

附録

- 付録01 ロックボルトの引抜試験
- 付録02 コンクリートの耐久性向上対策
- 付録03 土木コンクリート構造物の品質確保について
- 付録04 「土木コンクリート構造物の品質確保について」の運用について
- 付録05 レディーミクストコンクリートの品質確保に伴う単位水量の測定について
- 付録06 RI計器を用いた盛土の締固め管理要領(案)
- 付録07 TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領
- 付録08 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
- 付録09 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

〔参考資料〕

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。

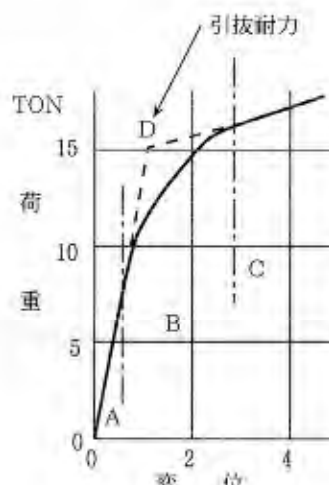


図4-1 ロックボルト引抜試験

(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とし、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

(イ) 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。

(ハ)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。

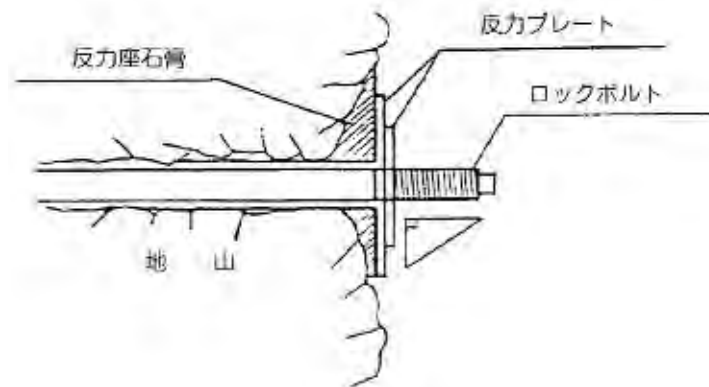


図4-2 反力座の設置

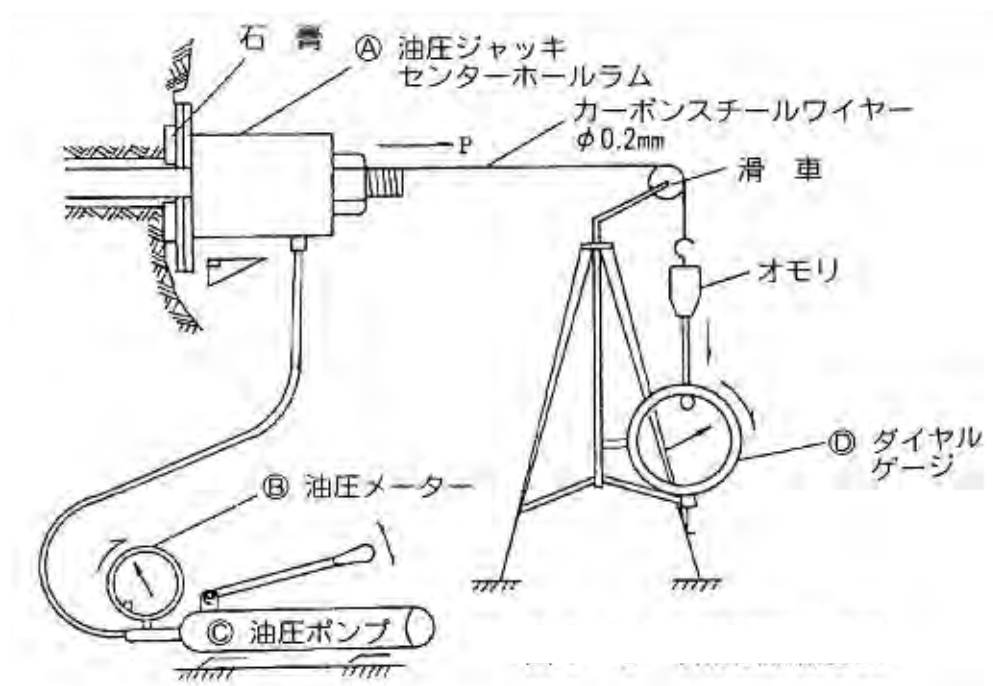


図4-3 引抜試験概要図

コンクリート耐久性向上対策

(塩化物総量規制, アルカリ骨材反応抑制対策)(土木構造物)

平成14年8月13日
関係各課(室)の長, 関係各出先機関の長 あて 土木部長通知

第1 総則

1 適用範囲

- (1) 鹿児島県土木部が建設する土木構造物に使用されるコンクリート及びグラウト, 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てもよいものは除く。
 - (2) 現場打ちコンクリートの場合
塩化物総量規制は, 鉄筋構造物を対象とし, アルカリ骨材反応抑制対策は鉄筋, 無筋に関係なく対象とする。
適用工種は, おおむね下記のとおりとする。
 - (ア) 橋台 (イ) 橋脚 (ウ) 杭類(場所打ち杭, 井筒基礎等)
 - (エ) 橋梁上部工(桁, 床版, 高欄等) (オ) 擁壁工(高さ1 m以上)
 - (カ) 函渠工 (キ) 樋門, 樋管, 水門 (ク) 水路(内幅2 m以上)
 - (ケ) 護岸 (コ) ダム及び堰 (サ) トンネル (シ) 舗装
 - (ス) その他重要構造物
 - (3) コンクリート工場製品の場合
塩化物総量規制は, 鉄筋を使用するものを対象とし, アルカリ骨材反応抑制対策は鉄筋, 無筋に関係なく対象とする。
適用品目は, おおむね下記のとおりとする。
 - (ア) コンクリートヒューム管 (イ) コンクリート杭
 - (ウ) プレキャスト桁 (エ) プレキャスト擁壁
 - (オ) コンクリート函渠 (カ) シールドセグメント
 - (キ) コンクリートブロック (ク) コンクリート矢板
 - (ケ) その他
- #### 2 塩化物量測定費用
- コンクリート中の塩化物総量規制に伴う試験に要する費用は, 共通仮設費の中に必要額を見込み, 共通仮設費率を設定している。(平成4年10月15日以降発注分から)
- #### 3 適用年月日
- この取扱い平成14年9月1日以降に適用する。

第2 コンクリート中の塩化物総量規制

1 塩化物総量の規制値

- (1) コンクリート中の塩化物含有量の限度は, コンクリート中に含まれる塩化物イオンの総量で表すものとする。
- (2) 練りませ時におけるコンクリート中の全塩化物イオン量は, 原則として, 0.30 kg/m^3 以下とする。ただし, 一般の条件下で供用される, 鉄筋コンクリート, ポストテンション方式のプレストレストコンクリート及び用心鉄筋を有する無筋コンクリートの場合で, 塩化物イオン量の少ない材料の入手が著しく困難な場合には, コンクリート中の全塩化物イオン量の許容値を 0.60 kg/m^3 を上限として増加させてもよい。
なお, この場合は監督職員の承諾を得るものとする。

