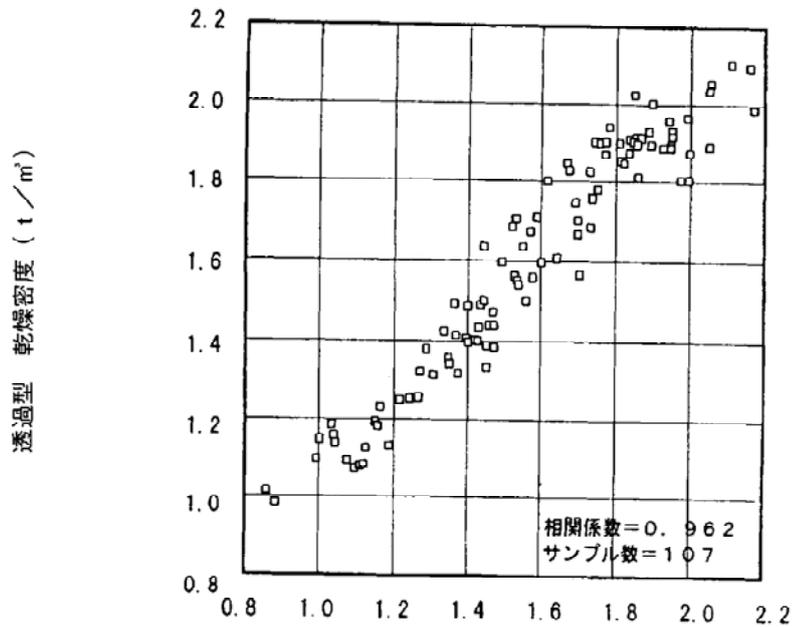
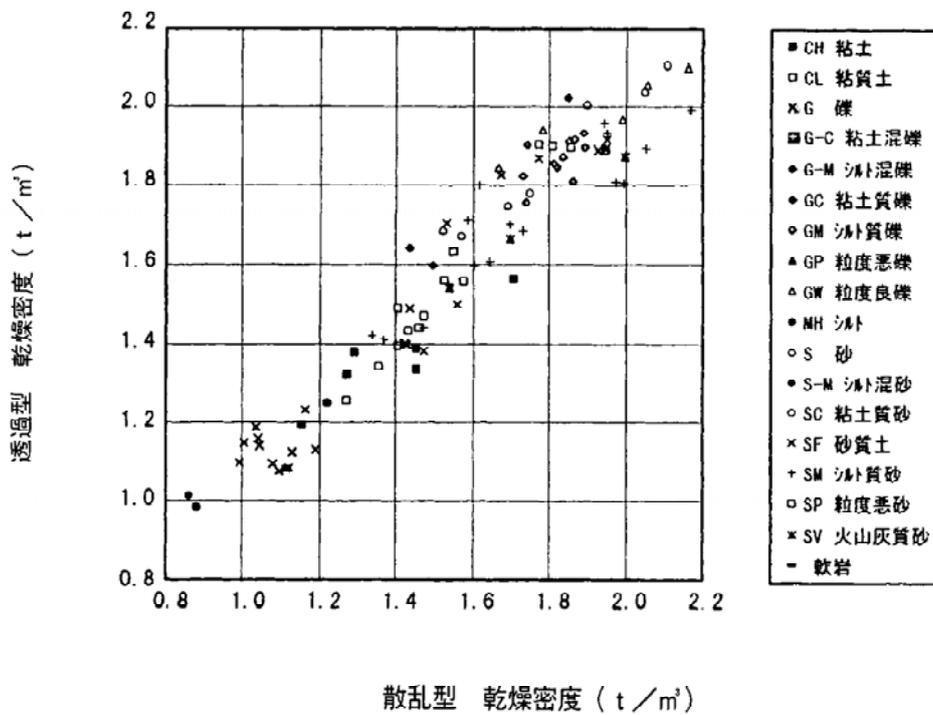


図-8 砂置換と透過型の相関 (含水比・土質別データ)



散乱型 乾燥密度 (t/m³)

図-9 散乱型と透過型の相関 (乾燥密度・全データ)



散乱型 乾燥密度 (t/m³)

図-10 散乱型と透過型の相関 (乾燥密度・土質別データ)

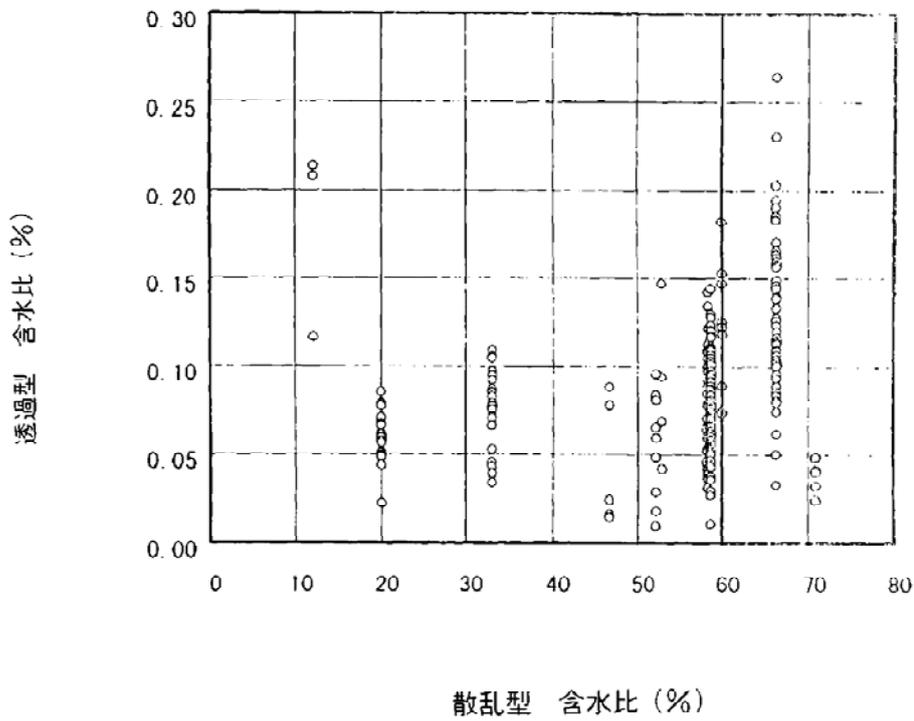


図-11 散乱型と透過型の相関 (含水比・全データ)

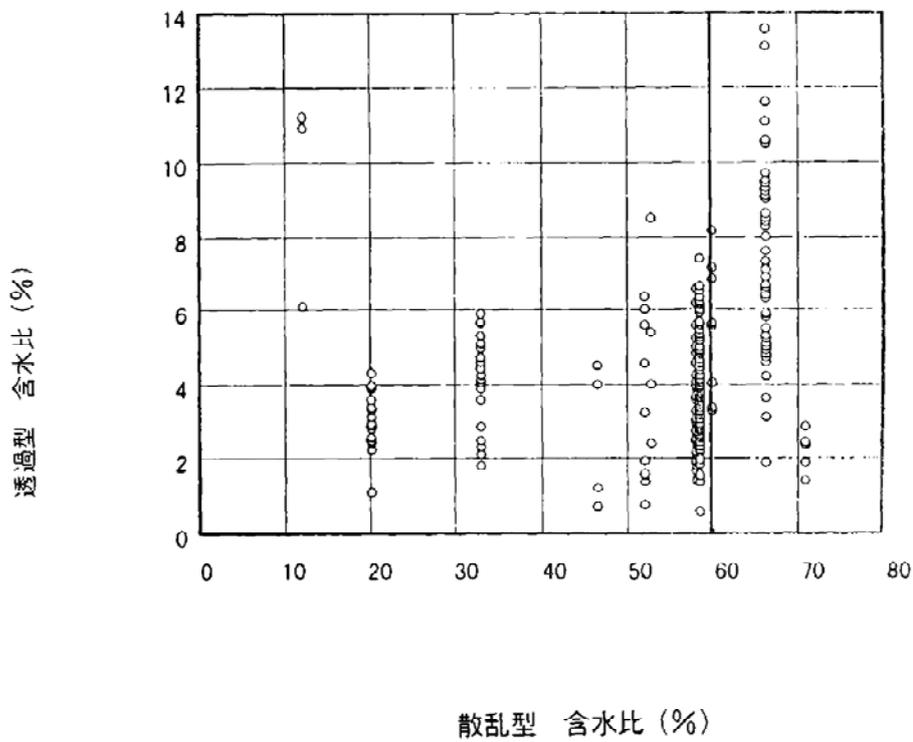


図-12 散乱型と透過型の相関 (含水比・土質別データ)

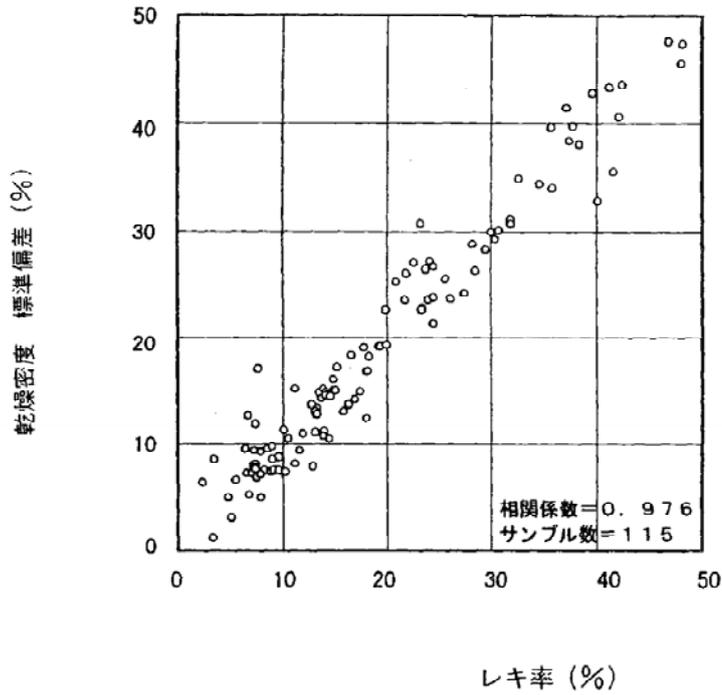


図-13 レキ率と乾燥密度（標準偏差）の関係〔散乱型〕

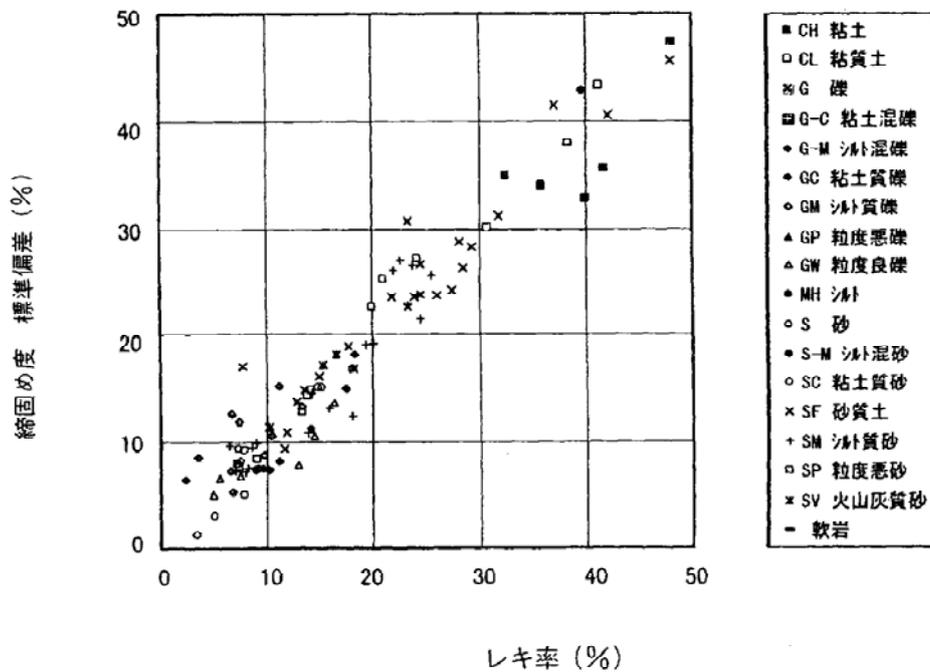


図-14 レキ率と締固め度（標準偏差）の関係〔散乱型〕

参 考 文 献

- 1) 国土開発技術研究センター：河川土工マニュアル, 1993.
- 2) 日本道路協会：道路土工－施工指針, 1986.
- 3) 嶋津, 吉岡, 武田：R I利用による土の現場密度・含水量の測定, 土木研究所資料第434号, 1969.
- 4) 嶋津, 吉岡, 武田：R I利用による土の現場密度・含水量の測定(第2報), 土木研究所資料第580号, 1970.
- 5) 高速道路技術センター：ラジオアイソトープによる盛土管理手法の研究報告書, 1984.
- 6) 建設省：エレクトロニクス利用による建設技術高度化システムの開発概要報告書, 1988.
- 7) 建設省：第43回建設省技術研究発表会共通部門指定課題論文集, pp. 8-25. 1989.
- 8) 建設省土木研究所ほか：土工における合理化施工技術の開発に関する共同研究報告書, 1992.
- 9) 地盤工学会：地盤調査法, 1995.
- 10) 地盤工学会：土の締固めと管理, 1991.
- 11) 国土開発技術研究センター：盛土締固め管理手法検討会報告書, 1995.

T S ・ G N S S を用いた盛土の締固め
管理要領

令和 2 年 3 月

国土交通省

はじめに

近年、コンピュータや通信技術などの情報化分野で急速な技術革新を背景に、建設産業でもこれらの情報通信技術を活用し、合理的な建設生産システムの導入・普及の促進により、労働集約型産業から知識・技術集約的産業へ、そしてより魅力的な産業へと変革していくことが期待されている。

国土交通省では、このような背景の下、情報通信技術を建設施工に適用し多様な情報の活用を図ることにより、施工の合理化を図る建設生産システムである情報化施工について、その普及を図るため産学官で構成される情報化施工推進会議を設置し、平成20年7月には情報化施工推進戦略を策定し普及推進を図るとともに、普及に向けた課題に取り組んでいるところである。

情報化施工は、情報通信技術の適用により高効率・高精度な施工を実現するものであり、工事施工中においては、施工管理データの連続的な取得を可能とするものである。そのため、施工管理においては従来よりも多くの点で品質管理が可能となり、これまで以上の品質確保が期待される。

施工者においては、実施する施工管理にあつては、施工管理データの取得によりトレーサビリティが確保されるとともに、高精度の施工やデータ管理の簡略化・書類の作成に係る負荷の軽減等が可能となる。また、発注者においては、従来の監督職員による現場確認が施工管理データの数値チェック等で代替可能となるほか、検査職員による出来形・品質管理の規格値等の確認についても数値の自動チェックが今後可能となるなどの効果が期待される。

本要領は、TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理技術を適用し施工管理を行う場合に必要な事項について、とりまとめたものである。

TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理技術は、従来の締固めた土の密度や含水比等を点的に測定する品質規定方式を、事前の試験施工において規定の締固め度を達成する施工仕様（まき出し厚、締固め層厚、締固め回数）を確定し、実施工ではその施工仕様に基づき、まき出し厚の適切な管理、締固め回数の面的管理を行っていく工法規定方式にすることで、品質の均一化や過転圧の防止等に加え、締固め状況の早期把握による工程短縮が図られるものである。

本要領を用いた施工管理の実施にあたっては、本要領の主旨、記載内容をよく理解するとともに、実際の施工管理においては、施工現場・施工範囲に適した管理手法を選択し機器の適切な調達及び管理等を行うとともに、適切な施工管理の下で施工を行うものとする。

今後、現場のニーズや本技術の目的に対し、更なる機能の開発等技術的發展が期待され、その場合、本要領についても開発された機能・仕様に合わせて改定を行うこととしている。

なお、本要領は、発注者が行う監督・検査に関する要領と併せて作成しており、監督・検査については、TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理の監督・検査要領を参照していただきたい。

目 次

第1章	総則	1
1.1	目的	1
1.2	適用の範囲	3
1.3	管理項目	6
1.4	用語の説明	7
第2章	準備工における管理・確認	10
2.1	適用条件の確認	10
2.2	システム運用障害に関する事前調査	12
2.3	使用機器の確認	14
2.4	機能の確認	17
2.5	精度の確認	18
2.6	システム確認結果の資料作成・提出	19
2.7	システムの設定	21
2.8	試験施工	23
2.9	土質試験・試験施工結果の資料作成・提出	28
第3章	盛土施工における管理・確認	29
3.1	盛土材料の品質	29
3.2	材料のまき出し	30
3.3	締固め	32
3.4	現場密度試験	33
3.5	盛土施工結果の資料作成・提出	33
第4章	発注者への提出書類等	37
4.1	監督に関する書類の提出	37
4.2	検査に関する書類の提出	38
参考資料	本管理要領による管理を実施するために必要なシステムの機能	39
	：事前確認チェックシート	44

第1章 総 則

1.1 目 的

本管理要領は河川土工及び道路土工等において、TS又はGNSSを用いて盛土の締固め管理を行う際のシステムの基本的な取り扱いや施工管理方法及びデータ取得、締固め回数の確認方法を定めることを目的とする。

【解説】

本管理要領では、TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理システムに関するこれまでの試験研究の成果を踏まえ、それぞれのシステムの基本的な取り扱い方法や土質及び現場条件等による適用限界を示し、また、システムの特徴を考慮したデータ取得並びにまき出し厚、締固め層厚及び締固め回数の確認・把握方法を規定した。

現行の砂置換法及びRI計法による盛土の品質管理は、締固め後の現場密度を直接計測し、盛土の品質を締固め度で管理するものであるが、これらの方法は広い面積を点の測定値で代表させており、また適用できる土質の粒径が、砂置換法では最大53mmまで、RI計法では最大100mmまでが限度となっている。