2 測定器具及び測定方法

(1) 測定器

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

ア 試料の採取

試料は、JISA1115(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。

イ 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。

1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。

ウ 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体積当たりの塩化物含有量
(kg/m^3 , 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(kg/m^3)

x :3回の測定値の平均値
(ブリーディング水の Cl^- 又は NaCl 換算塩化物濃度(%))

3 塩化物量の測定

(1) 塩化物量の測定は、1日1回コンクリート打設前又はグラウト注入前に現場において行うものとする。また、コンクリートの種類(材料、配合等)や工場が変わる場合は、その都度測定を行うものとする。ただし、やむを得ず測定を請負者がレディーミクストコンクリート工場で行う場合は、監督職員の立会いを得て行うものとする。

(2) 測定は、請負者の責任ある技術者が行うものとするが、監督職員においても、必要に応じ立会い等を行い品質の確認を行うものとする。また、監督職員は、測定結果の提出を必要に応じ求めるものとする。

(3) 測定結果の判定は、測定ごとに行うものとし、その測定値の3回の平均値が規制値以下でなければコンクリートを打設してはならない。

なお、測定の結果不合格となった場合は、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測定を行い、それぞれの結果が規制値を下回ることを確認した後、そのコンクリートを用いるものとする。ただし、塩化物総量が安定して規制値を下回ることが確認できれば、その後の測定は通常の頻度で行ってもよいものとする。

また、打設中に規制値を越える事実が発生した場合、既に打設済みのものの処理については次のとおりとする。

ア 打設前の測定結果を確認の上、その結果が良好な場合は事実発生以前の打設分は合格とし、以後は良好なコンクリートであることを確認の上打設を再開する。

イ 打設前の測定結果に問題がある場合は打設済分の調査・試験を行い、その結果により対策を検討する。

4 測定結果

請負者は、測定結果を測定回数ごとに別紙様式(1)により管理しなければならない。また、備考欄にはデータシート(デジタル自記紙又はカンタブ試験紙)をはり付けることとし、測定状況写真も測定回数ごとに添付するものとする。

なお、測定回数が20回以上の場合は、X-R管理図により管理する。

5 コンクリート工場製品の取扱い

請負者は、コンクリート工場製品を購入して使用する場合は、製造業者に工場での品質管理データを報告させ、規制値に適合しているものを使用する。

この場合、該当製品の使用承認申請時に別紙様式(2)、(3)を添付して監督職員の承諾を得るものとする。

第3 アルカリ骨材反応抑制対策

1 抑制対策

請負者は、コンクリートの使用に当たって、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、(1)、(2)を優先する。

なお、使用骨材が変わる場合は、その都度対策を講じなければならない。

(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) 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種又は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種又はC種〕、若しくは混和材をポルトランドセメントに混合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。

(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(化学法又はモルタルバー法)の結果で無害と確認された骨材を使用する。

なお、海水又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((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)又は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)又は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。

2 現場における対処の方法

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) 現場でコンクリートを製造して使用する場合

請負者は、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、1の(1)～(3)のうちの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。

(2) 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

請負者は、レディーミクストコンクリート生産者と協議して、1の(1)～(3)のうちの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、1の(1)、(2)を優先する。

(3) コンクリート工場製品を使用する場合

請負者は、プレキャスト製品を使用する場合、製造業者に1の(1)～(3)のうちのどの対策によっているかを報告させ、適しているものを使用する。

3 検査、確認の方法

(1) コンクリート中のアルカリ総量の抑制

次式によりアルカリ総量を計算し、 3.0kg/m^3 以下であることを計算で確かめるものとする。

$$(\text{Na}_2\text{O} / 100 \times C + 0.53 \times \text{NaCl} / 100 \times S G + N) \leq 3.0\text{kg/m}^3$$

Na_2O : 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)(%)

C : 配合表に示された単位セメント量(kg/m^3)

NaCl : 骨材中の NaCl (%)

S G : 当該単位骨材量(kg/m^3)

N : 混和剤中のアルカリ量(kg/m^3)

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、A E 剤、A E 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、次式により確かめればよいものとする。

$$(\text{Na}_2\text{O} \times C) \leq 2.5\text{kg/m}^3$$

(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)又はC種、若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)又は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。

(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)又は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ヶ月かつ産地が変わった場合に信頼できる試験機関で行い、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)又は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、請負者が立ち会い、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及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)

(3)の信頼できる試験機関とは、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でよい)であり、九州管内には次の試験機関がある。

(財)九州環境管理協会(福岡市)

(財)化学物質評価研究機構(久留米市)

(財)九州産業技術センター(鳥栖市)

4 外部からのアルカリの影響について

1の(1)～(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。

ア 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

イ 1の(1)～(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

ウ 横桁等、被害を受けると重大な影響を受ける場合

5 監督職員の承諾

請負者は、実施した抑制対策及び確認した結果について、監督職員の承諾を得るものとする。

なお、本対策の適切な施行を確認するため、必要に応じ抜取り検査を監督職員が行う場合があるが、この場合は監督職員の指示に従うものとする。

6 コンクリート工場製品の取扱い

請負者は、コンクリート工場製品を購入して使用する場合は、製造業者に1の(1)～(3)のうちの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。

この場合、該当製品の使用承認申請時に試験成績表等を添付して、監督職員の承諾を得るものとする。

コンクリート中の塩分測定表

工 事 名 : _____
請負業者名 : _____
測 定 番 号 : _____

測定者氏名					試 験 番 号	試験値 (%) 又は測定器に よっては空欄	塩 分 量 (kg/m ³)
立会者氏名							
測定年月日		・	・	時刻	:	1	
工 種		種別				2	
コンクリート の 種 類					3		
コンクリート の製造会社名					計		
セ メ ン ト の 種 類					平均値 = (測定値)		
測 定 器 名							
コンクリート配合表 (kg/m ³)							
セメント	水	細骨材	粗骨材	混和剤(種類)	水セメント比	細 骨 材 率	
					%	%	
備考:測定結果に対する処置を講じた事項等を記入する。							

注) 塩分濃度を (%) で測定した場合は, 次式で塩分量を求める。
塩分量 (kg/m³) = 単位水量 (kg/m³) × 測定値 ÷ 100

様式(2)

塩化物総量測定記録表

社 名		測 定 者		
配 合 種 別	設計基準強度 N/mm^2			
塩化物総量	kg/m^3			
塩 化 物 測 定 記 録				
試 験 項 目	No. 1	No. 2	No. 3	平 均
測 定 年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日	
塩 分 濃 度	%	%	%	%
総 量 換 算	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3
試 料 温 度	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$
単 位 水 量	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3
単位細骨材量	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3
測 定 機 器				
備考				
(注) 1 データシートのあるものは、そのデータシート 3 枚を貼付すること。 2 カンタブで測定した時は、カンタブ 3 本を写真撮影して、写真を貼付すること。 3 デジタル表示のものは、各表示値を写真撮影して、別紙に貼付すること。				

様式(3)

(平成 年 月度) 塩化物総量測定記録表

社 名			測定者		
配合種別	設計基準強度 N/mm^2				
塩化物総量	kg/m^3				
塩化物測定記録					
	第一週	第二週	第三週	第四週	第五週
測定年月日	年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日
塩分濃度	%	%	%	%	%
総量換算	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3
試料温度	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$
単位水量	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3
単位細骨材量	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3
測定機器					
備考					

○土木コンクリート構造物の品質確保について

〔平成15年4月30日
関係各課（室）の長，関係各出先機関の長 あて 技術管理課長通知〕

土木コンクリート構造物の耐久性を向上させる観点から，コンクリートの品質確保に関し，下記により実施することとしたので通知します。ただし，港湾・漁港事業を除くものとする。

また，貴管内市町村に対しても参考として送付をお願いします。

記

- 1 土木コンクリート構造物の耐久性を向上させるため，一般の環境条件の場合のコンクリート構造物に使用するコンクリートの水セメント比は，鉄筋コンクリートについては55%以下とすること。
- 2 鉄筋のかぶりを確保するため，スパーサーを設置するものとする。スパーサーは，構造物の側面については原則1m²につき2個以上，構造物の底面については，原則1m²につき4個以上設置すること。
- 3-1 重要なコンクリート構造物の適切な施工を確認するため，コンクリート構造物の施工完了後に，テストハンマーによる材齢28日強度の推定調査を請負者に実施させるものとし，調査結果を提出させること。
- 3-2 テストハンマーによる強度推定調査の結果が，所定の強度が得られない場合については，請負者に原位置のコアを採取し，圧縮強度試験を実施させるものとし，試験結果を提出させること。
- 3-3 上記3-2による圧縮強度試験結果が所定の強度が得られない場合等の対応方法については，各主務課及び技術管理課企画指導係に相談すること。
- 4 工事完成後の維持管理にあたっての基礎資料とするため，重要構造物についてはひび割れ発生状況の調査を請負者に実施させるものとし，調査結果を完成検査時に提出させること。
- 5 工事関係技術者と技能者の責任と自覚・社会的貢献意識を高揚し，また，将来の持維管理補修の効率化を図るため，当該工事関係者，構造物の諸元等を表示する銘板の設置を推進すること。
- 6 適用
この要領は，平成15年4月1日以降に発注する工事に適用する。

○「土木コンクリート構造物の品質確保について」の運用について

〔平成15年4月30日
関係各課（室）の長，関係各出先機関の長 あて 技術管理課長通知〕

「土木コンクリート構造物の品質確保について」（平成15年4月30日付け，技術管理課長通知）（以下「課長通知」という。）の運用について下記のとおり定めたので，通知します。

また，貴管内市町村に対しても参考として送付をお願いします。

記

- 1 課長通知で定めたコンクリートの水セメント比の上限値は，特記仕様書に明示すること。

水セメント比については，請負者が作成した示方配合表により確認すること。
なお，水セメント比を減じることにより施工性が著しく低下する場合は，必要に応じて，高性能減水剤の使用等を検討すること。

- 2 スペースの個数については，鉄筋組立て完了時の段階確認時に確認すること。

- 3-1 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。

（1）適用範囲

強度確認調査の対象工種については，高さが5 m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。），内空断面積が25 m²以上の鉄筋コンクリートカルバート類，橋梁上・下部工（但しP Cは除く。），トンネルおよび高さが3 m以上の堰・水門・樋門とする。

（2）調査頻度

- 1）調査頻度は，鉄筋コンクリート擁壁及びカルバート類については目地間，トンネルについては1打設部分，その他の構造物については強度が同じブロックを1構造物の単位とし，各単位（1ブロック）につき3カ所の調査を実施すること。
- 2）調査の結果，所定の強度が得られない場合については，その箇所の周辺において，再調査を5カ所実施すること。

（3）測定

1）測定方法

「硬化コンクリートのテストハンマー強度の試験方法（JSCE-G504）」により実施すること。（「コンクリート標準示方書（基準編）」に掲載。）

2）測定時期

測定は，足場が存置されている間に実施することが望ましい。

3）測定の立ち会い

監督職員等及び受注者が立ち会いのうえ，テストハンマー強度推定調査を実施するものとする。

立ち会いの頻度については，30％程度とすること。

4) 調査の報告

構造物毎に別添様式－１により調査票を作成し，完成検査時に提出させること。

3-2 圧縮強度試験の実施

3-1において実施したテストハンマーによる強度推定調査の再調査の平均強度が所定の強度が得られない場合，もしくは１ヵ所の強度が設計強度の８５％を下回った場合は，以下によること。

(1) コアの採取

所定の強度を得られない箇所の付近において，原位置のコアを採取するものとし，採取位置については監督職員と協議を行い実施するものとする。

また，コア採取位置，供試体の抜き取り寸法等を決定に際しては，設置された鉄筋を損傷させないよう十分な検討を行うこと。

(2) 圧縮強度試験

1) 試験方法

「コンクリートからのコア及びはりの切取り方法並びに強度試験法（JIS A 1107）」により実施すること。

2) 圧縮強度試験の立ち会い

監督職員等及び受注者が立ち会いのうえ，圧縮強度試験を実施するものとする。

3) 試験の報告

構造物毎に別添様式－１により調査票を作成させること。

3-3 圧縮強度試験結果が所定の強度が得られなかった場合等の対応

圧縮強度試験の平均強度が所定の強度が得られない場合，もしくは１ヵ所の強度が設計強度の８５％を下回った場合は，各主務課及び技術管理課企画指導係に協議し，必要に応じ，土木研究所等に相談すること。

3-4 3-1 に係る調査に要する費用は別途積み上げ計上すること。

4-1 工事完成後の維持管理等の基礎資料とするためのひび割れ発生状況の調査の実施は以下によること。

(1) 適用範囲

ひび割れ発生状況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（ただしプレキャスト製品は除く。），内空断面積が 2.5 m^2 以上の鉄筋コンクリートカルバート類，橋梁上・下部工（ただしPCは除く。）及び高さが３m以上の堰・水門・樋門とする。

(2) 調査方法

1) 0.2mm以上のひび割れ幅について，展開図を作成するものとし，展開図に対応する写真についても提出させること。

2) ひび割れ等変状の認められた部分のマーキングを実施させること。

(3) 調査時期

調査は，足場が存置されている間に実施することが望ましい。

(4) 調査の報告

構造物毎に別添様式－２により調査表を作成し，完成検査時に提出させること。

(5) 調査結果の評価

調査結果の評価に当たっては、別添の「ひび割れ調査結果の評価に関する留意事項」を参考にすること。

4-2 4-1に係る調査に要する費用は別途積み上げ計上すること。

5 コンクリート構造物の銘板の設置に当たっては以下によること。

(1) 銘板の表示内容は、当該工事関係者（発注者、施工者）、構造物の諸元（施工年月日、構造形式、鉄筋、かぶり、配合設計条件（セメントの種類、呼び強度、スランプ、最大骨材寸法、水セメント比等））、塩害対策、アルカリ骨材対策の種類とする。