一方、TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理システムによる品質管理は、盛土の現場密度を直接測定するものではなく、事前に試験施工を行い、適切なまき出し厚と締固め回数を決定し、本施工において層厚管理と回数管理が確実に履行されたことを管理する方法で、施工と同時にオペレータが車載パソコンのモニターで締固め回数分布図を確認することにより、盛土全面の締固め回数を管理することができる。加えてこれまで適切な品質管理が難しかった岩塊盛土（締固め度による管理ができない盛土材料）に対しても適切な回数設定した上で適用できることや人為的なミスが少なく、均一な締固めができるなどの特徴も有している。

本手法適用のメリットを図1.1に、従来の管理手法との手順についての比較を図1.2に示す。

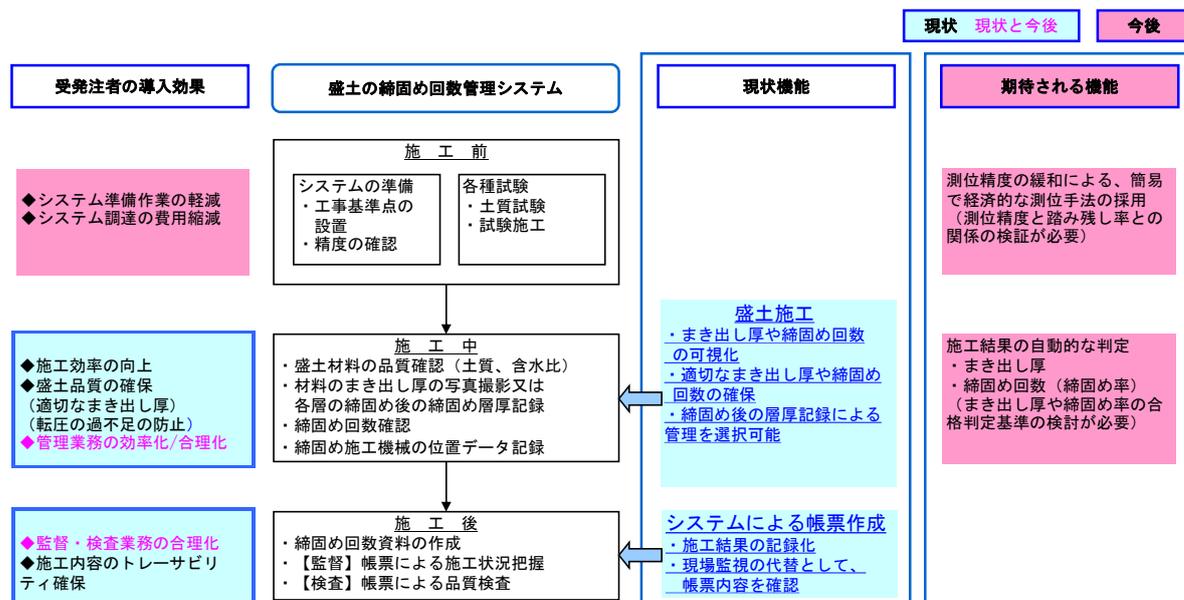


図 1.1 本管理要領での管理によるメリット

	従来の管理方法		本管理要領（案）による管理方法	
	作業	施工管理	作業	施工管理
準備工	<p>土質試験</p> <p>↓</p> <p>試験施工</p>	<p>使用機器の施工計画書への記載</p> <p>盛土材料の特性の把握</p> <p>施工仕様(まき出し厚、 締固め回数)の把握 過転圧となる締固め回数の把握</p> <p>土質試験・試験施工結果の 資料作成</p>	<p>適用条件の確認</p> <p>↓</p> <p>システム運用障害に関する 事前調査</p> <p>↓</p> <p>使用機器の確認</p> <p>↓</p> <p>システムの導入</p> <p>↓</p> <p>土質試験</p> <p>↓</p> <p>試験施工</p> <p>↓</p> <p>↓</p>	<p>使用機器、精度、機能の確認</p> <p>使用機器の施工計画書への記載</p> <p>システム確認結果の 資料作成・提出</p> <p>システムの設定</p> <p>盛土材料の特性の把握</p> <p>施工仕様(まき出し厚、 締固め回数)の把握 過転圧となる締固め回数の把握 システム作動確認</p> <p>土質試験・試験施工結果の 資料作成・提出</p>
	盛土施工	<p>盛土材料の運搬</p> <p>↓</p> <p>まき出し</p> <p>↓</p> <p>締固め</p>	<p>盛土材料の品質確認 (土質の変化、含水比)</p> <p>適切なまき出し厚の確認 (200mに1回の写真撮影)</p> <p>適切な締固め回数の確認 (目視・カウンター)</p> <p>現場密度試験</p> <p>盛土施工結果の資料作成</p>	<p>盛土材料の運搬</p> <p>↓</p> <p>まき出し</p> <p>↓</p> <p>締固め</p> <p>↓</p> <p>↓</p>

図 1.2 盛土施工全般における従来の管理方法と本管理要領での管理方法の比較

1.2 適用の範囲

本管理要領は河川土工及び道路土工等において、自動追尾トータルステーション（以下、TSという）又は衛星測位システム（以下、GNSSという）を用いた盛土の締固め管理に適用する。

【解説】

河川土工及び道路土工等における盛土の締固め管理においては、砂置換法やRI計法が主として用いられてきたが、近年、TS又はGNSSを用いて、作業中の締固め機械の位置座標を施工と同時に計測し、この計測データを締固め機械に設置したパソコンへ通信・処理（締固め回数のモニタ表示）することによって、盛土全面の品質を締固め回数で面的管理する手法が導入されている。この手法は、盛土の品質確保や施工管理の簡素化、効率化に大きく寄与するところとなっており、今後の建設施工合理化のため本管理要領をとりまとめたものである。

本管理要領は、締固め機械の走行位置を追尾・記録することで、施工の経緯をデータとして記録し、規定の締固め度が得られる締固め回数の管理を厳密に行うとともに施工状況のトレーサビリティ確保するものである。

したがって、本管理要領を適用する場合、事前の試験施工において、規定の締固め度（現場乾燥密度／最大乾燥密度（JIS A 1210 A・B法又はJIS A 1210 C・D・E法））が得られるまき出し厚と締固め回数を確認しておくことが必須条件となる。

試験施工での締固め度確認手法は従来の砂置換法（JIS A 1214）、あるいはRI計法（RI計器を用いた盛土の締固め管理要領（案））、突砂法による現場乾燥密度測定が基本となり、具体の試験に際しては、各発注機関が定める施工管理基準等による。

本管理要領は、盛土の締固め管理にTS又はGNSSを用いる場合に、それぞれのシステムの持つ特徴を最大限に発揮させるため、システムの基本的な取り扱い方法や施工管理方法及びデータ取得、締固め回数の確認方法等について整理している。

盛土の締固め管理にTS又はGNSSを用いる場合の管理可能な施工条件を、表1.1に示す。本管理要領の適用には、表1.1の条件を満足するかどうかについての事前の調査・確認が必要であり、満足しない場合には従来の管理方法の適用を検討する。

本管理要領を用いた場合の、従来の管理方法との相違点を、表1.2に示す。本管理要領に基づく盛土施工の作業及び施工管理のフローを、図1.3に示す。

盛土施工に際しては、次の指針等を参照する。

「河川土工マニュアル」…（財）国土技術研究センター

「道路土工－盛土工指針」…（社）日本道路協会

- 注1) 河川土工及び道路土工等、適用の範囲は共通仕様書品質管理基準を参照。
- 注2) 本管理要領で取り扱うGNSSは、GPS(米)、GLONASS(露)、GALILEO(EU)、QZSS(日)など、人工衛星を利用した測位システムの総称として定義する。
- 注3) 本管理要領で取り扱うGNSS測位手法は、移動する締固め機械の位置座標を正確に測定する必要があるため、リアルタイムキネマティック(RTK)測位手法及び同等精度以上を基本とする。
- 注4) 締固め施工時の位置情報等がデータ提出されるが、傾向把握の資料でありこれをもって可否の判定をするものではない。

表 1.1 本管理要領による締固め管理に T S 又は G N S S を用いることが可能な施工条件

適切な施工条件	摘 要
①河川土工及び道路土工等の盛土であること。	
②締固め機械はブルドーザ、タイヤローラ、振動ローラ及びそれらに準ずるものであること。	・ [2 . 1 (1 0 ページ) 参照]
③盛土に要求される品質を、締固め回数によって管理できる土質であること。	・ [2 . 1 (1 0 ページ) 参照]
④無線障害が発生しない現場条件であること。	・ [2 . 2 (1 2 ページ) 参照]
⑤ T S においては、 T S から自動追尾用全周プリズムの視準を遮る障害物が無いこと。	・ [2 . 2 (1 2 ページ) 参照] ・ 2 台以上稼働するとレーザが錯綜し適用困難
⑥ G N S S においては、施工区画内のどこにおいても常時 F I X 解データを取得できる衛星捕捉状態であること。	・ [2 . 2 (1 3 ページ) 参照] ・ 部分的に F I X 解が得られない領域がある場合は適用困難
⑦盛土材料の土質が変化しても、それぞれの土質に対して適切な締固め回数が把握できること。	・ [3 . 1 (2 9 ページ) 参照]
⑧施工含水比が、締固め試験で定めた範囲内（所定の締固め度が得られる範囲内）であること。	・ 逸脱する場合は、施工含水比の調整が必要 ・ [3 . 1 (2 9 ページ) 参照]

表 1.2 本管理要領を用いた場合の従来の管理方法との相違点

項目	従来の管理方法	本管理要領の管理方法	効果	
準備工	システム準備	—	システム適用可否の確認（現場環境、対象土質等） 所定の機能を有するシステムの選定及び精度の確認 現場の条件に合わせた設定	—
	土質試験	使用予定材料の品質確認と締固め曲線による施工含水比の範囲の決定	同左	—
	試験施工	要求品質を満足できる施工仕様（まき出し厚、締固め回数）の決定	同左	—
盛土施工	盛土材料の品質確認	土質変化の有無の確認 施工含水比の範囲適合の確認	同左	—
	まき出し	まき出し厚の写真による管理（試験施工で決定した厚さ以下）	以下のいずれかの方法による。 ・ 同左写真管理及び施工機械の走行軌跡データに標高を表示 ・ 試験施工で決定したまき出し厚と締固め回数による施工結果である締固め層厚分布の記録をもって、まき出し厚を間接的に管理する。	・ 施工機械の標高データの取得→品質確保、トレーサビリティ確保
	締固め	目視・カウンタにより締固め回数の管理	システムにより所定の締固め回数となるよう管理	・ 回数管理の自動化によるオペレータの負担低減→施工の効率化 ・ 転圧不足・過転圧を確実に防止→品質確保
	現場密度試験	所定の頻度で実施	原則省略する、但し材料品質、まき出し厚、締固め回数異なる場合は実施する。	現場密度試験を確実な材料品質、まき出し厚、締固め回数の管理で代替することによる管理業務の効率化

	作業	施工管理	本管理要領(案)での記述箇所
準備工	適用条件の確認		2.1
	システム運用障害に関する事前調査		2.2
	使用機器の確認	使用機器、精度、機能の確認	2.3、2.4(参考資料)、2.5
		使用機器の施工計画書への記載	2.3
	システムの導入	システム確認結果の資料作成・提出	2.6
		システムの設定	2.7
	土質試験	盛土材料の特性の把握	
	試験施工	施工仕様(まき出し厚、締固め回数)の把握 過転圧となる締固め回数の把握 システム作動確認	2.8
		土質試験・試験施工結果の資料作成・提出	2.9
盛土施工	盛土材料の運搬	盛土材料の品質確認(土質の変化、含水比)	3.1
	まき出し	適切なまき出し厚の確認 200mに1回の写真撮影又は、各層毎に 締固め後の層厚記録である締固め層厚 分布図をシステムから出力(印刷) (施工機械標高データの記録)	3.2
	締固め	適切な締固め回数の把握(車載モニター)	3.3
		現場密度試験 (原則として省略 P33参照)	3.4
		盛土施工結果の資料作成	3.5
提出書類等		監督に関する書類の提出	4.1
		検査に関する書類の提出	4.2
注：黒文字は、従来から実施されている内容 赤文字は、本管理要領(案)に基づいて新たに実施する内容			

図 1.3 本管理要領による盛土施工の作業及び施工管理のフロー

1.3 管理項目

TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理システムの管理項目は、締固め回数とする。
 なお、準備工を含めた、盛土施工全般について適切な管理を実施するものとする。

【解説】

TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理システムでは、事前の試験施工で確認された所定の締固め回数を確実に管理し、所定の締固め度を確保することが基本となる。所定の締固め度は、締固め機械の種類（締固め性能）・土質・含水比・まき出し厚・締固め回数が、当初の土質試験・試験施工で決定した通りのものとなっていることによって確保される。これらの条件のうち、一つでも決定したものと異なっていれば所定の締固め度を得られないことになるため、全ての条件について適切に管理することが必要である。

本管理要領での管理・確認項目は表 1.3 のとおりである。

表 1.3 本管理要領による管理・確認項目及びその方法

工程	管理・確認項目	管理・確認の方法（青文字は本管理要領に特有の内容）	参照箇所
準備工	適用条件	締固め回数管理システムが適用可能な現場条件であることを確認	10～11 ページ
	システム運用 障害の有無	・基準局・移動局間の無線通信に障害が出ない環境であることを確認 ・TSの場合、当該現場でTSから自動追尾用全周プリズムへの視線が遮られないことを確認 ・GNSSの場合、当該現場でFIX解のための十分な衛星捕捉数が得られることを確認	12～13 ページ
	使用機器	実施する締固め管理に必要な機能を持った機器が揃っていることを確認	14～17 ページ
	精度	締固め管理に必要な精度を、システムが確保していることを確認	18 ページ
	システムの設定	当該現場の盛土範囲や使用する重機に応じてシステムを適切に設定していることを確認	19～22 ページ
		システムが正常に作動することを確認（可能であれば試験施工で確認）	23、27 ページ
	土質試験	使用予定の盛土材料の適性をチェックするほか、突固め試験で得られる締固め曲線により、所定の締固め度が得られる含水比の範囲を確認	28 ページ
試験施工	使用予定の盛土材料の種類毎に、締固め回数と締固め度・表面沈下量の関係性を求め、所定の締固め度及び仕上り厚（一般に 30cm 以下）が得られるようなまき出し厚及び締固め回数を確認するとともに、過転圧が懸念される土質では、締固め回数の上限值を確認。	23～28 ページ	
盛土施工	盛土材料の品質	現場に搬入される材料が、①試験施工で適切な施工仕様を決定した土質と同質であることを確認、②所定の締固め度が得られる含水比の範囲内であることを確認	29 ページ
	材料のまき出し	以下のいずれかの方法による。 ・試験施工で決定したまき出し厚で敷き均されていることを写真撮影により把握。 ・システムによる情報化施工機械の標高記録による把握（材料のまき出し厚確認の代わりに、締固め層厚分布図に記録されている平均層厚が、概ね所定の締固め厚さ（例 築堤の盛土工・路体盛土工は 30cm、路床盛土工は 20cm）であることを把握）	30～31 ページ
	締固め	システムにより車載モニターでリアルタイムに確認し、施工範囲全面で所定の締固め回数を管理	32 ページ
	現場密度試験	原則として現場密度試験を省略、但し上記の管理・確認項目で適切な結果が得られていなければ現場密度試験を実施して規格値を満足しているか確認	33 ページ

1.4 用語の説明

本管理要領で使用する用語を以下に解説する。

【TS】

- ・ トータルステーションの略称、1台の器械で角度(鉛直角・水平角)と距離を同時測定できる電子式測距測角儀のこと。測定した角度と距離から未知点の3次元座標算出ができる本管理要領で取り扱うTSは、移動する締固め機械の位置座標を正確に測定する必要があることから自動追尾式を標準とする。

【TS 締固め管理システム】

- ・ 基準局(座標既知点)、移動局(締固め機械側)、管理局(現場事務所等)で構成されるTSを用いた盛土の締固め管理をおこなうシステムの総称。現場の座標既知点(基準局)にTSを設置することにより、締固め機械(移動局)に装着した全周プリズムを追尾し、締固め機械の位置座標を計測する。座標データは、無線等により車載パソコンに伝達され、このデータを用いてモニタに締固め位置、回数を表示する。

【GNSS】

- ・ GPS(米)、GLONASS(露)、GALILEO(EU)、QZSS(日)など、人工衛星を利用した測位システムの総称。本管理要領で取り扱うGNSSは、移動する締固め機械の位置座標を正確に測定する必要があることから、リアルタイムキネマティック(RTK-GNSS)測位手法及び同等精度以上を基本とする。

【GNSS 締固め管理システム】

- ・ 基準局(座標既知点)、移動局(締固め機械側)、管理局(現場事務所等)で構成されるGNSSを用いた盛土の締固め管理をおこなうシステムの総称。座標既知点(基準局)に設置したGNSSから位置補正情報を締固め機械(移動局)に伝達し、移動局側のGNSS受信機で基準局からの補正情報を用い、移動局の位置座標を求める。座標データは、無線等により車載パソコンに伝達され、このデータを用いてモニタに締固め位置、回数を表示する。

【管理ブロックサイズ】

- ・ 施工範囲(締固めを行う域内)を、使用する締固め機械により定められたサイズの正方形の領域に分割したもの。

【日常管理帳票】

- ・ 受注者が品質管理のために作成・保管する帳票で、盛土材料の品質記録(搬出した土取場、含水比等)、まき出し厚の記録、締固め層厚分布図(まき出し厚の記録を省略する場合)、締固め回数の記録(締固め回数分布図、走行軌跡図)等の施工時の帳票のことをいう。

【品質管理資料】

- ・ 受注者が品質管理のために、作成・保管する日常管理帳票及び締固め回数管理で得られるログファイル(締固め機械の作業中の時刻とその時の位置座標を記録するもの)等の締固め施工管理の資料全体のことをいう。