(2) 銘板に要する費用は別途積み上げ計上すること。

(3) 設置施設は、3-1(1)に示す構造物及び、別途、取り付ける事が管理上適切であると判断する構造物とする。

(別添)

ひび割れ調査結果の評価に関する留意事項

【原因の推定方法】

原因の推定方法については、「コンクリートのひび割れ調査，補修，補強指針」（日本コンクリート工学協会）で詳しく述べられており，これを参考にすると良い。ひび割れの発生パターン（発生時期，規則性，形態）・コンクリート変形要因（収縮性，膨張性，その他）・配合（富配合，貧配合）・気象条件（気温，湿度）を総合的に判断して，原因を推定することができる。

また，「コンクリート標準示方書〔維持管理編〕」（土木学会）においても，ひびわれの発生原因の推定等について記述されているので，参考にされたい。

【判断規準】

補修の要否に関するひび割れ幅については，「コンクリートのひび割れ調査，補修，補強指針」に記載されている（表－１）。施工時に発生する初期欠陥の例については，「コンクリート標準示方書〔維持管理編〕」に示されている（図－１）。

実際の運用にあたっては，対象とする構造物や環境条件により，補修・補強の要否の判断基準は異なる。完成時に発生しているひびわれは，すべてが問題となるひびわれではない。例えば，ボックスカルバートなどに発生する水和熱によるひびわれ（図－１参照）に関しては，ボックスカルバートの形状から発生することを避けられないひびわれであるが，機能上何ら問題は無い。

判断に困ったとき等，必要に応じて各主務課及び技術管理課に協議すること。

表－１ 補修の要否に関するひびわれ幅の限度

		耐久性からみた場合			防水性からみた場合
区分	その他の要因 環境	きびしい	中間	ゆるやか	——
A) 補修を必要とするひびわれ幅(mm)	大	0.4以上	0.4以上	0.6以上	0.2以上
	中	0.4以上	0.6以上	0.8以上	0.2以上
	小	0.6以上	0.8以上	1.0以上	0.2以上
B) 補修を必要としないひびわれ幅(mm)	大	0.1以下	0.2以下	0.2以下	0.05以下
	中	0.1以下	0.2以下	0.3以下	0.05以下
	小	0.2以下	0.3以下	0.3以下	0.05以下

注：1) その他の要因(大、中、小)とは、コンクリート構造物の耐久性及び防水性に及ぼす有害性の程度を示し、下記の要因の影響を総合して定める。

ひびわれの深さ・パターン、かぶり厚さ、コンクリート表面被覆の有無、材料・配(調)合、打継ぎなど。

2) 主として鉄筋の錆の発生条件の観点からみた環境条件。

テストハンマーによる強度推定調査票(2)

構造物名 (工種・種別・細別等構造物が判断できる名称)

一般図, 立体図等

- ・添付しない場合は,(別添資料一〇参照)と記入し, 資料提出。
- ・全体の調査単位の区割図を入れること。

テストハンマーによる強度推定調査票(3)

構造物名 (工種・種別・細別等構造物が判断できる名称)

全景写真

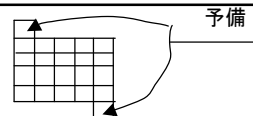
・添付しない場合は、(別添資料一〇参照)と記入し、資料提出。

テストハンマーによる強度推定調査票(4)

構造物名 (工種・種別・細別等構造物が判断出来る名称)

調査箇所	①	②	③	④	⑤
推定強度 (N/mm ²)					
反発硬度 (20点)					
予備反発強度					
20個の平均値					
打撃方向 (補正值)	()	()	()	()	()
乾燥状態	・乾燥 ・湿っている ・濡れている	・乾燥 ・湿っている ・濡れている	・乾燥 ・湿っている ・濡れている	・乾燥 ・湿っている ・濡れている	・乾燥 ・湿っている ・濡れている
(補正值)	()	()	()	()	()
材齢	日	日	日	日	日
(補正值)	()	()	()	()	()
(補正值合計)	()	()	()	()	()
規準反発度 $R_0=R+\Delta R$					
テストハンマー強度推定式 $F(N/mm^2)=-18.0+1.27 \times R_0$ 推定強度結果の最大値 N/mm² 推定強度結果の最小値 N/mm² 推定強度結果の最大値と最小値の差 N/mm²					

※ 1 測定は、縦×横＝4行×5列＋2個
(予備)



で測定する。

- 2 明らかな異常値, または, その偏差が平均値の±20%以上となる値は, その測定値を捨て, 予備の測定値を利用する。その場合, 不採用となった測定値に斜線を, 採用した予備測定値を○で囲むこと。
- 3 平均値は, 20個の平均で有効数字3桁に丸める。

テストハンマーによる強度推定調査票(5)

構造物名 (工種・種別・細別等構造物が判断できる名称)

強度測定箇所

・添付しない場合は、(別添資料一〇参照)と記入し、資料提出。

- ※1)テストハンマーによる測定位置 ○
2)再調査の " " △
3)コア採取位置 ×

テストハンマーによる強度推定調査票(6)

－ コア採取による圧縮強度試験 －

コンクリートの圧縮試験結果

材齢28日圧縮強度試験	1本目の試験結果	(N/mm ²)
同	2本目の試験結果	(N/mm ²)
同	3本目の試験結果	(N/mm ²)
同	3本の平均値	(N/mm ²)
〔備 考〕		

ひび割れ調査票(1)

工事名	
請負者	
構造物名	(工種・種別・細別等構造物が判断出来る名称)
現場代理人名	
主任技術者名	
監理技術者名	
測定者名	

位置	測定NO		
構造物形式			
構造物寸法			
竣工年月日	平成 年 月 日		
適用仕様書			
コンクリートの種類			
コンクリートの設計基準強度	N/mm ²	コンクリートの呼び強度	N/mm ²
海岸からの距離	海上, 海岸沿い, 海岸から km		
周辺環境①	工場, 住宅・商業地, 農地, 山地, その他()		
周辺環境②	普通地, 雪寒地, その他()		
その他特記事項			
直下周辺環境	河川・海, 道路, その他()		
構造物位置図(1/50000を標準とする) 添付しない場合は (別添資料－〇参照)と記入し, 資料提出			
アルカリ骨材 反応対策の種類			

ひび割れ調査票(2)

構造図一般図

- ・添付しない場合は、(別添資料－○参照)と記入し、資料提出。

ひび割れ調査票(3)

ひび割れ	有, 無	本数: 1～2本, 3～5本, 多数
		ひび割れ総延長 約 m
		最大ひび割れ幅(○で囲む) 0.2mm以下, 0.3mm以下, 0.4mm以下, 0.5mm以下, 0.6mm以下, 0.8mm以下, _____ mm
		発生時期(○で囲む) 数時間～1日, 数日, 数10日以上, 不明
		規則性: 有, 無
		形態: 網状, 表層, 貫通, 表層 or 貫通
		方向: 主鉄筋方向, 直角方向, 両方向, 鉄筋とは無関係

ひび割れ調査票(4)

ひび割れ発生状況のスケッチ図
(全体に対する位置図, ひびわれの状況がわかる図)