【締固め回数分布図】

- ・ 締固め管理システムで自動作成されるもので、締固め範囲の全面を確実に規定回数だけ締固めたことを視覚的（色）に確認するための日常管理帳票。

【走行軌跡図】

- ・ 締固め回数分布図と対となって自動作成されるもので、締固め回数分布図の信頼性及びデータ改ざんの有無を確認するための日常管理帳票。

【締固め層厚】

- ・ 締固め回数管理システムで自動取得されるもので、締固め後の層厚を示す。締固め施工時の管理ブロックの標高とこのブロックの直下にある下層施工時の管理ブロックの標高の差分。管理ブロックの標高は、最終の締固め回数のデータを用いてブロック内で平均したもの。締固め層厚を求めたい管理ブロックに対して、その直下にある下層施工時の管理ブロックが複数ある場合は、締固め層厚を求めたい管理ブロックと平面位置が接している下層の任意の管理ブロックの標高を利用する。

【まき出し厚】

- ・ 所定の締固め層厚を得るために目安とする、盛土材料をまき出す厚さのことである。まき出しが完了した時点から締固め完了までに仕上がり面の高さが下がる量を試験施工により確認し、これを基にまき出し厚を決定する。

【締固め層厚分布図】

- ・ 締固め回数管理システムで自動作成されるもので、締固め範囲全面において、締固め層厚の分布を視覚的に把握するための日常管理帳票。本帳票の提出があれば、1回/200m毎のまき出し厚管理時の写真撮影を省略できる。

【ログファイル】

- ・ 締固め回数管理で得られる電子情報で、締固め機械の作業中の時刻とその時の位置座標を記録したもの。電子データ形式で提出する。

【基準点】

- ・ 測量の基準とするために設置された国土地理院が管理する三角点・水準点である。

【工事基準点】

- ・ 監督職員より指示された基準点を基に、受注者が施工及び施工管理のために現場及びその周辺に設置する基準となる点をいう。

【FIX解】

- ・ 利用可能な人工衛星数が一定以上（基本は5個以上）の場合に得られる、精度が保証された位置測定結果のことをいう。

【F L O A T解】

- ・ 衛星捕捉数が少ない等により、精度が悪い状態で得られた位置測定結果のことをいう。

【締固め性能】

- ・ 締固め機械が発揮する盛土の締固め能力であり、締固め機械の規格・重量・起振力・線圧等によって異なる。同一機械であってもその使用条件（水タンクによるバラスト調整や加震機構のON/OFF）によってその能力は変化する。

第2章 準備工における管理・確認

2.1 適用条件の確認

TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理システムの適用可否を、使用機械、施工現場の地形や立地条件、施工規模及び土質の変化などの条件を踏まえて判断しなければならない。

【解説】

TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理システムを運用するためには、以下の内容について、当該現場の条件を確認し、適用可否を判断しなければならない。

①使用機械について

締固め作業に使用する機械が、本管理要領の適用機種であるブルドーザ、タイヤローラ、振動ローラ及びそれらに準ずる機械（ロードローラ、タンピングローラ等）であることを確認する。河川土工及び道路土工等における標準的な締固め機械の種類を、表2.1に示す。

河川土工では、トラフィカビリティの確保のため、ブルドーザが採用される場合がある。一方、道路土工ではローラが採用されることが多い。

表2.1 各種土工における標準的な締固め機械の種類

土工の分類	標準的な締固め機械の種類
河川・海岸土工 ¹⁾	ブルドーザ、タイヤローラ、ランマ、タンパ、振動コンパクト、振動ローラ、ロードローラ
道路土工 ²⁾	ロードローラ、タイヤローラ、振動ローラ、自走式タンピングローラ、被けん引式タンピングローラ、ブルドーザ（普通型、湿地型）、振動コンパクト、タンパ

1) 「河川土工マニュアル」… (財)国土技術研究センター

2) 「道路土工－盛土工指針」… (社)日本道路協会

②立地・地形条件について

「2.2 システム運用障害に関する事前調査」に示す調査を行い、施工現場の立地・地形条件が原因となる計測障害の有無を確認しなければならない。

③対象土質について

本管理要領による管理（締固め回数管理）が適用しやすい土質は、乾燥密度（締固め度）によって管理を行う土質である。盛土に使用する材料が、本管理要領による管理が適用しやすい土質かどうかは、各種基準類（河川土工マニュアル、道路土工盛土工指針等）を参照して検討する。次の土質等の条件下では、締固め回数管理が適当でない場合があるので、本管理要領を適用した施工管理が可能かどうか十分に検討する。

- ・盛土に要求される品質を、締固め回数によって管理することが困難な場合（自然含水比が高い粘性土、鋭敏比が大きく過転圧になりやすい粘性土等）。2.7(4)参照
- ・盛土材料の土質が日々大きく変化し、各種試験で確認した土質から逸脱する場合。

④施工含水比

- ・施工含水比が、規定の締固め度の得られる範囲を逸脱（低すぎるか高すぎる）し、規定回数
の締固めでは所定の締固め度を満足することができない、あるいは締固めに適さないと判
断される場合には、散水やばっ気乾燥などの処置を行い、施工含水比を調整する。
- ・盛土の品質を確保するための施工含水比の範囲は、土の締固め試験(JIS A 1210 A・B法又
はJIS A 1210 C・D・E法)で求められる最適含水比と規定の締固め度を得られる含水比を
踏まえて、適切な含水比の範囲とする。施工含水比の範囲の決定に関しては、各種基準類を
参照する（河川土工マニュアル、道路土工－盛土工指針等）。

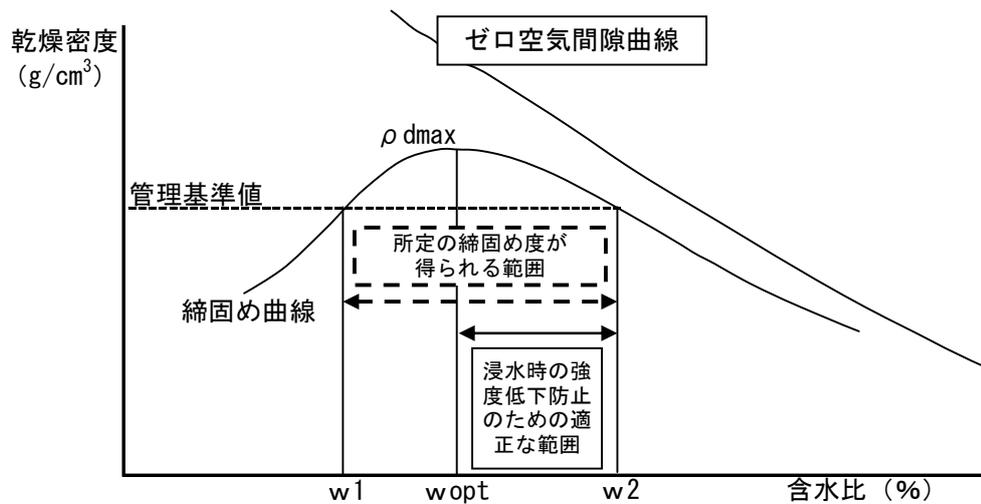


図 2.1 【参考】締固め曲線と所定の施工含水比の範囲

⑤盛土の締固め管理システム

盛土の締固め管理システムは、以下の機能を有するものを準備しなければならない（「2.4」および「参考資料」を参照）。

- ・施工範囲の分割機能
- ・締固め幅設定機能
- ・オフセット機能
- ・締固め判定・表示機能
- ・システムの起動とデータ取得機能
- ・座標取得データの選択機能

2.2 システム運用障害に関する事前調査

TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理システムの適用にあたっては、地形条件や電波障害の有無等を事前に調査し、システムの適用可否を確認する。

【解説】

施工現場周辺が以下のような条件の場合では、TS又はGNSSを用いたシステムを適用できない可能性がある。このような場合、盛土の締固め管理システムの位置把握にTSを採用するか、GNSSを採用するか検討し、双方の適用が困難な範囲では従来の品質管理方法を用いる。

(1) 無線通信障害発生の可能性がある場合

- ・架設位置が低い高压線がある場合（通常の位置ならばあまり問題にならない）
- ・航空基地、空港が近くにある場合

(2) TSからの視準遮断等の可能性がある場合

図2.2に示すように、施工範囲が既設構造物等に近接する場合は、TSから移動局に設置した追尾用全周プリズムへの視準が遮られる場合がある。このような場合、TSを施工範囲全体が見渡せる高所等に設置するなどの対策が必要である。また、図2.3に示すように、同じ施工範囲内を、同時に2台以上の締固め機械（移動局）で施工する場合、TSから見て移動局がすれちがうと、TSが追尾すべき移動局とは別の移動局を誤って追尾しはじめる可能性がある。このような場合、各機械の作業エリアをTSの作動エリアごとに区分するなどの対策が必要である。

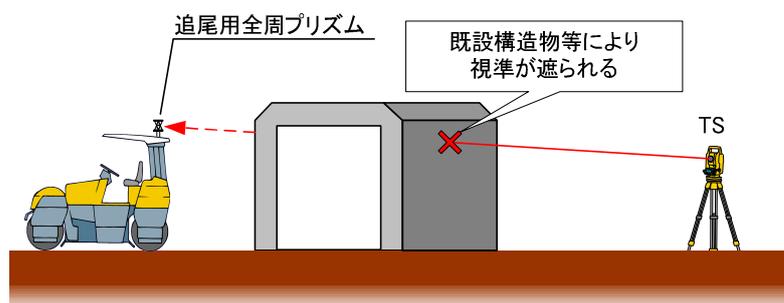


図 2.2 TSからの視準が遮られる場合

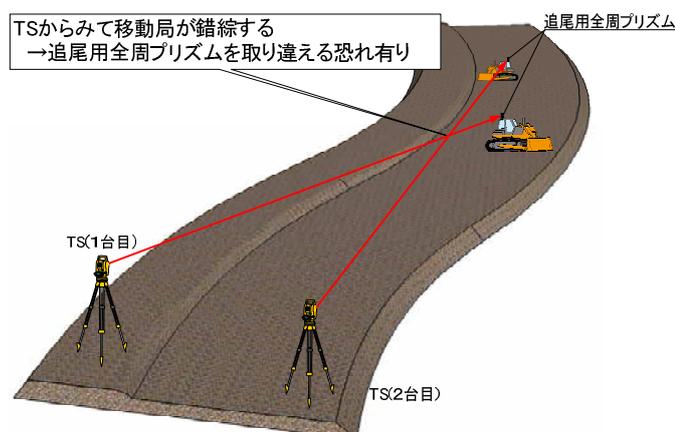


図 2.3 移動局が錯綜する場合

(3) GNSSの測位状態が悪い可能性がある場合

作業機械の位置を精度よく連続的に測位するためには、FIX解を得るために必要な衛星捕捉状態（捕捉数5個以上）であることが必要であり、GPSのみの場合は5衛星以上、GNSS（GPS+GLONASS）の場合は6衛星以上（それぞれ2衛星以上用いること）を標準とする。状況に応じて、GALILEO等の衛星を使用してもよい。狭小部や山間部などでは、衛星からの電波が遮られ、FIX解を得るために必要な衛星数を捕捉できない状況が生じやすい。また、図2.4に示すように、GNSSのアンテナ付近に建物や法面が近接する場合は、衛星からの電波が多重反射（マルチパス）し、測位値に誤差を生じる場合がある。

現場状況の目視により、良好な無線通信環境や十分な衛星捕捉数が得られるか判断する。GNSSの測位状態について、狭小部や山間部のように上空が開けておらず、判断が難しい場合にはGNSSアンテナ・受信機や衛星捕捉数を表示できる携帯端末等を用いて、障害の有無を確認する。一日のうちで、衛星捕捉数が多い時間帯や少ない時間帯があるため、あらかじめ衛星捕捉数を予測するソフトによって、その場所（緯度経度）と日時における理論上の衛星捕捉数を確認しておき、それと実際の衛星捕捉数が概ね一致するか確認する。狭小部や山間部の場合は、理論上の捕捉数よりも実際の捕捉数が少なくなるため（理論上の捕捉数は、山やビル・樹木等の遮蔽物を考慮していない）、理論と実際の衛星捕捉数の差を求め、その差に基づいて一日の間で衛星捕捉数が不足する時間帯がどの程度になるかを予測する。このための予測ソフトは、市販されているものやフリーソフトが存在する。

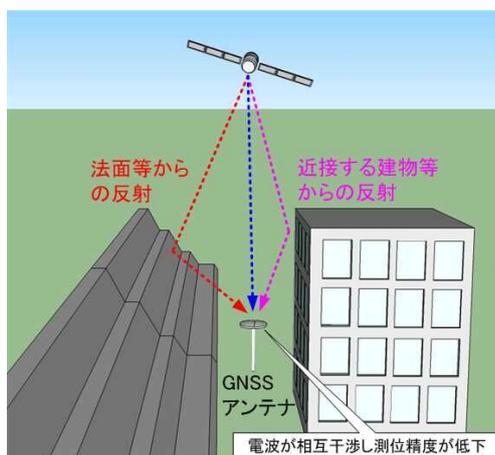


図 2.4 衛星からの電波の多重反射（マルチパス）

2.3 使用機器の確認

TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理システムが、基準局、移動局及び管理局に設置する必要な機器で構成されていることを確認する。使用するシステムのメーカ、型番、構成機器等を施工計画書に記述する。使用するシステムは管理に必要な諸機能を有していなければならない。

【解説】

TSを用いた盛土の締固め管理システムは、現場の座標既知点(基準局)に設置したTSにより、締固め機械(移動局)に装着した追尾用全周プリズムを追尾し、締固め機械の位置座標を計測する(図2.5)。位置座標データは車載パソコンに伝達され、このデータを用いてモニタに各種分布図を表示する。

TSを用いたシステムの標準的な構成を表2.2に示す。現場で使用するシステムについて、メーカ、型番、構成機器等を施工計画書に記述する。使用するシステムは、管理に必要な諸機能を有していなければならない(次節および参考資料を参照)。

TSを用いたシステムは、締固め機械とTSが1対1の組合せとなるので、締固め機械の台数に応じて基準局と移動局の機器を増設する必要がある。これに対し、GNSSを用いたシステムでは、台数に応じて移動局の機器のみを増設すればよいので、複数台のシステムを用いる場合はGNSSを用いたシステムの方が適する場合がある。

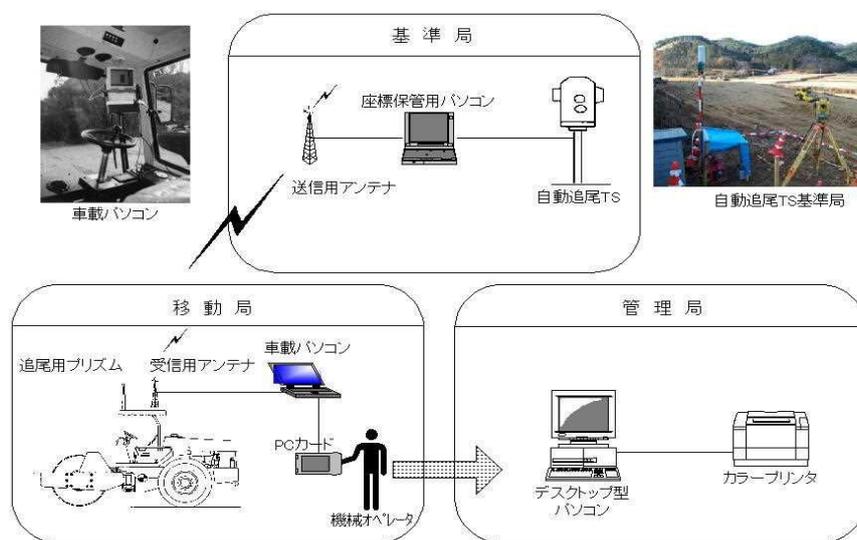


図2.5 TSを用いた盛土の締固め管理システム(例)

表 2.2 TSを用いた盛土の締固め管理システムの標準構成

区分	局名	構成機器
TS	基準局	<ul style="list-style-type: none"> ・TS機器（自動追尾TS、三脚） ・*パソコン(自動TSのデータ一時保管用) ・データ通信用無線送信機(移動局へのデータ送信用) ・電源装置
	移動局	<ul style="list-style-type: none"> ・追尾用全周プリズム ・車載パソコン(モニタ) ・データ通信用無線受信機(基準局からのデータ受信用) ・データ演算処理プログラム
	管理局	<ul style="list-style-type: none"> ・パソコン ・データ演算処理プログラム ・カラープリンター

(注) *印の基準局用パソコンは標準構成品ではない。TSで計測したデータをパソコンを介さずに直接移動局へ伝達するシステムもある。

GNSSを用いた盛土の締固め管理システムは、座標既知点(基準局)に設置したGNSSから位置補正情報を無線等により締固め機械(移動局)に伝達する。移動局側のGNSS受信機では基準局からの補正情報を用いて移動局の位置座標を求める(図2.6)。位置座標データは車載パソコンに伝達され、このデータを用いてモニタに各種分布図を表示する。

GNSSを用いたシステムの標準的な構成を表2.3に示す。現場で使用するシステムについて、メーカー、型番、構成機器等を施工計画書に記述する。使用するシステムは、管理に必要な諸機能を有していなければならない(次節および参考資料を参照)。

GNSSを用いたシステムは、複数の移動局に対して基準局を兼用できるため、システムを装備した締固め機械の台数を増やす場合には、台数に応じて移動局の機器のみを増設すればよい。

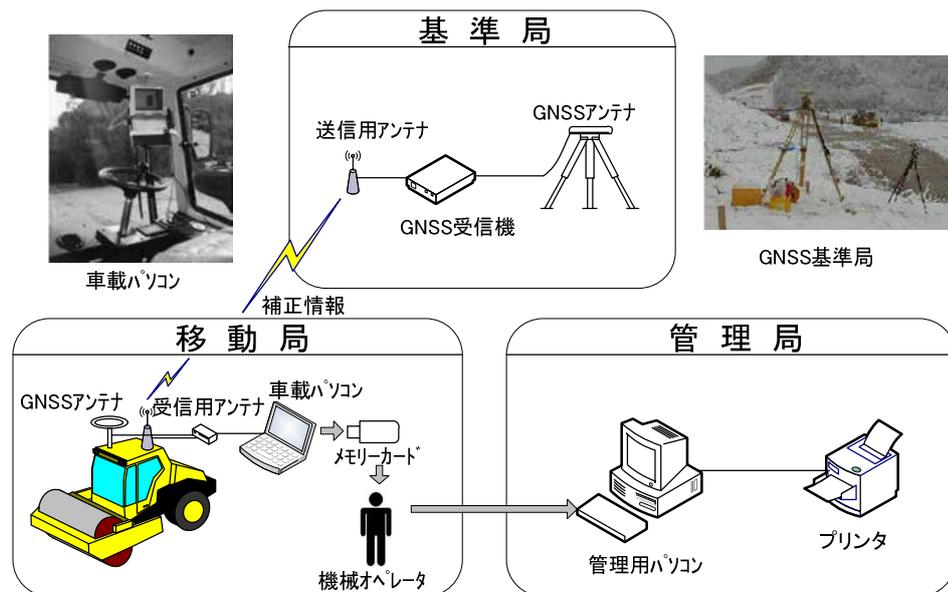


図 2.6 GNSSを用いた盛土の締固め管理システム(例)