・添付しない場合は,(別添資料ー〇参照)と記入し, 資料提出。

ひび割れ調査票(5)

構造物名 (工種・種別・細別等構造物が判断出来る名称)

ひび割れ発生箇所の写真

・添付しない場合は、(別添資料－○参照)と記入し、資料提出。

平成21年6月12日

関係団体の長 様

鹿児島県土木部技術管理課長

レディーミクストコンクリートの品質確保に伴う単位水量の
測定について（送付）

このことについて、コンクリートの品質確保のため、従来の品質管理基準に加え、単位水量の測定を別添により平成21年7月1日以降入札執行分から適用することとしたので、参考送付いたします。

なお、標記について、貴組合員等への周知方よろしくお願いいたします。

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及び重要構造物（別表）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）～（4）による。

- （1）コンクリート打設（コンクリート種別ごと）を午前から午後にかけて行う場合は、2回／日（午前1回、午後1回）。午前または午後のみ打設を行う場合は、1回／日とする。
- （2）1日当たりコンクリート種別ごとの使用量が100m³を越える場合は、100m³毎に1回とする。
- （3）荷卸し時に品質の変化が認められたとき。
- （4）（1）～（3）のうち、測定回数が多い方を採用する。

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。

別表

レディミクストコンクリート単位水量測定における重要構造物

No.	名 称
1	擁壁 (H=5 m以上)
2	ボックスカルバート (内空断面積2.5 m ² 以上)
3	橋梁 (上・下部・床版)
4	トンネル
5	ダム
6	砂防堰堤 (H=10 m以上)
7	排水機場
8	堰・水門 (H=3 m以上)
9	樋門・樋管 (内空断面積10 m ² 以上)
10	洞門
11	その他測定が必要と認められる重要構造物

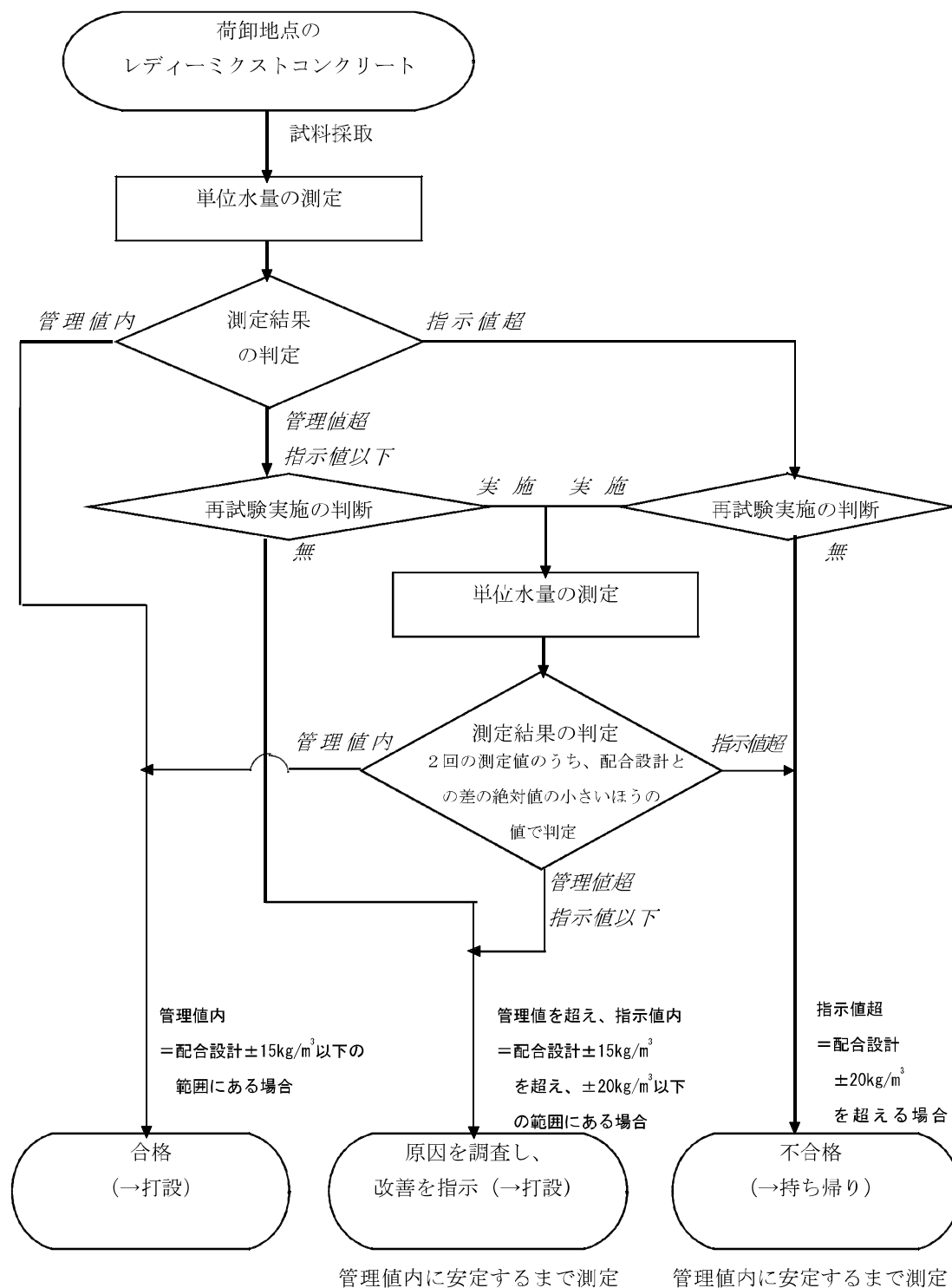
※1: プレキャスト製品を除く。

※2: 1日当たりコンクリート使用量が100m³未満の場合でも、上記の1～11に該当する場合は、単位水量測定を実施するものとする。

8. コンクリートの単位水量測定に係る費用は、共通仮設費の中に必要額を見込み、共通仮設費率を設定している。

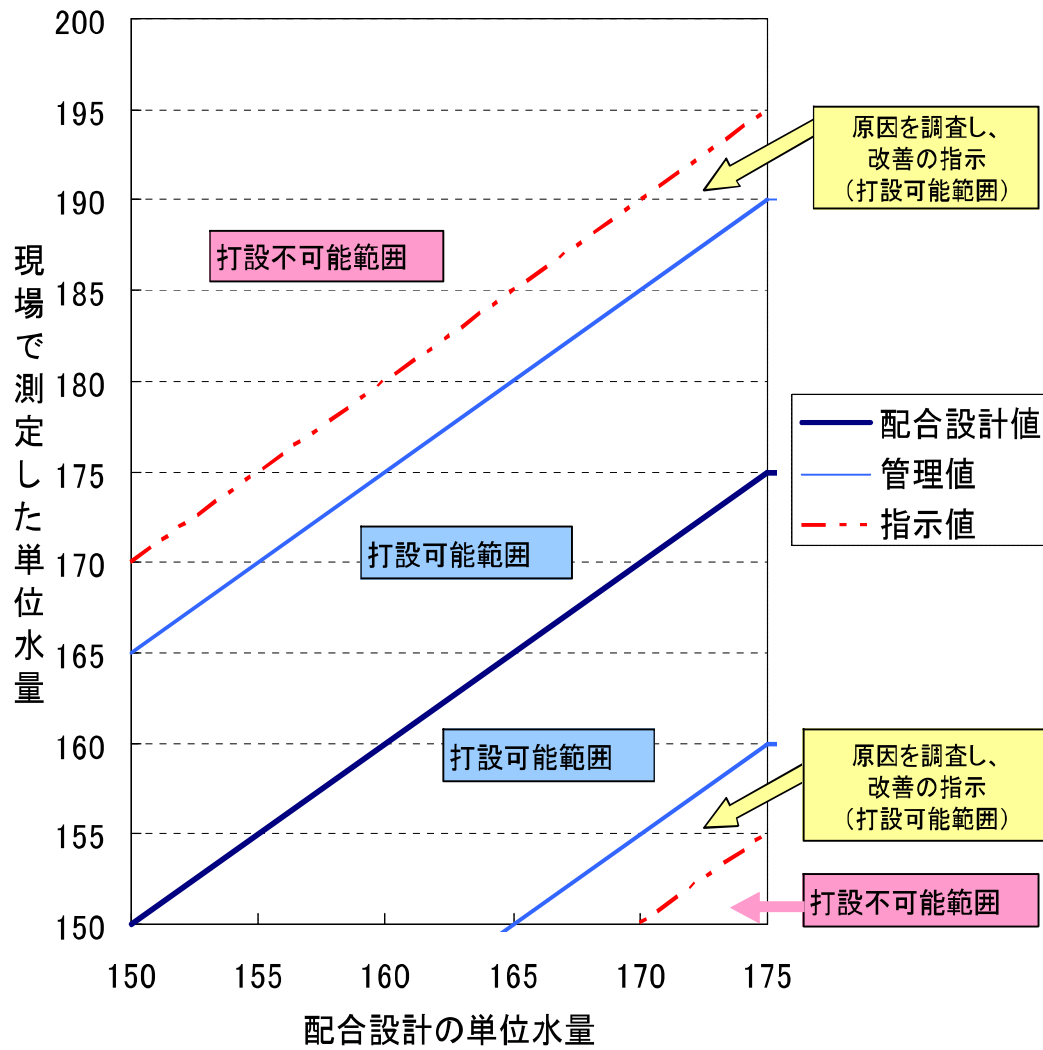
9. 適用年月日

この取り扱いは、平成21年7月1日以降入札執行分から適用する。



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)

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、従来の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】

R I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R I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R I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	コバルト-60
	中性子線	カリフォルニウム-252	カリフォルニウム-252
検 出 器	ガンマ線	SCカウンタ×1	GM管×5
	中性子線	He-3カウンタ×2	He-3管×2
測定方法	密 度	ガンマ線後方散乱方式	ガンマ線透過型
	水 分	熱中性子散乱方式	速中性子透過型
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	10分
	現 場	1 分	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 6 V内蔵バッテリー 連続8時間	DC 6 V内蔵バッテリー 連続12時間
長 所		・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	・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		・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	・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と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)

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

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

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。

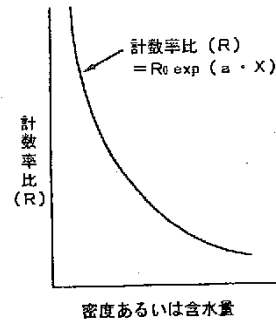
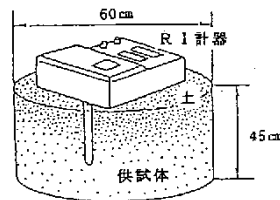
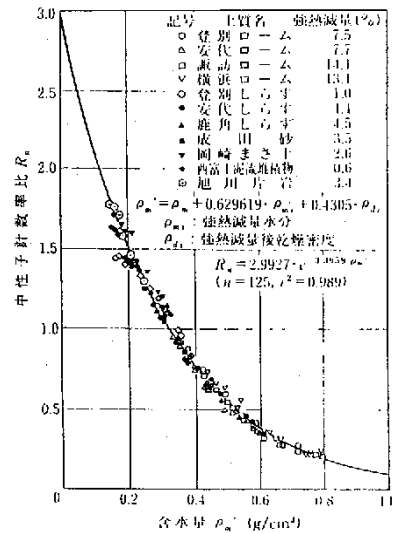
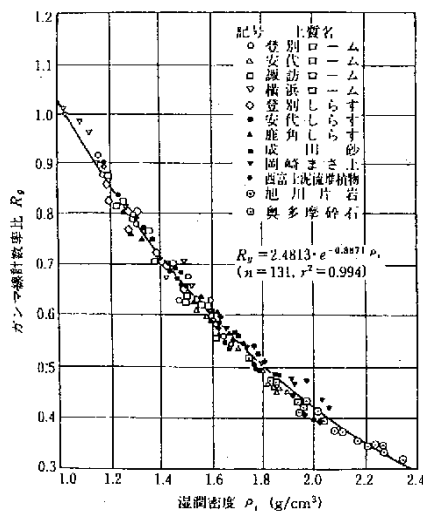


図-2 計数率比 (R) と密度および含水量の関係



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

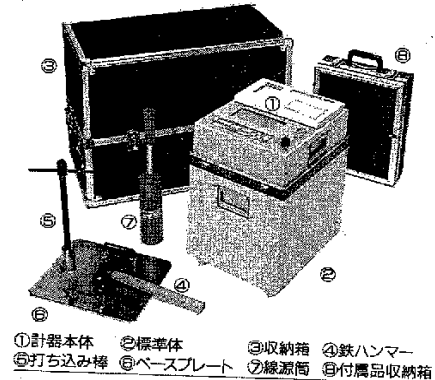
RI計器による測定は操作手順にしたがって正しく行わなければならない。

【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。



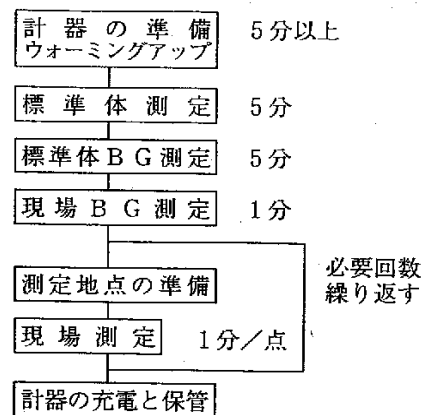
図－4 計器の構成例（透過型）

(2) 測定手順

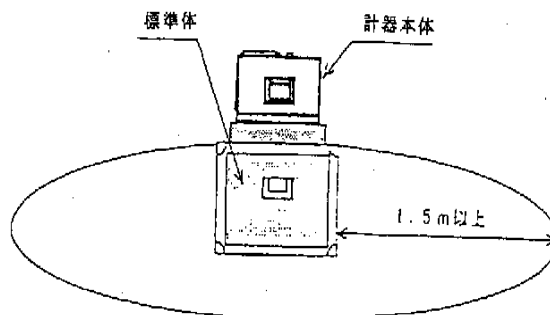
測定手順は一般に図－5のようになる。

(3) 測定上の留意点

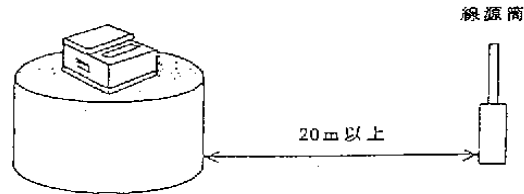
- 1) 計器の運搬は激しい衝撃や振動を与えないよう十分注意して行う。
- 2) 充電は十分しておく。
- 3) RI計器の保管場所は過酷な温度条件とならないところでなければならない。特に夏の自動車の車内は要注意である。また、室内外の寒暖差が大きいところでは、結露に注意すること。
- 4) 標準体での測定時には、標準体は壁や器物から1.5m以上離れたところにおいて行う必要がある。