表 2.3 G N S Sを用いた盛土の締固め管理システムの標準構成

区分	局 名	構 成 機 器
G N S S	基準局	<ul style="list-style-type: none"> ・ G N S S 機器 (アンテナ、受信機、三脚) ・ データ通信用無線送信機等 (移動局へのデータ送信用) ・ 電源装置
	移動局	<ul style="list-style-type: none"> ・ G N S S 機器 (アンテナ、受信機) ・ データ通信用無線受信機等 (基準局からのデータ受信用) ・ 車載パソコン (モニタ) ・ データ演算処理プログラム
	管理局	<ul style="list-style-type: none"> ・ パソコン ・ データ演算処理プログラム ・ カラープリンター

近年実用化されているネットワーク型RTK-GNSSでは、携帯電話のサービスエリア内であれば現場に基準局を設置する必要がない。

ネットワーク型RTK-GNSS (図 2.7) は、3点以上の電子基準点 (以下「基準局」という。) の観測データ等を利用するもので、携帯電話等の通信回線を介して受信した移動局近傍の任意地点補正データと移動局の観測データを用いて、基線解析を行う観測方法である。(国土交通省 公共測量作業規程)

ネットワーク型RTK-GNSSの代表的な測位方法 (VRS方式) の概要は、以下の通りである。

- ① 測定箇所の単独測位データを、データ配信事業者に送信する。
- ② データ配信事業者は、現場付近の複数の電子基準点の観測データを基に、送信されてきた測位位置での観測状況を計算して仮想的に既知点を設定し (仮想基準点)、その位置からの相対測位の補正情報を返信する。
- ③ データ配信事業者から送信された補正情報により、測定箇所の座標値を補正計算して取得する。

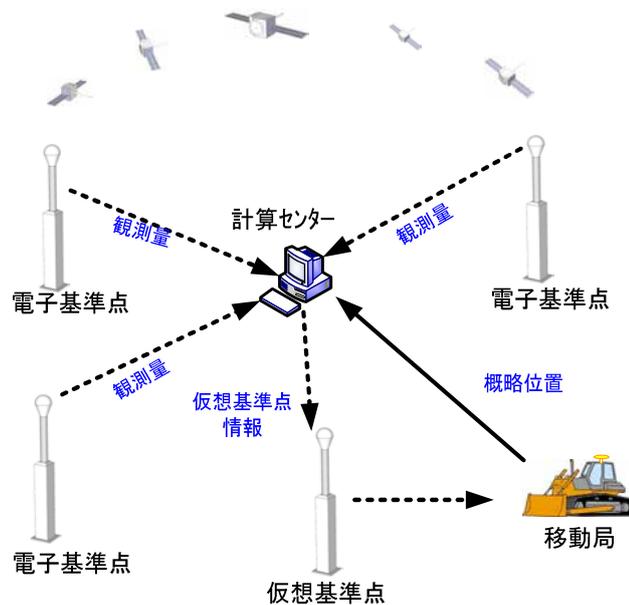


図 2.7 ネットワーク型RTK-GNSS (VRS方式)

2.4 機能の確認

T S・G N S Sを用いた盛土の締固め管理システムは以下の機能を有するものとし、システムを選定する段階でカタログその他によって確認する。

(1) 締固め判定・表示機能

- ・ローラまたは履帯が管理ブロック上を通過する毎に、当該管理ブロックが1回締固められたと判定する機能
- ・管理ブロック毎に累積の締固め回数を記録し、車載モニタに表示する機能

(2) 施工範囲の分割機能

施工範囲を所定のサイズの管理ブロックに分割できる機能

(3) 締固め幅設定機能

締固め幅を使用する重機のローラまたは履帯幅に応じて任意に設定できる機能

(4) オフセット機能

締固め機械の位置座標取得箇所と実際の締固め位置との距離を入力できる機能

(5) システムの起動とデータ取得機能

- ・データの取得・非取得を施工中適宜切り替えることが出来る機能
- ・振動ローラの場合は、有振時のみ位置座標を取得する機能

(6) 座標取得データの選択機能（G N S Sのみ）

F I X解が得られる状態でのデータのみを取得する機能

(7) 締固め層厚分布図作成機能（まき出し厚管理時の写真撮影を省略する場合）

締固め機械より取得する締固め時の標高データを用いて、施工時の管理ブロックサイズの標高と下層施工時の該当する管理ブロックサイズの標高の差分である締固め層厚を記録し、分布図を作成する機能。帳票出力時は平均層厚も記録する。

【解説】

使用するT S・G N S Sを用いた盛土の締固め管理システムは、T S又はG N S Sによって取得した締固め機械の位置（座標）を使って締固め機械の走行軌跡を求め、それによって締固めたと判定される場所をブロック単位で示し、締固めの累積回数を示す機能を持つものとする。現場に導入するシステムが、このような機能を持っていることを事前に確認する。確認すべき内容の詳細は、「参考資料」に示す。

又、締固め層厚分布図を帳票作成できるシステムを用いて提出する場合は、まき出し厚管理時の写真撮影を省略出来る。

2.5 精度の確認

TSは以下の性能を有し適正に精度管理が行われていることを検定書あるいは校正証明書により確認、GNSSはカタログ・性能仕様書等により確認し、確認資料を提出する。

TSにおいては 公称測定精度 $\pm(5\text{mm}+5\text{ppm}\times D)$ 最小目盛値 20"以下
GNSSにおいては セット間較差又は座標既知点との較差 水平(x y) $\pm 20\text{mm}$
垂直(z) $\pm 30\text{mm}$

また、現場内の座標既知点においてTS又はGNSSが正しい座標を計測できることを、実測により確認しなければならない。精度が確保できない場合には、他の機器で再確認するか、従来の管理方法の採用を検討する。

注) 国土交通省 公共測量作業規程参照

【解説】

施工管理に用いるTS又はGNSSは、機器メーカー等が発行する書類（証明書・カタログ・性能仕様書等）により必要な性能を満足していることを確認する。確認資料は、試験施工を実施する前に監督職員に提出する。なお、証明書の有効期間を過ぎている場合は、再検定が必要となる。また、現場内に設置している工事基準点等の座標既知点を複数箇所で見測し、既知座標とTS又はGNSSの計測座標が合致していることを確認する。この確認に用いる工事基準点は、監督職員に指示された基準点をもとにして設置したものとする。この基準点は4級基準点及び3級水準点（山間部では4級水準点を用いてもよい）、もしくはこれと同等以上のものは、国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。

工事基準点の設置に関しては、以下の資料を作成して監督職員に提出する。

- ・ 成果表
- ・ 成果数値データ
- ・ 基準点及び工事基準点網図
- ・ 測量記録
- ・ 工事基準点の設置状況写真

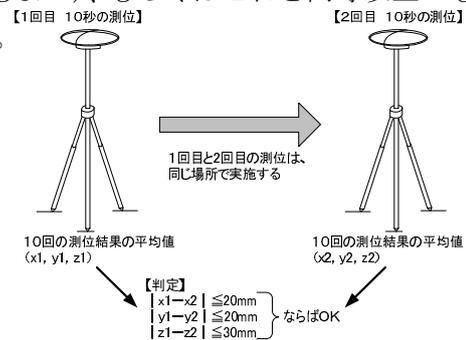


図 2.8 GNSSの精度の確認方法（例）

GNSSでは、施工現場等の任意の地点または座標既知点のいずれかで、使用衛星数が5衛星以上、データ取得間隔1秒で、10秒間の座標観測を再初期化の上2回行う。各回の計測値の平均値について、両者の計測結果 x 座標、及び y 座標の差が20mm以内、z 座標（高さ）の差が30mm以内であることを確認する（前掲図2.8）。この確認は、締固め機械に装着した状態でも実施することができる。但し、座標既知点で見測を行う場合は既知点とそれぞれの観測値との離れで確認する。

また、現場内の座標既知点において、GNSSを用いて3次元座標計測値の確認を行うとともにローカライゼーションを実施する。

施工管理にネットワーク型RTK-GNSSを用いる場合も、同様の性能確認を行う。

注) ローカライゼーション（座標変換）-GNSS座標系を現場座標系に変換すること。

米国が構築したGNSS座標系と現場座標系「日本測地系2011（JGD2011）等」は世界測地系であるが座標に若干のずれが存在する。又、施工現場で測量誤差を含んだ現場座標系で示された基準点を正として運用するため、GNSS座標系を現場座標系に合わせる必要がある。

2.6 システム確認結果の資料作成・提出

施工現場周辺のシステム運用障害の有無、TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理システムの精度・機能について確認した結果を監督職員に提出する。

【解説】

前掲2.2、2.4、2.5に示す要領にしたがって施工現場周辺のシステム運用障害の有無、システムの精度・機能について確認した結果を、以下に示す「事前確認チェックシート」に記載し、本施工を実施する前に監督職員に提出する。

事前確認チェックシート（TSの場合）		
令和 年 月 日		
工 事 名： _____		
受注会社名： _____		
作成者： _____ 印		
確認項目	確 認 内 容	確認結果
適用条件の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・使用する締固め機械が適用機種（ブルドーザ、タイヤローラ、振動ローラ及びそれらに準ずる機械）であり規格・締固め性能を把握したか？ ・使用する材料が締固め回数管理に適しているか？ 	
システム運用障害に関する事前調査	<ul style="list-style-type: none"> ・無線通信障害の発生の可能性はないか？ →低い位置に高圧線等の架線がないか、基地、空港等が近くにないか ・TSの視準が遮るような障害物等がないか？ 	
精度の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・TS測量機器が以下の性能を満足していることを確認できる機器メーカー等が発行する書類（証明書・カタログ・性能仕様書等）があるか？ 公称測定精度 $\pm(5\text{mm}+5\text{ppm}\times D)$ 最小目盛値 20"以下 ・既知座標（工事基準点）とTSの計測座標が合致しているか？ 	
機能の確認	<ul style="list-style-type: none"> ①締固め判定・表示機能 <ul style="list-style-type: none"> ・ローラまたは履帯が管理ブロック上を通過する毎に、当該管理ブロックが1回締固められたと判定し、車載モニタに表示されるか？ ・管理ブロック毎の累積の締固め回数が、車載モニタに表示されるか？ ・施工とほぼ同時に締固め回数分布図を画面表示できるか？ ②施工範囲の分割機能 <ul style="list-style-type: none"> ・施工範囲を、所定のサイズの管理ブロックに分割できるか？ ③締固め幅設定機能 <ul style="list-style-type: none"> ・締固め幅を、使用する重機のローラまたは履帯幅に応じて任意に設定できるか？ ④オフセット機能 <ul style="list-style-type: none"> ・締固め機械の位置座標取得箇所と実際の締固め位置との関係をオフセットできるか？ ⑤システムの起動とデータ取得機能 <ul style="list-style-type: none"> ・データの取得・非取得を施工中適宜切り替えることができるか？ ・振動ローラの場合は、有振時のみの位置座標を取得するようになっているか？ ⑥締固め層厚分布図作成機能 <ul style="list-style-type: none"> ・締固め層厚分布図が作成できるか？ <p>※上記によりまき出し厚管理時の写真撮影を省略する場合は確認する</p>	

事前確認チェックシート（GNSSの場合）

令和 年 月 日

工事名： _____

受注会社名： _____

作成者： _____ 印

確認項目	確認内容	確認結果
適用条件の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・使用する締固め機械が適用機種（ブルドーザ、タイヤローラ、振動ローラ及びそれらに準ずる機械）であり規格・締固め性能を把握したか？ ・使用する材料が締固め回数管理に適しているか？ 	
システム運用障害に関する事前調査	<ul style="list-style-type: none"> ・無線通信障害の発生の可能性はないか？ →低い位置に高压線等の架線がないか、基地・空港等が近くはないか ・GNSSの測位状態に問題はないか？ →FIX解となるのに必要な衛星捕捉数（5個以上）は確保できる状況か 	
精度の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・GNSS測量機器が以下の性能を満足していることを確認できる機器メーカー等が発行する書類（証明書・カタログ・性能仕様書等）があるか？ 水平(x y) ±20mm 垂直(z) ±30mm ・既知座標（工事基準点）とGNSSの計測座標が合致しているか？ 	
機能の確認	①締固め判定・表示機能 <ul style="list-style-type: none"> ・ローラまたは履帯が管理ブロック上を通過する毎に、当該管理ブロックが1回締固められたと判定し、車載モニタに表示されるか？ ・管理ブロック毎の累積の締固め回数が、車載モニタに表示されるか？ ・施工とほぼ同時に締固め回数分布図を画面表示できるか？ 	
	②施工範囲の分割機能 <ul style="list-style-type: none"> ・施工範囲を、所定のサイズの管理ブロックに分割できるか？ 	
	③締固め幅設定機能 <ul style="list-style-type: none"> ・締固め幅を、使用する重機のローラまたは履帯幅に応じて任意に設定できるか？ 	
	④オフセット機能 <ul style="list-style-type: none"> ・締固め機械の位置座標取得箇所と実際の締固め位置との関係をオフセットできるか？ 	
	⑤システムの起動とデータ取得機能 <ul style="list-style-type: none"> ・データの取得・非取得を施工中適宜切り替えることができるか？ ・振動ローラの場合は、有振時のみの位置座標を取得するようになっているか？ 	
	⑥座標取得データの選択機能 <ul style="list-style-type: none"> ・FIX解でのデータのみを取得する機能を有しているか？ 	
	⑦締固め層厚分布図作成機能 <ul style="list-style-type: none"> ・締固め層厚分布図が作成できるか？ ※上記によりまき出し厚管理時の写真撮影を省略する場合は確認する	

2.7 システムの設定

当該現場の条件に応じたTS・GNSSを用いた盛土の締固め管理システムの設定を行い、TS又はGNSSで取得した締固め機械の位置をもとに締固め回数管理を正しく行うために下記の項目について設定を行う。

- (1) 施工範囲の設定
- (2) 管理ブロックサイズの設定
- (3) 規定の締固め回数の設定
- (4) 過転圧となる締固め回数の設定
- (5) 追尾用全周プリズムのオフセット量の設定 (TSの場合)
GNSSアンテナのオフセット量の設定 (GNSSの場合)
- (6) 締固め幅の設定
- (7) 締固め層厚の設定 (締固め層厚分布図により、まき出し厚管理時の写真撮影を省略する場合)

【解説】

(1) 施工範囲の設定

施工範囲の設定は以下の手順にて行う。

- ・締固めを行う範囲の外周ラインを施工範囲として入力する
- ・入力した施工範囲を示すラインが、盛土範囲の平面図上の正しい位置に表示されることを車載モニタで確認する

(2) 管理ブロックサイズの設定

(1) で設定した施工範囲 (締固めを行う域内) を、表 2.4 のとおり、締固め機械により決められたサイズで管理ブロックに分割する。

表 2.4 管理ブロックサイズの基準値

作業機械	管理ブロックサイズ
ブルドーザ ¹⁾	0.25 m
タイヤローラ	0.50 m
振動ローラ	0.50 m
ロードローラ、 タンピングローラ等の 上記に準ずる機械	0.25 mまたは0.50 mサイズより 締固め幅等を考慮して決定

1) :ブルドーザの場合は履帯間の接地しない領域を考慮している。

(3) 規定の締固め回数の設定

後掲の2.9に示す方法で使用材料毎に決定した規定の締固め回数を、システムに入力する。締固め作業中に、管理ブロック毎に記録された締固め回数が規定の回数に達したことが、車載モニタ上でわかるように色分け表示の設定を行う (図 2.9)。色分け表示は、何らかの原因で締固め作業を中断した場合に、残りの締固め回数をオペレータが認識できるよう、1回刻みで設定することを原則とする。なお、規定の締固め回数は、使用材料が変わる度に、それに応じた回数に設定しなおす。

(4) 過転圧となる締固め回数の設定

過転圧が懸念される土質においては、後掲の2.9に示す方法で確認した過転圧となる締固め回数を、システムに入力する。締固め作業中に、管理ブロック毎に記録された締固め回数が過転圧となる回数に近づいていることが、車載モニタ上で確認できるように色分け表示の設定を行う(図2.9)。この例では、過転圧となる回数が12回であるため、10回や11回に達した管理ブロックを灰色に表示することで、これ以上締固めを行わないように警告する設定としている。なお、過転圧となる締固め回数は、使用材料が変わる度に、それに応じた回数に設定しなおす。

締固め回数の凡例

■ : 12回	■ : 11回	■ : 10回	■ : 9回	■ : 8回	■ : 7回
■ : 6回	■ : 5回	■ : 4回	■ : 3回	■ : 2回	■ : 1回
□ : 0回					

所定の締固め回数 : 8回
過転圧となる回数 : 12回

図2.9 色分け表示の設定例

(5) 追尾用全周プリズム又はGNSSアンテナのオフセット量の設定

図2.10(土工用振動ローラの例)に示す位置で、実際に使用する締固め機械の追尾用全周プリズム又はGNSSアンテナの設置位置と、締固める位置とのオフセット量を実測し、システムに入力する。

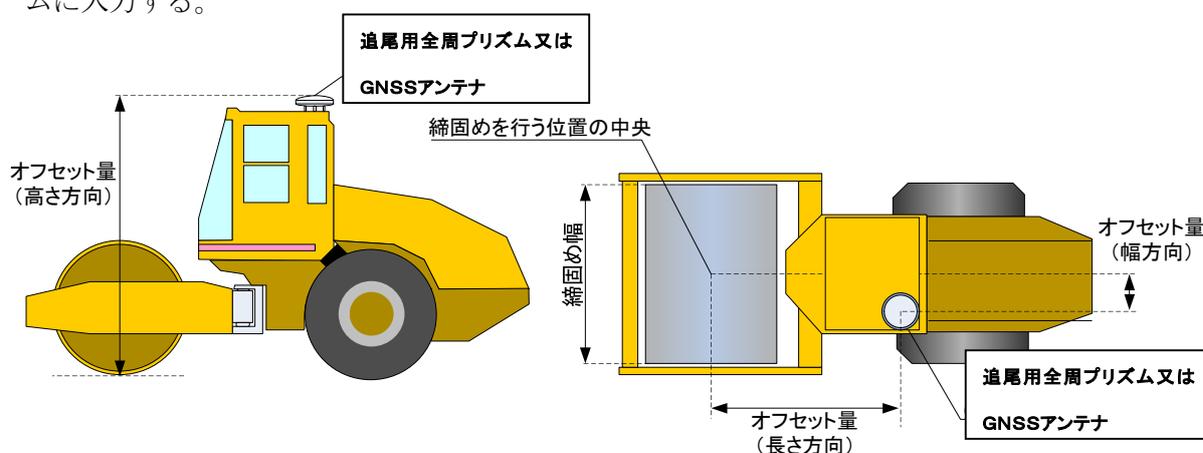


図2.10 オフセット量・締固め幅の計測位置(土工用振動ローラを使用する場合の例)

(6) 締固め幅の設定

締固め幅は、前掲の図2.10に示すように、使用する締固め機械の、締固めがなされる範囲の幅のことである。ローラを使用する場合はローラの幅が、ブルドーザを使用する場合は左右それぞれの履帯幅が締固め幅となる。締固め幅は、実際に使用する締固め機械の締固め幅を実測し、システムに入力する。

(7) 締固め層厚の設定

締固め層厚は、締固め層厚分布図による管理を行う場合に設定する。締固め層厚は、試験施工で、締固め後に所要の仕上り厚となるような締固め層厚を確認し、これを目安として設定する。

2.8 試験施工

盛土施工の施工仕様（まき出し厚や締固め回数）は、使用予定材料の種類毎に事前に試験施工で決定する。システムが正常に作動することを、試験施工で確認してもよい。

【解説】

(1) 概要

使用予定材料の種類毎に事前に試験施工を行い、施工仕様（まき出し厚、締固め回数等）を決定する。この試験施工は、土質や目的物等により、試験方法に差異があるので留意しなければならない。例えば、締固め回数が多いと過転圧が懸念される土質の場合は、過転圧が発生する締固め回数を把握して、本施工での締固め回数の上限値を決定することができる。

ここで、システムの各種機能や精度が正常であることを確認してもよい。

なお、試験施工を実施するヤードの設定に関しては、試験方法、盛土材の土質、転圧に使用する機械の寸法等を考慮して、適切な幅と長さで設定する。

この基準に規定していない事項については、次の指針等を参照する。

「河川土工マニュアル」…（財）国土技術研究センター

「道路土工—盛土工指針」…（社）日本道路協会

(2) 試験施工の使用機械

試験施工に使用するまき出し機械は、バックホウの他敷均しにはブルドーザを用いるなど実施工にあったもので行うこととし、締固め機械は本施工で使用する機械を本施工で使用する条件（水タンクによるバラスト調整など）で用いることとする。又、規格・締固めに影響する性能や作業時の機器状態を記録する。

(3) 確認項目

試験施工では表 2.5 の項目を確認する。

表 2.5 試験施工での確認項目

調査項目	測定方法の例
表面沈下量（必須）	丁張からの下がり
締固め度（必須）	砂置換法・RI計法・突砂法

(4) 試験施工の内容とヤード設定の事例

【事例 1】

ある河川土工の現場における、試験施工の内容の事例を表 2.6 に、試験ヤード設定の事例を図 2.11 に示す。この現場では、締固め度の測定に砂置換法を採用しているため、試験ヤードは比較的広く設定している。

表 2.6 試験施工の内容の事例（締固め度の測定は砂置換法）

調査項目	測定時点（締固め回数）	備考
表面沈下量（下図の○）	0、2、4、6、8回	丁張からの下がり測定
締固め度（下図の●）	4、6、8回	砂置換法による測定

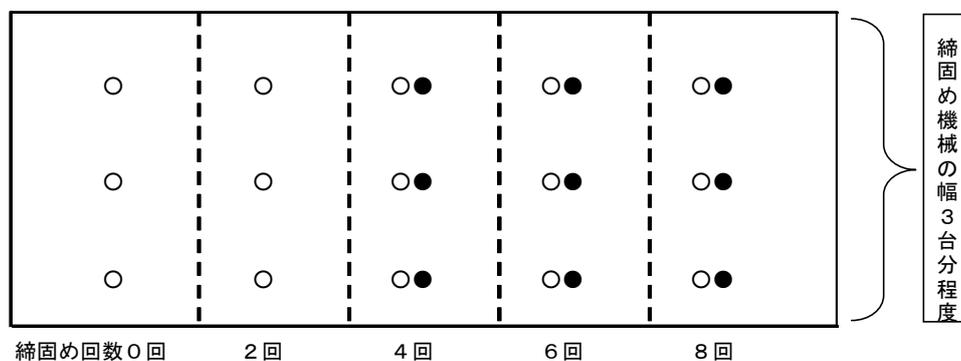


図 2.11 試験ヤードの設定事例（締固め度の測定は砂置換法）

【事例 2】

ある河川土工の現場における、試験施工の内容の事例を表 2.7 に、試験ヤード設定の事例を図 2.12 に示す。この現場では、締固め度の測定に RI 計法を採用しているため、試験ヤードは事例 1 に比べて狭く設定することができる。

表 2.7 試験施工の内容の事例（締固め度の測定は RI 計法）

調査項目	測定時点（締固め回数）	備考
表面沈下量（下図の○）	0、2、4、6、8回	丁張からの下がり測定
締固め度（下図の○）	0、2、4、6、8回	RI 計法による測定
空気間隙率（下図の○）	0、2、4、6、8回	

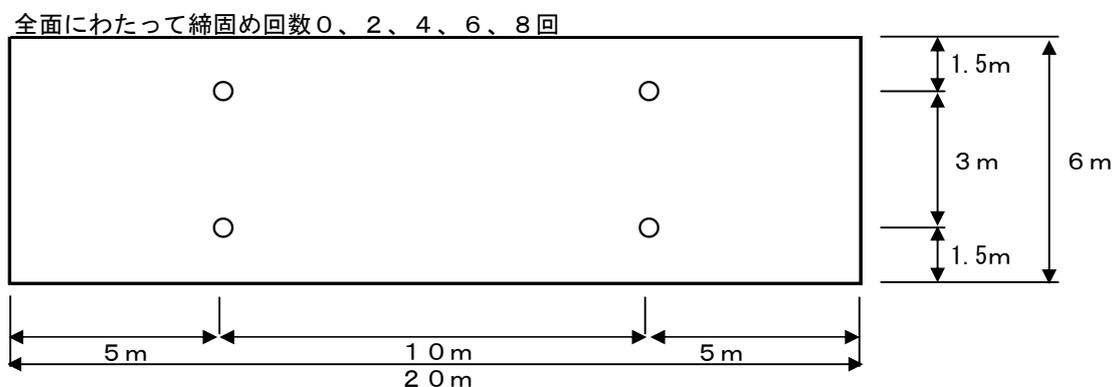


図 2.12 試験ヤードの設定事例（締固め度の測定は RI 計法）

(5) 施工仕様の決定

① 締固め回数

所定の仕上り厚（例 築堤の盛土工・路体盛土工は 30cm 以下、路床盛土工は 20cm 以下）となるようなまき出し厚さで材料をまき出し、締固めを行う。様々な締固め回数のもとで乾燥密度を測定し、締固め度を算出する。なお、締固め度算出（現場乾燥密度／最大乾燥密度）の分母となる最大乾燥密度には、土質試験における土の締固め試験（JIS A 1210 A・B 法又は JIS A 1210 C・D・E 法）の結果を用いる。

試験施工における、締固め回数と現場密度（R I 計法）の関係の例を、路体を用いて図 2.13 に示す。路体の品質規格値は、平均締固め度が 92%以上（JIS A 1210 A・B 法）である。したがって、図 2.13 に基づく適切な締固め回数は、8 回～10 回となる。

ただし、路床の品質規格値は平均締固め度が 97%以上（JIS A 1210 A・B 法）である。

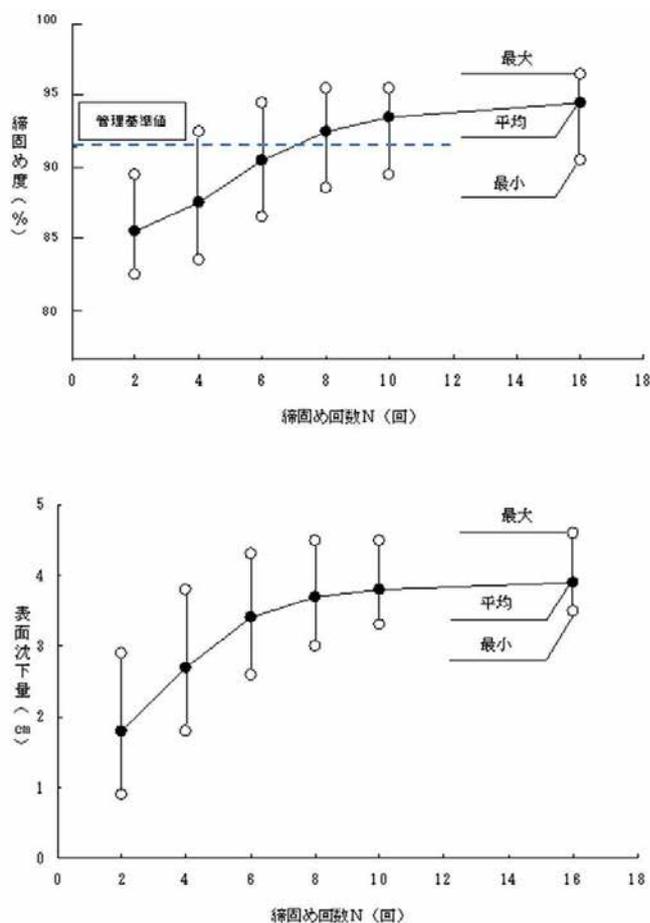


図 2.13 締固め回数の決定例（締固め度で管理できる材料：RI 計による測定例）

締固め度で管理できない岩塊材料の試験施工の例を、図 2.14 に示す。試験施工により、締固め回数と表面沈下量の相関を確認し、表面沈下量の変曲点（沈下量が収束した点付近）を本施工での締固め回数とするのが一般的である。

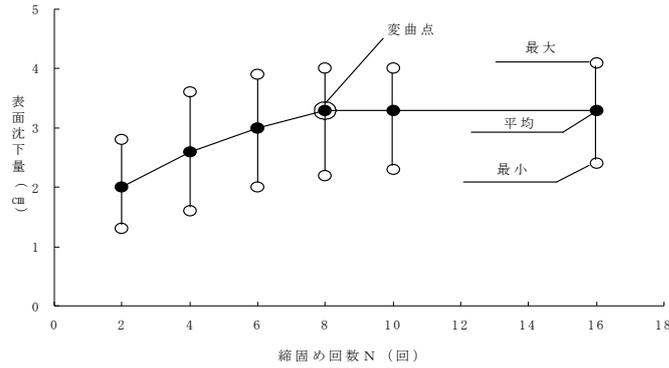


図 2.14 締固め回数の決定例 (締固め度で管理できない岩塊材料)

締固め回数が多いと過転圧が懸念される場合は、締固め回数を増やし過転圧が発生する締固め回数を把握して、本施工での締固め回数の上限值を決定することができる。

②まき出し厚

まき出し厚は、試験施工におけるまき出し厚を測定しておき、決定した締固め回数における表面沈下量から求められる仕上り厚を測定して、以下の式から本施工におけるまき出し厚を算出する。なお、試験施工において、決定したまき出し厚と締固め回数で、所定の仕上り厚が得られることを確認する。

本施工のまき出し厚 = 所定の仕上り厚 × (試験施工のまき出し厚 / 試験施工の仕上り厚)

※所定の仕上り厚 (例 築堤の盛土工・路体盛土工は 30cm 以下、路床盛土工は 20cm 以下)

③ 締固め後の層厚 (層厚分布図による管理を行う場合に把握する)

所定の仕上り厚が目安となる。各層の平均層厚が試験施工で定めた仕上り厚と比べて著しい乖離がないようにする。締固め層厚の把握においては、締固め層厚分布図は面的な施工状況の把握が目的であり、示される層厚で合否判定はしない。衛星測位には、GNSS 衛星の位置誤差、衛星からの電波の伝搬遅延による誤差等の、数 cm の再現性の無い誤差が生じることがあり、表示値が所定の仕上り厚を超える可能性があるためである。

(6) システム作動確認

システムの準備内容 (2.2~2.7 参照) について、事前に実施工と同様の施工内容で、正常に作動すること確認しておくことが望ましい。したがって、システムの各種機能や精度を、試験施工で確認してもよい。例えば、図 2.12 に示す方法で試験施工を実施した場合、システムから出力される締固め回数分布図が図 2.12 と同様の形となっていれば、システムが正常に作動しているものと判断できる。

試験施工におけるシステム作動に関する確認項目の例を、表 2.8 に示す。

表 2.8 試験施工におけるシステム作動に関する確認項目（例）

確認項目	確認内容	判定
システム運用に関する障害	<p>T Sの場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ T Sからの視準の遮断・錯綜の有無 ・ 基準局・移動局間の無線通信障害の発生の有無 <p>G N S Sの場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 試験施工中での F I X 解が得られること ・ 基準局・移動局間の無線通信障害の発生の有無 	<p>T Sから追尾用全周プリズムへの視準が遮断・錯綜する恐れがなく、無線通信障害が発生しなければ合格</p> <p>F I X 解が得られ、無線通信障害が発生しなければ合格</p> <p>ただし障害が発生しても、それらの障害が当初から想定される範囲であれば合格</p>
締固め判定・表示機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 試験施工での実際の走行状況とモニタ表示状況の違いの有無 ・ 実際の走行状況とモニタ表示までの遅れ時間 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実際の走行状況と、モニタ表示状況・転圧回数表示内容、締固め幅、締固め範囲に違いがなければ合格 ・ 締固め回数の表示遅れが数秒以内であれば合格
施工範囲の分割機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施工範囲を所定のサイズの管理ブロックに分割できること 	<p>所定のサイズの管理ブロックがモニタ表示されれば合格</p>
締固め幅設定機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 重機のローラまたは履帯幅に応じて締固め幅を任意に設定出来ること 	<p>実際の走行状況と、モニタ表示状況・転圧回数表示内容、締固め幅、締固め範囲に違いがなければ合格</p>
オフセット機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 締固め機械の位置座標取得箇所（追尾用全周プリズム又は G N S S アンテナ設置位置）と締固め位置とのオフセット量を入力できること 	

2.9 土質試験・試験施工結果の資料作成・提出

土質試験及び試験施工の結果を報告書として作成する。これらの資料は、盛土施工における材料品質の確認や施工仕様の確認の基本となるため、資料をまとめ次第、速やかに監督職員に提出する。

【解説】

(1) 土質試験の報告書

土質試験の報告書には、使用予定材料の種類毎に以下の結果を記載する。

- ・各種土質試験結果
- ・盛土材料としての適性評価
- ・過転圧になりやすい土質かどうかの評価
- ・締固め曲線（突固め曲線）
- ・所定の締固め度が得られる含水比の範囲
- ・各種試験結果を示すデータシート等

(2) 試験施工の報告書

試験施工の報告書には、以下の結果を記載する。使用予定材料の種類が複数である場合には、それぞれに報告書を作成する。

【試験施工概要】

- ・工事名、試験年月日、試験の目的
- ・試験施工に使用した土質の種類（土取場名、土質名等）
- ・試験施工に使用した機械の規格・締固めに影響する性能・作業時の機器状態（まき出し機械、敷均し機械、締固め機械）
- ・試験項目（締固め度、表面沈下量等）

【試験施工条件】

- ・試験施工ヤードの寸法
- ・測定位置

【試験施工結果】

- ・締固め回数と各試験項目の関係（表、グラフ等）
- ・所定の締固め度が得られる締固め回数
- ・（過転圧になりやすい土質の場合）締固め回数の上限値
- ・仕上り厚及び所定の仕上り厚が得られるまき出し厚
- ・各種試験結果を示すデータシート等

【システム作動確認結果】

- ・締固め回数分布図
- ・走行軌跡図

第3章 盛土施工における管理・確認

3.1 盛土材料の品質

盛土施工に使用する材料は、土質の変化の有無に注意を払い、試験施工で施工仕様を決定した材料と同じ土質の材料であることを確認する。さらに、盛土に先立ち、その含水比が所定の締固め度が得られる含水比の範囲内であることを確認する。

【解説】

(1) 土質の変化の有無の確認

盛土材料は、使用を予定している土取場から搬入する。従来の管理方法と同様に、目視による色の確認や手触り等による性状確認、その他の手段により、盛土に使用する材料が、事前の土質試験や試験施工で品質・施工仕様を確認したのと同じ土質であることを確認する。

本要領による締固め管理では材料の品質確認が重要であり、材料搬入時には性状の変化に都度注意を払う必要がある。異なっている場合は、その材料について土質試験・試験施工を改めて実施し、品質や施工仕様を確認したうえで盛土に使用する。