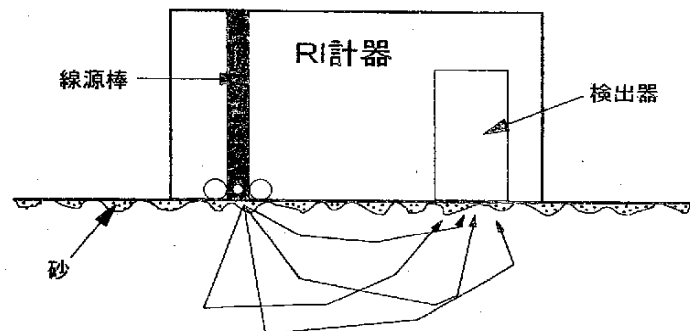
図－5 測定の手順の例



- 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は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)R I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)R I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)R I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R1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R I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R I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R I計器の適用範囲とした。

ただし、やむを得ずR I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、単位面積に対する弾力性を持たせ、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管理単位当たりの測定値の平均値で行う。なお、管理基準値は1管理単位当た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)

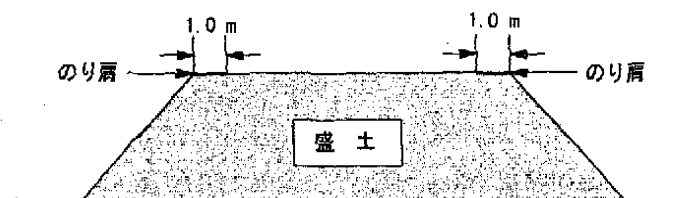
〔凡例〕 Wopt:最適含水比

基準名	河川土工マニュアル	道路土工－施工指針	
区 分	河川堤防	路 体	路 床
空気間隙率(Va)による基準値	・砂質土〔SF〕 $25\% \leq 74\mu m < 50\%$ $Va \leq 15\%$ ・粘性土〔F〕 $2\% < Va \leq 10\%$	・砂質土 $Va \leq 15\%$ ・粘性土 $Va \leq 10\%$	—
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Woptより湿潤側にあること。	同 左	施工含水比の平均がWopt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終わられる場合、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)

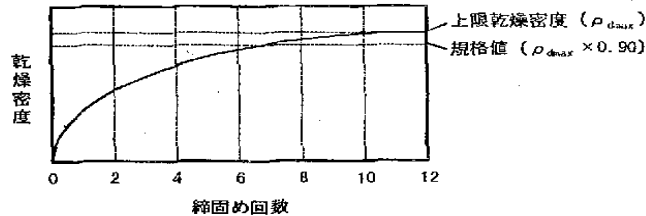
呼び名	ランマー重量 (kg)	モールド内径 (mm)	突き固め層数	1層当たりの 突き固め回数	許容最大粒径 (mm)
A	2.5	10	3	25	19
B	2.5	15	3	55	37.5
C	4.5	10	5	25	19
D	4.5	15	5	55	19
E	4.5	15	3	92	37.5

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 (m³)			(m³)	平均日施工量 (m³)	(m³)
平均施工面積			(m²)	最大施工面積	(m²)
最小施工面積			(m²)	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 <
--

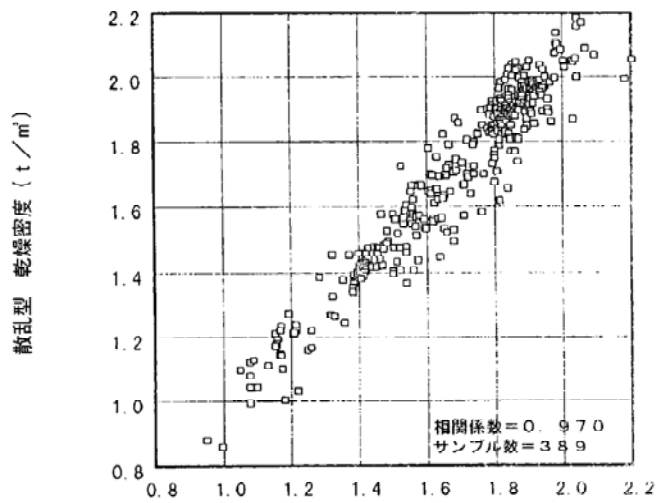
*) ある程度以上の粒径を取り除いた室内用の試料ではなく、なるべく盛土に近い試料の含水比を得る観点から、室内突固め試験に用いる土ではなく現場から採取した土を使用する。

工 事 名 称				
計 測 の 種 類		1. 散乱型RI試験 2. 透過型RI試験		
計 測 日		層 番 号	全 層 の 内 層 目	
計 測 者 名		盛 土 前 日 の 天 候		
盛 土 時 の 天 候		計 測 時 の 天 候		
最 大 乾 燥 密 度		最 適 含 水 比 (%)		
管 理 基 準 値				
計 数 率	標準体 (密度)	標準体 (水分)		
	標準体 (密度) B.G.	標準体 (水分) B.G.		
	現 場 (密度) B.G.	現 場 (水分) B.G.		
転 圧 機 械		規 格	転 圧 回 数	