土質の変化がある場合には、一般に「品質管理基準及び規格値」に示される土質試験を実施することとなっている（前掲の表 2.6、表 2.7 参照）。

(2) 含水比の確認

盛土に使用する材料の含水比が、所定の締固め度が得られる含水比の範囲内であることを確認し、補助データとして施工当日の気象状況（天気・湿度・気温等）も記録する。一般的な試験方法（JIS A 1203、いわゆる炉乾燥法）では含水比が判明するまでに長時間を要するため、含水比測定の簡易法を準備して炉乾燥法との整合性を確認した上で、日常的には簡易法で迅速に含水比を確認するとよい。簡易法としては、RI 計法、赤外線水分計法、電子レンジ法、フライパン法を用いた事例がある。

含水比は、盛土の開始前後に、土取場や盛土現場で測定することを原則とする。また、施工中に含水比が変化しそうな場合（施工を止めるには至らないような小雨の場合、日射・強風・低湿度の乾燥作用がある場合等）にも含水比を測定し、所定の範囲内であるかどうかを確認する。

含水比が、所定の締固め度が得られる含水比の範囲内に入っていない場合には、散水、曝気等による含水比の調節を行う。

3.2 材料のまき出し

盛土材料をまき出す際には、盛土施工範囲の全面にわたって、試験施工で決定したまき出し厚以下のまき出し厚となるよう、適切に管理するものとする。

【解説】

(1) まき出し方法

盛土施工の基本は、締固め後の盛土材料が所定の締固め度を確保していることである。このため、所定の品質の盛土材料に、所定の締固めエネルギーを与えることが必要である。この締固めエネルギーには、締固め機械の種類、盛土材料のまき出し厚、締固め回数が大きな要因となる。

事前の試験施工において、所定の仕上り厚（例 築堤の盛土工・路体盛土工は30cm以下、路床盛土工は20cm以下）となるようなまき出し厚が求められており、本施工では盛土施工範囲の全面にわたって、このまき出し厚以下となるようにまき出し作業を実施し、その結果を確認するものとする。

なお、盛土材料に大粒径の礫が含まれる場合、運搬機械からの荷下ろしやまき出し作業によって礫が分離し、盛土材料が不均一となることがあるため、まき出し作業においてはブルドーザの排土板で礫を分散させる等、分離を解消するような方法を心がける。

(2) まき出し厚の確認方法（締固め層厚分布図による把握方法）

本管理要領では、まき出し厚の標準的な確認頻度を従来の管理方法と同様に、200mに1回の頻度でまき出し厚管理の写真撮影を行う、又まき出し施工のトレーサビリティを確保するためT SあるいはG N S Sによる締固め回数管理時の走行位置による面的な標高データを記録するものとする。

盛土の完成出来形に対して、施工層数ごとの締固め機械の標高データを記録しておくことで、各層ごとのまき出し終了後から締固め作業中及び締固め後の標高データを記録することとなり、施工状況のトレーサビリティ確保に寄与できる。

締固め回数管理時に取得した機械位置データを用い、全数・全層について各層の平均層圧を記載して締固め層厚分布図を作成し提出する場合は、200mに1回必須とされているまき出し厚管理時の写真撮影を省略することができる。なお、締固め層厚分布図を作成し提出する場合においても、1層目の締固め層厚については、従来どおり、丁張り、標尺等の近傍にて写真管理を行うこととする。

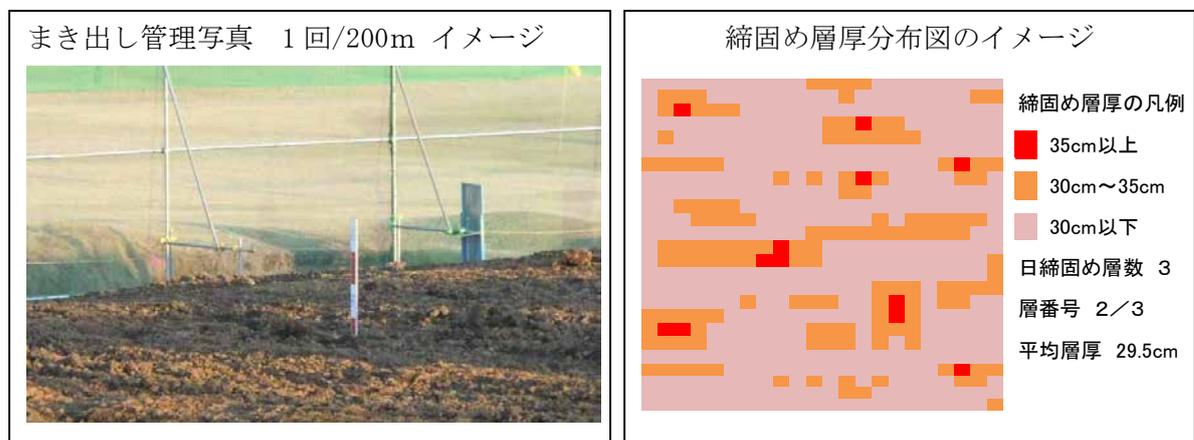
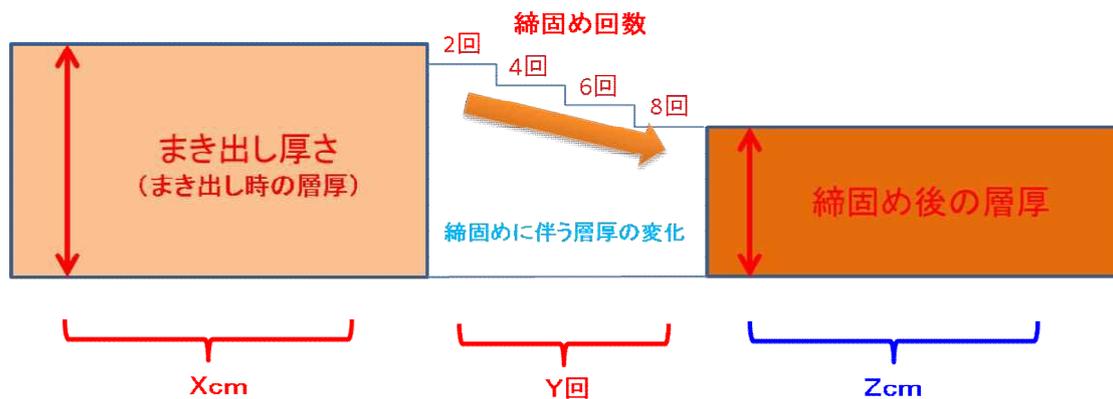


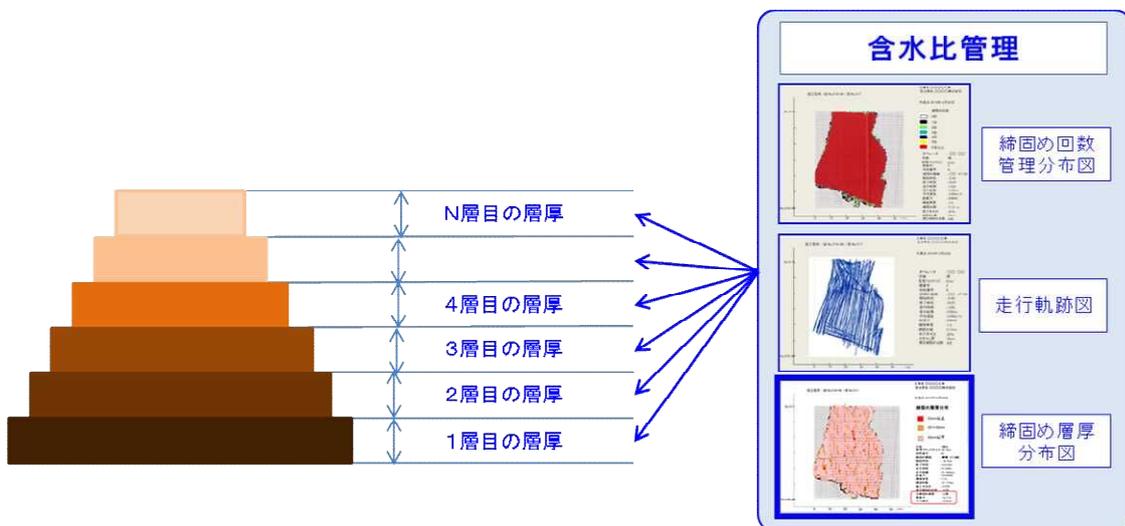
図 3.1 まき出し管理写真及び締固め層厚分布図の例



従来の施工管理の考え方 Xcmのまき出し+Y回の締固め→Zcmの締固め後層厚
 ※Zcmについて出来形管理は行っていない



追加された施工管理の考え方
 締固め後の層厚 (Zcm) と締固め回数 (Y回) を把握できれば、適切にまき出しされた (Xcm) と判断出来る → まき出し管理写真撮影を省略



追加された施工管理の考え方
 適切な含水比管理と締固め後の層厚分布図 (Zcm) 及び締固め回数分布図 (Y回) の提出により、適切にまき出し、施工されたと判断出来る。

図 3.2 締固め管理の考え方

3.3 締固め

盛土材料を締固める際には、盛土施工範囲の全面にわたって、試験施工で決定した締固め回数を確保するよう、TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理システムによって管理するものとし、車載パソコンのモニタに表示される締固め回数分布図において、施工範囲の管理ブロックの全てが、規定回数だけ締固めたことを示す色になるまで締固めるものとする。なお、過転圧が懸念される土質においては、過転圧となる締固め回数を超えて締固めないものとする。

【解説】

本施工では、試験施工で用いた機械を試験施工で用いた条件（水タンクによるバラスト調整など）でを使用することとする。ただし、やむを得ない理由で代替機械を用いる場合は締固め性能が同等（規格・重量・起振力・線圧等）であることを確認する。締固め機械のオペレータは、車載パソコンのモニタに表示される締固め回数分布図において、施工範囲の管理ブロックの全てが規定回数だけ締固めたことを示す色になるまで締固めなければならない（図 3.3）。なお、過転圧が懸念される土質においては、過転圧となる締固め回数を超えて締固めないよう、車載モニタに表示される締固め回数分布図で警告するような設定を施す（締固め回数の上限值の手前で管理ブロックの色を変える等）とともに施工機械の走行経路にも配慮する。

ただし、締固め機械が近寄れない構造物周辺やのり肩部については、本管理要領の対象外となることに配慮し締固め管理範囲を決定する。

なお、締固めにあたっては、次の事項に留意しなければならない。

- ①締固め速度は、試験施工時の速度を逸脱してはならない。
- ②GNSSの場合、捕捉される衛星の個数が多くても、衛星の配置が悪いと一時的に測位精度が悪いFLOAT解になることがある。この場合、FIX解に回復するまで作業を中断する。これは、作業を中断しない場合は、その範囲を従来手法で管理（目視での締固め回数カウント及び現場密度試験による品質確認）しなければならないためである。
- ③ 締固め層厚分布図の提出に関する留意事項。

締固め層厚分布図は面的な施工状況の把握が目的であり、示される層厚で合否判定はしない。これは衛星測位には、GNSS衛星の位置誤差、衛星からの電波の伝搬遅延による誤差等の、数cmの再現性の無い誤差が生じることがあり、表示値が所定の仕上がり厚を超える可能性があるためである。

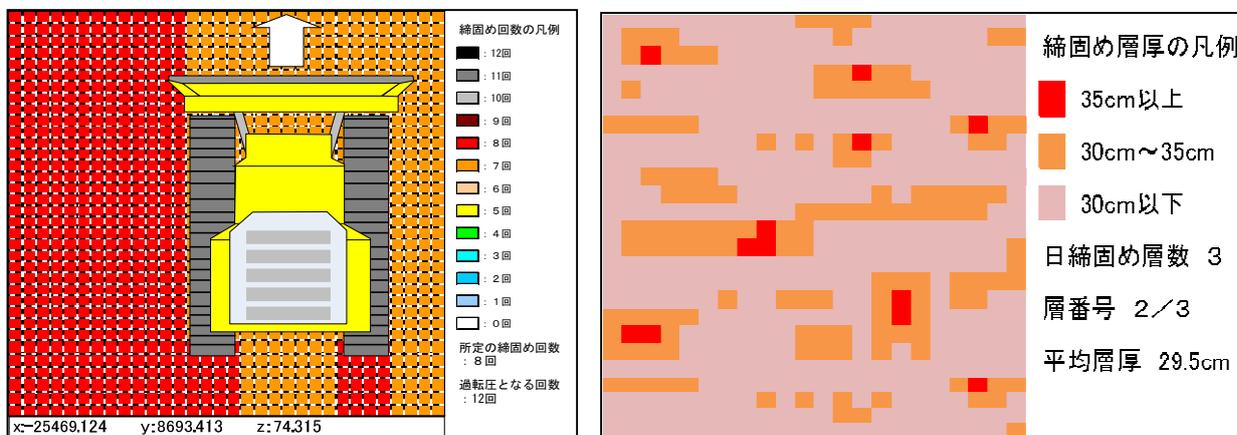


図 3.3 車載モニタによる締固め回数確認及び層厚分布図のイメージ

3.4 現場密度試験

原則として現場密度試験を省略する。但し、試験施工と同様の品質で所定の含水比の範囲が保たれる盛土材料を使用していない場合や、所定のまき出し厚・締固め回数等で施工できたことを確認できない場合には、現場密度試験を実施して規格値を満足しているか確認する。

【解説】

試験施工と同様（土質、含水比）の盛土材料を使用し、試験施工で決定した通りの施工仕様（まき出し厚、締固め回数等）で施工した盛土は、所定の締固め度を確保していると言える。

本管理要領により、盛土材料の品質確認（3.1参照）、まき出し厚等の確認（3.2参照）、締固め回数の確認（3.3参照）を行い、所定の結果が得られていることを確認できるならば、施工範囲全面で所定の締固め度が得られていると言えるので、現場密度試験を省略する。

また、品質管理及び出来形管理写真については、「写真管理基準(案)」(国土交通省)に基づいて行うが、現場密度試験は原則として省略されるため、「現場密度の測定」(土質毎に1回)の写真撮影は省略する。

なお、盛土材料の品質、まき出し厚、締固め回数等のいずれかが規定通りとなっていない場合は、締固め度が所定のものとなっていない可能性があるため、各地方整備局で制定されている「土木工事施工管理基準及び規格値」に従って現場密度試験を実施する。

3.5 盛土施工結果の資料作成・提出

盛土材料の品質の記録（搬出した土取場、含水比等）、まき出し厚の記録、締固め層厚分布図（まき出し厚の記録を省略する場合）、締固め回数の記録（締固め回数分布図、走行軌跡図）は施工時の日常管理帳票として作成・保管する。

締固め回数管理で得られるログファイル（締固め機械の作業中の時刻とその時の位置座標を記録するもの）は、電子データの形式で提出する。

【解説】

(1) 盛土材料の品質の記録

盛土に使用した材料が、事前に土質試験で品質を確認し、試験施工で施工仕様を決定した材料と同じ土質の材料であることを確認できる記録として、搬出した土取場を記録する。当該土取場に複数の土質の材料がある場合には、それらを区別するための土質名を記録する。

盛土に使用した材料の含水比（施工含水比）も記録する。

これらの記録を（3）における締固め回数分布図に記載すれば、別資料として整理する必要はない。

(2) まき出し厚の記録

まき出し作業において、試験施工で決定したまき出し厚以下のまき出し厚となっていることを確認できる記録として、200mに1回の頻度でまき出し厚の写真撮影を行うとともに毎回の盛土施工における施工機械の走行標高データをログファイルに記録する。

締固め範囲の全数・全層について、各層の平均層圧を記載した締固め層厚分布図をシステムにより作成する場合、まき出し厚管理時の写真撮影を省略できる。

(3) 締固め回数分布図と走行軌跡図

毎回の締固め終了後に、車載パソコンに記録された計測データ（ログファイル）を電子媒体に保存し、管理局において締固め回数分布図と走行軌跡図を出力する。これらの図は締固め範囲の全面を確実に規定回数だけ締固めたことを確認するための日常管理帳票となるので、全数・全層について作成する。したがって、一日の締固めが複数回・複数層に及ぶ場合は、その都度、以下の内容が記載された締固め回数分布図と走行軌跡図を出力するものとする。締固め回数分布図、走行軌跡図等の日常管理資料は、データで出力・保管してもよい。

<必須の入力項目>

- ・ 工事名、受注会社名
- ・ 作業日、オペレータ名、天候
- ・ 管理ブロックサイズ
- ・ 施工箇所（STA.No等）、断面番号又は盛土層数番号
- ・ 盛土材料番号（土取場名、土質名）
- ・ 締固め機械名
- ・ 作業時刻
- ・ 走行時間、走行距離、締固め平均速度
- ・ 施工時の起振力（振動ローラの場合、タンデムローラでは前後輪ともに記入）
- ・ 施工時の機械重量（バラスト含む）
- ・ 締固め幅
- ・ 施工含水比
- ・ まき出し厚
- ・ 規定締固め回数

<任意の入力項目>

- ・ その他

管理ブロックサイズ 0.50m、規定締固め回数6回の条件で締固めた際の締固め回数分布図のイメージを図 3.4 に、走行軌跡図のイメージを図 3.5 に示す。

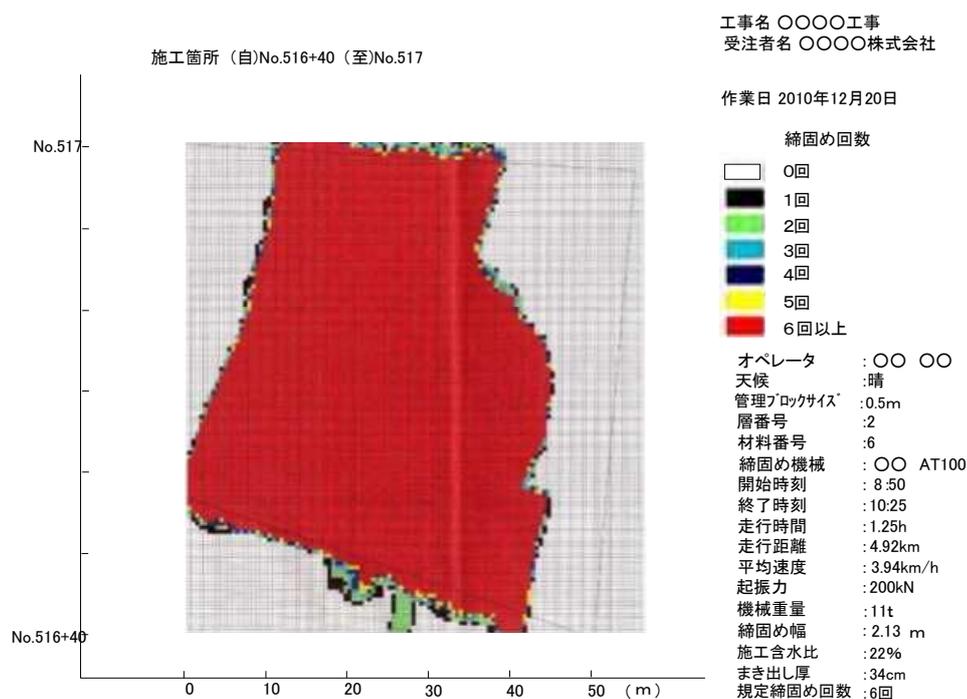


図 3.4 締固め回数分布図イメージ（管理ブロックサイズ0.50m）

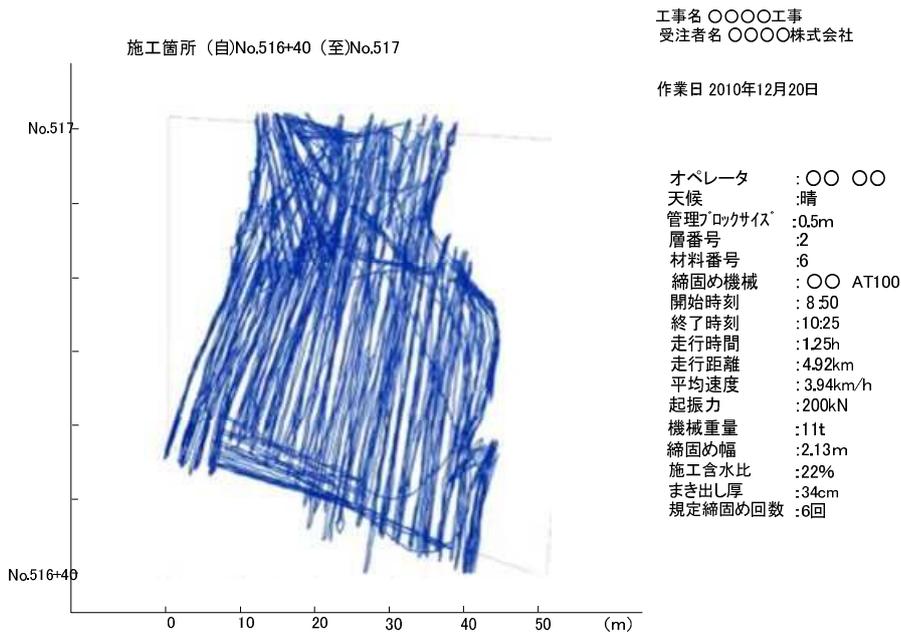


図 3.5 走行軌跡図のイメージ

(4) 締固め層厚分布図

まき出し厚の写真管理に代えて締固め層厚分布図による把握を行う場合は、毎回の締固め終了後に、車載パソコンに記録された計測データ（ログファイル）を電子媒体に保存し、管理局において締固め層厚分布図を出力する。この図は締固め範囲の全面を確実にまき出し、締固めを行ったことを確認するための日常管理帳票となるので、全数・全層について作成する。したがって、一日の締固めが複数回・複数層に及ぶ場合は、その都度、以下の内容が記載された締固め層厚分布図を出力するものとする。

管理ブロックごとに締固め層厚を表示する。又、必須入力項目は（3）締固め回数分布図と走行軌跡図に準ずるが、当該帳票が何層目に当たるかを明示する他、まき出し厚に代えて平均層厚を記録する。

締固め層厚分布図のイメージを図 3.6 に示す。

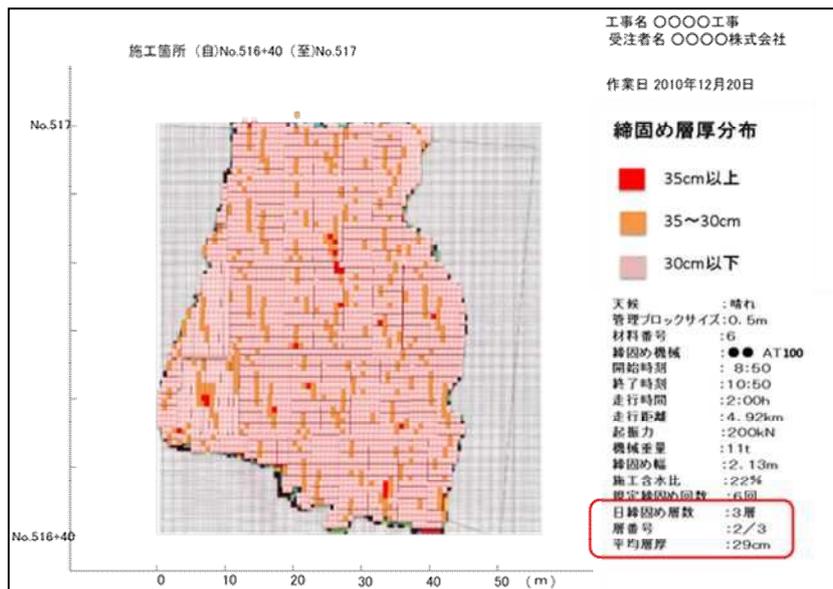


図 3.6 締固め層厚分布図のイメージ

(5) ログファイル

締固め回数管理で得られるログファイル（締固め機械の作業中の時刻とその時の位置座標を記録するもの）も電子データの形式で保管し、「工事完成図書」の電子納品等要領で定める「OTHR」フォルダに格納する。ログファイルに必要なデータ項目を、以下の通りとする。ログファイルの内容の例をTSについては図3.7、GNSSについては図3.8に示す。

- ・年月日と時刻 : 図3.7の例では②
- ・各時刻における位置（x、y、z座標） : 図3.7の例では④～⑥
- ・重機の前進後進の信号 : 図3.7の例では③
- ・振動輪の起振の有無（振動ローラの場合） : 図3.7の例では⑦、⑧

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦⑧
1	091120_074931	1	1000.426180	-61431.327734	149.613327	F F
1	091120_074932	1	1000.423844	-61431.328288	149.617427	F F
1	091120_074933	1	1000.424147	-61431.327027	149.612527	F F
1	091120_074934	1	1000.426483	-61431.327028	149.609327	F F
1	091120_074935	1	1000.426180	-61431.327918	149.603027	F F
1	091120_074936	1	1000.428365	-61431.327548	149.613527	F F
1	091120_074937	1	1000.426667	-61431.326843	149.610927	F F
1	091120_074938	1	1000.425574	-61431.327918	149.604927	F F
1	091120_074939	1	1000.426818	-61431.327549	149.612627	F F
1	091120_074940	1	1000.424147	-61431.326843	149.611827	F F
1	091120_074941	1	1000.426332	-61431.324507	149.611727	F F
1	091120_074942	1	1000.426331	-61431.325952	149.611627	F F
1	091120_074943	1	1000.423542	-61431.325767	149.607327	F F
1	091120_074944	1	1000.424785	-61431.324507	149.610526	F F
1	091120_074945	1	1000.426483	-61431.327398	149.616127	F F
1	091120_074946	1	1000.426516	-61431.333111	149.613127	F F
1	091120_074947	1	1000.427423	-61431.328808	149.607827	F F
1	091120_074948	1	1000.427121	-61431.328809	149.610227	F F
1	091120_074949	1	1000.426970	-61431.328809	149.617927	F F

図3.7 ログファイルの内容の例（TSを用いた例）

- ・年月日と時刻 : 図3.8の例では②
- ・各時刻における位置（x、y、z座標） : 図3.8の例では⑧～⑩
- ・GNSSの測位状況（FIX解かFLOAT解かを判別するもの） : 図3.8の例では③
- ・重機の前進後進の信号 : 図3.8の例では⑦
- ・振動輪の起振の有無（振動ローラの場合） : 図3.8の例では⑪、⑫

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
1	091120_074931	5	9	1	0	0	1	1000.426180	-61431.327734	149.613327	F F
1	091120_074932	5	9	1	0	0	1	1000.423844	-61431.328288	149.617427	F F
1	091120_074933	5	9	1	0	0	1	1000.424147	-61431.327027	149.612527	F F
1	091120_074934	5	9	1	0	0	1	1000.426483	-61431.327028	149.609327	F F
1	091120_074935	5	9	1	0	0	1	1000.426180	-61431.327918	149.603027	F F
1	091120_074936	5	9	1	0	0	1	1000.428365	-61431.327548	149.613527	F F
1	091120_074937	5	9	1	0	0	1	1000.426667	-61431.326843	149.610927	F F
1	091120_074938	5	9	1	0	0	1	1000.425574	-61431.327918	149.604927	F F
1	091120_074939	5	9	1	0	0	1	1000.426818	-61431.327549	149.612627	F F
1	091120_074940	5	9	1	0	0	1	1000.424147	-61431.326843	149.611827	F F
1	091120_074941	5	9	1	0	0	1	1000.426332	-61431.324507	149.611727	F F
1	091120_074942	5	9	1	0	0	1	1000.426331	-61431.325952	149.611627	F F
1	091120_074943	5	9	1	0	0	1	1000.423542	-61431.325767	149.607327	F F
1	091120_074944	5	9	1	0	0	1	1000.424785	-61431.324507	149.610526	F F
1	091120_074945	5	9	1	0	0	1	1000.426483	-61431.327398	149.616127	F F
1	091120_074946	5	9	1	0	0	1	1000.426516	-61431.333111	149.613127	F F
1	091120_074947	5	9	1	0	0	1	1000.427423	-61431.328808	149.607827	F F
1	091120_074948	5	9	1	0	0	1	1000.427121	-61431.328809	149.610227	F F
1	091120_074949	5	9	1	0	0	1	1000.426970	-61431.328809	149.617927	F F

図3.8 ログファイルの内容の例（GNSSを用いた例）

※ログファイルの電子データ形式は、土木技術資料第4372号「TS・GNSSによる盛土締固め管理データ交換標準（案）」によるものとし、2020年4月1日以降に適用する。

(6) 現場密度試験結果

現場密度試験（砂置換法、RI計法等）を実施した場合には、データシート等を含む試験結果の報告書を作成する。

第4章 発注者への提出書類等

4.1 監督に関する書類の提出

発注者の監督に対して適切に対応するため、準備工や盛土工での品質管理に関わる資料を整理し、提出しなければならない。

【解説】

受注者は、盛土の品質に関して適切な監督が実施されるのに必要な資料を整理し、提出しなければならない。

土木工事監督技術基準（案）においては、盛土工の監督としては、表4.1に示す施工状況把握を行うこととなっている（盛土工には、「段階確認」は特に定められていない）。受注者は、監督職員の施工状況把握（特に資料による把握）に必要な場合にはすぐに提示できるよう、2.6、2.10、3.5で作成する資料を整理しておく必要がある。盛土工の監督（施工状況把握）で必要となり得る資料を、表4.2に示す。

表4.1 盛土工における施工状況把握の内容（土木工事監督技術基準（案）より）

種別	細別	施工時期	把握項目	把握の程度
盛土工 河川、道路、海岸、 砂防	—	敷均し・転圧時	使用材料、敷均し・ 締固め状況	一般：1回／1工事 重点：2～3回／1工事

表4.2 盛土工の監督（施工状況把握）で必要となり得る資料

種別	資料	要点	備考
工事基準点に関する測量成果	<ul style="list-style-type: none"> 成果表 成果数値データ 基準点及び工事基準点網図 測量記録 工事基準点の設置状況写真 	工事基準点の座標、配置、設置状況等を把握するための左記資料	2.5参照
精度確認結果・システム確認結果	事前確認 チェックシート	<ul style="list-style-type: none"> 機器メーカー等が発行する書類（証明書・カタログ・性能仕様書等） 現場の計測障害の有無、使用するシステムの精度・機能の確認結果 	2.6参照
土質試験・試験 施工結果	土質試験結果	使用する土質毎の締固め曲線及び所定の締固め度が得られる含水比の範囲	
	試験施工結果	試験により密度との相関から決定した締固め機械種類、まき出し厚、締固め回数	
盛土工施工結果	①盛土材料の品質の記録	土質（搬出した土取場）、含水比のチェック	②に記載する
	②締固め回数分布図と走行軌跡図	締固め回数、走行軌跡のチェック	
	③締固め層厚分布図	締固め層厚分布の把握	施工者が選択した場合
	④ログファイル	②、③に疑義がある場合にチェックするデータ	電子データ形式で提出
	⑤現場密度試験結果	締固め度のチェック	現場密度試験を行った場合のみ

注) 青文字は本管理要領に特有の内容

4.2 検査に関する書類の提出

発注者の検査に対して適切に対応するため、準備工や盛土施工での品質管理に関わる資料や必要な機材を準備し、検査に臨まねばならない。

【解説】

本管理要領は盛土の品質を管理するものであるため、「品質検査」に対応する資料を準備する。品質検査の手順は「公共事業の品質確保のための監督・検査・成績評定の手引き 平成 22 年 7 月 全国総括工事検査官等会議」より以下が示されている。

1. 品質管理資料について、品質管理基準に定められた試験項目、試験頻度並びに規格値を満足しているか否かを確認する。
2. 現地や施工状況写真等の観察により均等に施工されているか否かを判断する。
3. 動作確認が行える施設については、実際に操作し確認を行うとともに、必要により性能を実測する。
4. 品質管理資料の規格値との対比、並びに観察結果により適否を判断する。

したがって、検査に対応するための資料や機材は、表 4.2 に示したもののほか、表 4.3 に示すものが必要となる。

表 4.3 盛土工の品質に関する検査で必要となり得る資料・機材

種別	資料または機材	要点	備考
品質管理資料	表 4.2 に示す全ての資料	品質管理基準の試験項目、試験頻度並びに規格値を満足しているか否かを示す資料	
品質管理及び出来形管理写真	締固め状況の写真	適切な重機・適切な方法で施工していることを示す写真	
	まき出し厚の確認写真	施工延長 200 m に 1 箇所	締固め層厚分布図が提出されれば省略

参考資料

本管理要領による管理を実施するために必要なシステムの機能

システムは以下の機能を有するものとし、システムを選定する段階でカタログその他によって確認する。

(1) 締固め判定・表示機能

- ・ローラまたは履帯が管理ブロック上を通過する毎に、当該管理ブロックが1回締固められたと判定する機能
- ・管理ブロック毎に累積の締固め回数を記録し、車載モニタに表示する機能

(2) 施工範囲の分割機能

施工範囲を所定のサイズの管理ブロックに分割できる機能

(3) 締固め幅設定機能

締固め幅を使用する重機のローラまたは履帯幅に応じて任意に設定できる機能

(4) オフセット機能

締固め機械の位置座標取得箇所と実際の締固め位置との距離を入力できる機能

(5) システムの起動とデータ取得機能

- ・データの取得・非取得を施工中適宜切り替えることが出来る機能
- ・振動ローラの場合は、有振時のみ位置座標を取得する機能

(6) 座標取得データの選択機能(GNSSの場合)

FIX解が得られる状態でのデータのみを取得する機能

(7) 締固め層厚分布図作成機能(まき出し厚管理時の写真撮影を省略する場合)

締固め機械より取得する締固め時の標高データを用いて、施工時の管理ブロックサイズの標高と下層施工時の該当する管理ブロックサイズの標高の差分である締固め層厚を記録し、分布図を作成する機能。帳票出力時は締固め層数及び平均層厚も記録する。

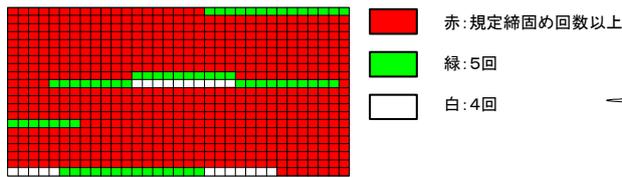
【解説】

(1) 締固め判定・表示機能

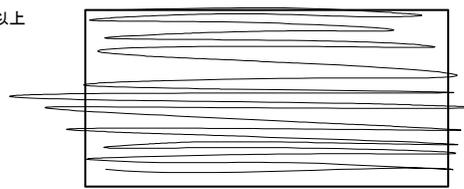
使用するシステムは、締固めの施工範囲を小さな正方形に分割して設定した各管理ブロックに対して、通過したかどうかを識別し、通過した場合にはその回数を車載モニタに表示することができるものとする。また、車載モニタに示される締固め機械の走行位置は、実際の走行位置に対して3～4秒遅れ程度以内とする。

管理ブロックとは、施工範囲(締固めを行う域内)を、使用する締固め機械により定められたサイズの正方形の領域に分割したものであり、この管理ブロック毎に締固め回数を記録・表示する。締固め回数は、各ブロックの四隅の1点をローラまたは履帯が通過した時点で、そのブロックを1回締固めたと見なす判定方法でカウントする。

締固め作業中、オペレータは車載モニタに表示される管理ブロック毎の締固め回数の色分け表示を確認しながら、規定回数の締固め完了部分と未完了部分を見分けることができる。車載モニタに表示される締固め回数分布図の概念図を参考図1、締固め機械の走行軌跡概念図を参考図2に示す。



締固め回数分布図



走行軌跡図

参考図1 締固め回数分布図の概念図

参考図2 締固め機械の走行軌跡概念図

(2) 施工範囲の分割機能

締固め回数を管理するための適切な管理ブロックサイズは締固め機械によって異なり、本管理要領では、参考表1に示すとおり機種に応じて0.25mまたは0.50mサイズを標準としている。使用するシステムは、締固め回数を管理するモニタ表示で、施工範囲を0.25mまたは0.50mサイズの管理ブロックに分割できるものとする。

参考表1 管理ブロックサイズの基準値

作業機械	管理ブロックサイズ
ブルドーザ ¹⁾	0.25m
タイヤローラ	0.50m
振動ローラ	0.50m
ロードローラ、 タンピングローラ等の 上記に準ずる機械	0.25mまたは0.5mサイズより 締固め幅等を考慮して決定

1) : ブルドーザの場合は履帯間の接地しない領域を考慮している。

(3) 締固め幅設定機能

締固め幅は機種によって異なる。特にブルドーザの場合は、左右の履帯幅のみを締固め幅とすることになる。使用するシステムは、機種や機械の大きさに応じて、締固め幅を設定できるものとする。

(4) オフセット機能 (参考表2、参考図3、参考図4参照)

① 締固め回数 (締固め位置) のオフセット

締固め機械の位置座標を取得するため、追尾用全周プリズム又はGNSSアンテナを作業機械に装着するが、この装着位置は実際の締固め位置ではない。追尾用全周プリズム又はGNSSはアンテナ装着位置の座標を取得するため、実際の締固め位置との関係について、補正計算を行わなければならない。使用するシステムは、以下の内容で実際の締固め位置を補正計算 (オフセット) できるものとする。

- ・ブルドーザ：左右の履帯の前端あるいは後端 (前進時の締固め位置は後端、後進時の締固め位置は前端) : 参考図3参照
- ・タイヤローラ：前後輪の接地線

- ・振動ローラ：土工用振動ローラの場合は前輪の接地線、タンDEM型振動ローラの場合は前後輪の接地線：参考図4参照

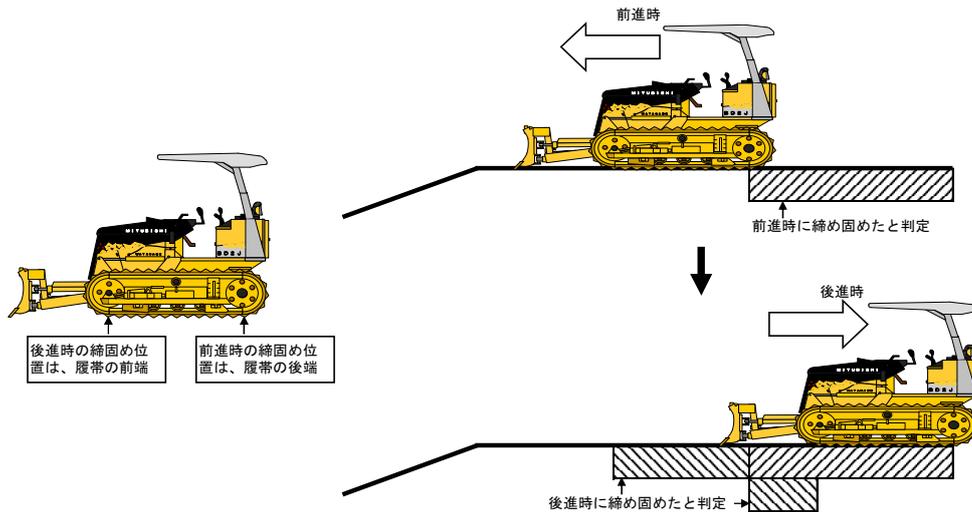
②機械標高のオフセット

まき出し機械や締固め機械の位置座標をTS又はGNSSにより取得し、まき出し時の標高や締固め後の標高を測定してまき出し厚や締固め層厚等の算出に利用する場合は、位置座標取得箇所と実際の地盤標高との関係について、以下の内容でオフセットできるものとする。

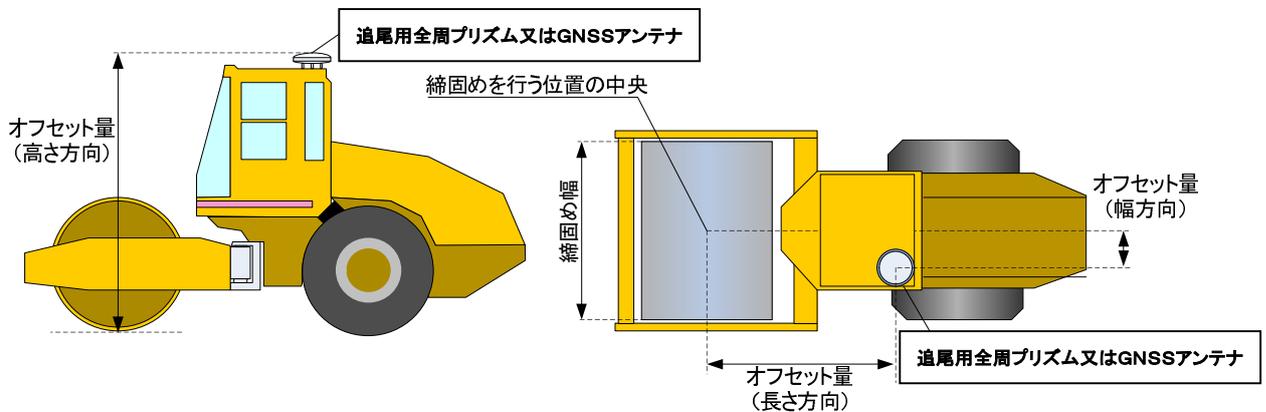
- ・ブルドーザ：履帯底面等、地盤の標高に一致する高さ位置
- ・タイヤローラ：車輪底面等、地盤の標高に一致する高さ位置
- ・振動ローラ：振動輪底面等、地盤の標高に一致する高さ位置：参考図4参照

参考表2 機械の種類別のオフセット設定と締固め判定のガイドライン

機械の種類	システムの設定		
	締固め位置	締固め判定	標高測定位置(例)
ブルドーザ	左右の履帯の前端あるいは後端：参考図3 前進時：締固め位置は後端 後進時：締固め位置は前端	<ul style="list-style-type: none"> ・左記の締固め位置が管理ブロックの1点を通過すれば、その管理ブロックを締固めたと判定 ・システムは前後進を区別することが必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・履帯の底面 ・湿地ブルドーザの三角シューでは、シューの厚みの中心を標高測定位置とした事例あり ・シューの形状が特殊な場合は、適切な位置を設定する
タイヤローラ	前後輪の接地線	<ul style="list-style-type: none"> ・片輪の接地線が管理ブロックの1点を通過すれば、その管理ブロックを0.5回だけ締固めたと判定 ・システムは前後進を区別することが必要 	前後輪の底面
振動ローラ	【タンDEM型】 前後輪の接地線	<ul style="list-style-type: none"> ・片輪の接地線が管理ブロックの1点を通過すれば、その管理ブロックを0.5回だけ締固めたと判定 ・ローラの振動時のみに締固め走行軌跡を記録する設定 ・システムは前後進を区別することが必要 	前後輪の底面
	【土工用】 【コンパインド】 前輪の接地線：参考図4	<ul style="list-style-type: none"> ・前輪の接地線が管理ブロックの1点を通過すれば、その管理ブロックを1回だけ締固めたと判定 ・ローラの振動時のみに締固め走行軌跡を記録する設定 ・システムは前後進を区別することが必要 	前輪の底面：参考図4
ロードローラ、タンピングローラ等	締固めを行う車輪の接地線	上記を参考にして設定	上記を参考にして設定 (走行輪の底面が地表面に一致するとみなしてもよい)



参考図3 ブルドーザにおける締め固め位置の設定例と前進・後進時の締め固め判定の例



参考図4 オフセット量・締め固め幅の計測位置（土工用振動ローラを使用する場合の例）

(5) システムの起動とデータ取得機能

締め固め回数は、敷均し完了後に、締め固め対象範囲内を締め固め機械が移動する走行軌跡によってのみカウントする必要があるため、締め固め作業を実施していない間の通常の重機の移動等については、データを取得しないように切り替えられるものとする。また、振動ローラで締め固めを行う場合は、無振動での走行は締め固めとして認識しないよう、有振時の場合のみ位置座標を取得するよう切り替えられるものとする。

(6) 座標取得データの選択機能(GNSSのみ)

締め固め機械の位置座標はFIX解データを使用して取得するものとし、測位精度が悪いFLOAT解データを取得して締め固め回数をカウントしないものとする。FIX解とは利用可能な人工衛星数が一定以上（基本は5個以上）の場合に得られる、精度が保証された位置測定結果である。

(7) 締め固め層厚分布図作成機能（まき出し厚管理時の写真撮影を省略する場合）

締め固め機械より取得する締め固め時の標高データを用いて、施工時の管理ブロックサイズの標高と下層施工時の該当する管理ブロックサイズの標高の差分である締め固め層厚を記録し、分布図を作成する機能。帳票出力時は締め固め層数及び平均層厚も記録する。

事前確認チェックシート（TSの場合）

令和 年 月 日

工事名： _____

受注会社名： _____

作成者： _____ 印

確認項目	確認内容	確認結果
適用条件の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・使用する締固め機械が適用機種（ブルドーザ、タイヤローラ、振動ローラ及びそれらに準ずる機械）であり規格・締固め性能を把握したか？ ・使用する材料が締固め回数管理に適しているか？ 	
システム運用障害に関する事前調査	<ul style="list-style-type: none"> ・無線通信障害の発生の可能性はないか？ →低い位置に高圧線等の架線がないか、基地、空港等が近くにないか ・TSの視準が遮るような障害物等がないか？ 	
精度の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・TS測量機器が以下の性能を満足していることを確認できる機器メーカー等が発行する書類（証明書・カタログ・性能仕様書等）があるか？ 公称測定精度 ±(5mm+5ppm×D) 最小目盛値 20"以下 ・既知座標（工事基準点）とTSの計測座標が合致しているか？ 	
機能の確認	①締固め判定・表示機能 <ul style="list-style-type: none"> ・ローラまたは履帯が管理ブロック上を通過する毎に、当該管理ブロックが1回締固められたと判定し、車載モニタに表示されるか？ ・管理ブロック毎の累積の締固め回数が、車載モニタに表示されるか？ ・施工とほぼ同時に締固め回数分布図を画面表示できるか？ 	
	②施工範囲の分割機能 <ul style="list-style-type: none"> ・施工範囲を、所定のサイズの管理ブロックに分割できるか？ 	
	③締固め幅設定機能 <ul style="list-style-type: none"> ・締固め幅を、使用する重機のローラまたは履帯幅に応じて任意に設定できるか？ 	
	④オフセット機能 <ul style="list-style-type: none"> ・締固め機械の位置座標取得箇所と実際の締固め位置との関係をオフセットできるか？ 	
	⑤システムの起動とデータ取得機能 <ul style="list-style-type: none"> ・データの取得・非取得を施工中適宜切り替えることができるか？ ・振動ローラの場合は、有振時のみの位置座標を取得するようになっているか？ 	
	⑥締固め層厚分布図作成機能 <ul style="list-style-type: none"> ・締固め層厚分布図が作成できるか？ ※上記によりまき出し厚管理時の写真撮影を省略する場合は確認する	

事前確認チェックシート（GNSSの場合）

令和 年 月 日

工事名： _____

受注会社名： _____

作成者： _____ 印

確認項目	確認内容	確認結果
適用条件の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・使用する締固め機械が適用機種（ブルドーザ、タイヤローラ、振動ローラ及びそれらに準ずる機械）であり規格・締固め性能を把握したか？ ・使用する材料が締固め回数管理に適しているか？ 	
システム運用障害に関する事前調査	<ul style="list-style-type: none"> ・無線通信障害の発生の可能性はないか？ →低い位置に高圧線等の架線がないか、基地・空港等が近くはないか ・GNSSの測位状態に問題はないか？ →FIX解となるのに必要な衛星捕捉数（5個以上）は確保できる状況か 	
精度の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・GNSS測量機器が以下の性能を満足していることを確認できる機器メーカー等が発行する書類（証明書・カタログ・性能仕様書等）があるか？ 水平(x y) ±20mm 垂直(z) ±30mm ・既知座標（工事基準点）とGNSSの計測座標が合致しているか？ 	
機能の確認	①締固め判定・表示機能 <ul style="list-style-type: none"> ・ローラまたは履帯が管理ブロック上を通過する毎に、当該管理ブロックが1回締固められたと判定し、車載モニタに表示されるか？ ・管理ブロック毎の累積の締固め回数が、車載モニタに表示されるか？ ・施工とほぼ同時に締固め回数分布図を画面表示できるか？ 	
	②施工範囲の分割機能 <ul style="list-style-type: none"> ・施工範囲を、所定のサイズの管理ブロックに分割できるか？ 	
	③締固め幅設定機能 <ul style="list-style-type: none"> ・締固め幅を、使用する重機のローラまたは履帯幅に応じて任意に設定できるか？ 	
	④オフセット機能 <ul style="list-style-type: none"> ・締固め機械の位置座標取得箇所と実際の締固め位置との関係をオフセットできるか？ 	
	⑤システムの起動とデータ取得機能 <ul style="list-style-type: none"> ・データの取得・非取得を施工中適宜切り替えることができるか？ ・振動ローラの場合は、有振時のみの位置座標を取得するようになっているか？ 	
	⑥座標取得データの選択機能 <ul style="list-style-type: none"> ・FIX解でのデータのみを取得する機能を有しているか？ 	
	⑦締固め層厚分布図作成機能 <ul style="list-style-type: none"> ・締固め層厚分布図が作成できるか？ ※上記によりまき出し厚管理時の写真撮影を省略する場合は確認する	

ロックボルトの引抜試験

(1) 計測の目的

ロックボルトの定着効果を確認することを目的とする。

(2) 計測の要領

ロックボルトの引抜試験方法に従って行う。

実施時期は施工後3日経過後とし、引抜試験耐力はロックボルト引抜耐力の80%程度以上とする。

(3) 結果の報告

計測結果は図4-1の要領で整理する。

(4) 試験後のボルトの処置

引抜試験の結果が荷重変位曲線図4-1のA領域に留まっている状態の場合には、試験後のボルトはそのままとし、これを補うボルトは打設しないものとする。

図のB領域に入る場合には、その他のボルトの状況を判断して施工が悪いと思われるものについては、試験したボルトを補うボルトを打設する。また地山条件によると思われる場合には地中変位や、ロックボルトの軸力分布等をして、ロックボルトの設計を修正する。

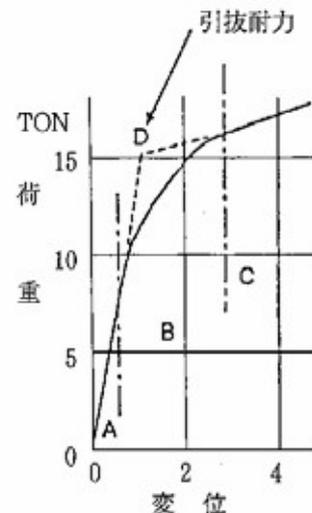


図4-1 ロックボルト引抜試験

(ロックボルトの引抜試験方法)

この方法はISRMの提案する方法に準拠したものである。

(International Society for Rock Mechanics, Commission on Standardization of Laboratory and Field Tests, Comitee on Field Tests Document No. 2. 1974)

(1) 引抜試験準備

ロックボルト打設後に、載荷時にボルトに曲げを発生しないように図4-2のように反力プレートをボルト軸に直角にセットし、地山との間は早強石膏をはりつける。

(2) 引抜試験

引抜試験は、図4-3のようにセンターホールジャッキを用い、油圧ポンプで1ton毎の段階載荷を行って、ダイヤルゲージでボルトの伸びを読み取る。

(3) 全面接着式ボルトの場合の注意事項

(ア) 吹付コンクリートが施工されている時は、コンクリートを取りこわして岩盤面を露出させるか、あるいは、あらかじめ引抜試験用のロックボルトに、吹付コンクリートの付着の影響を無くすよう布等を巻いて設置して試験を行うのが望ましい。ロックボルトに歪みゲージを貼付けて引抜試験の結果が得られている場合には、その結果を活用することにより、特に吹付コンクリートを取り壊す必要がない場合もある。

(ロ)反力は、ロックボルトの定着効果としてピラミッド形を考慮する場合には、できるだけ孔等は大きいものを用い、ボルト周辺岩盤壁面を拘束しないこと。

(ア) ロックボルトの付着のみを考慮する場合は、反力をできるだけロックボルトに近づけること。

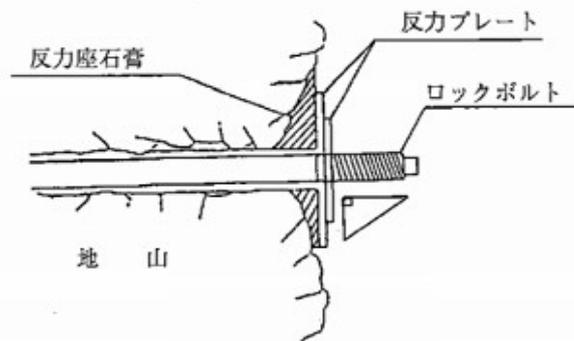


図4-2 反力座の設置

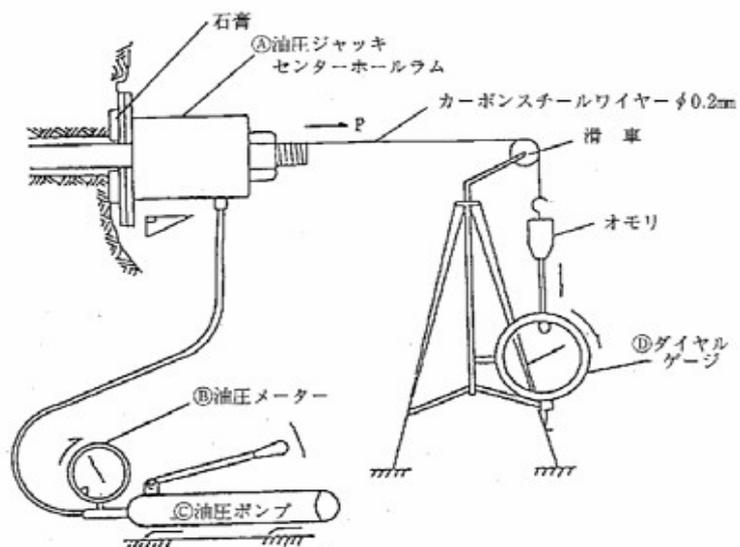


図4-3 引抜試験概要図