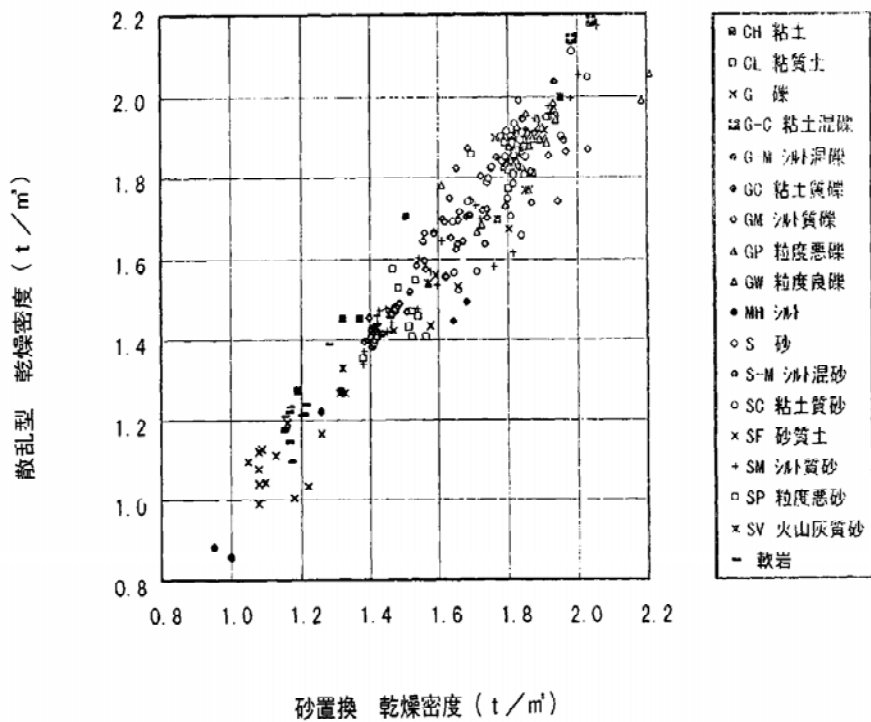
砂 置 換

– 16 –

参 考 資 料
(図一覽)



図一 砂置換と散乱型の相関 (乾燥密度・全データ)



図二 砂置換と散乱型の相関 (乾燥密度・土質別データ)

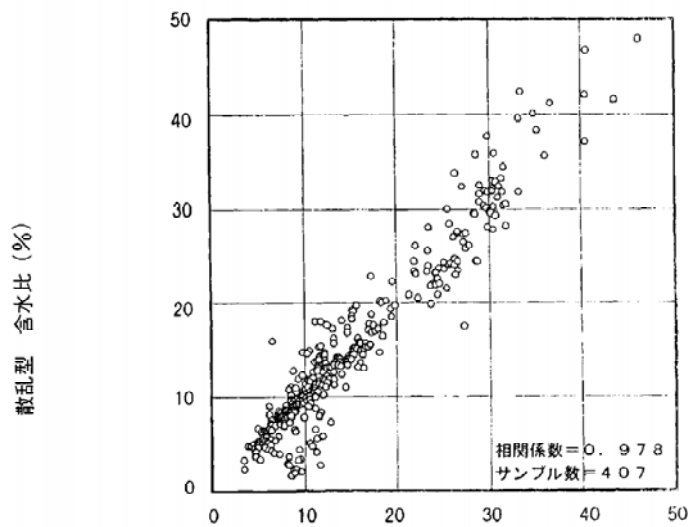


図-3 砂置換と散乱型の相関 (含水比・全データ)

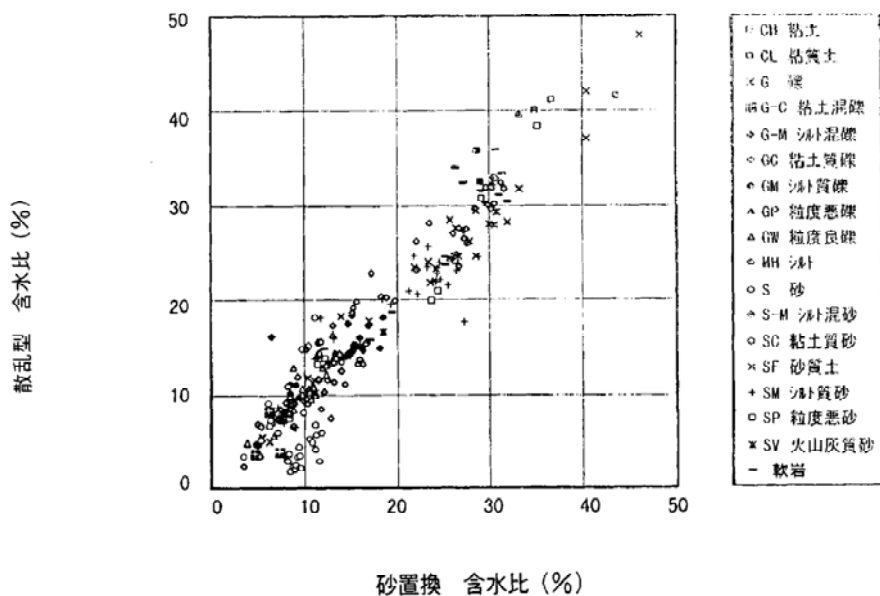
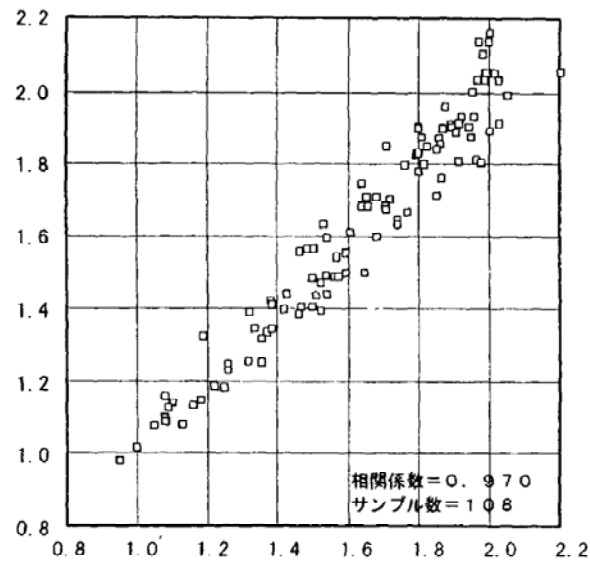


図-4 砂置換と散乱型の相関 (含水比・土質別データ)

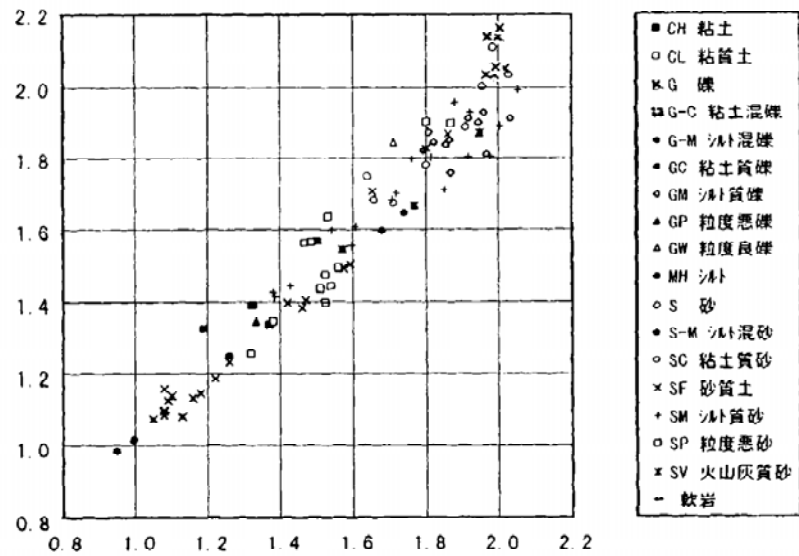
透過型 乾燥密度 (t/m^3)



砂置換 乾燥密度 (t/m^3)

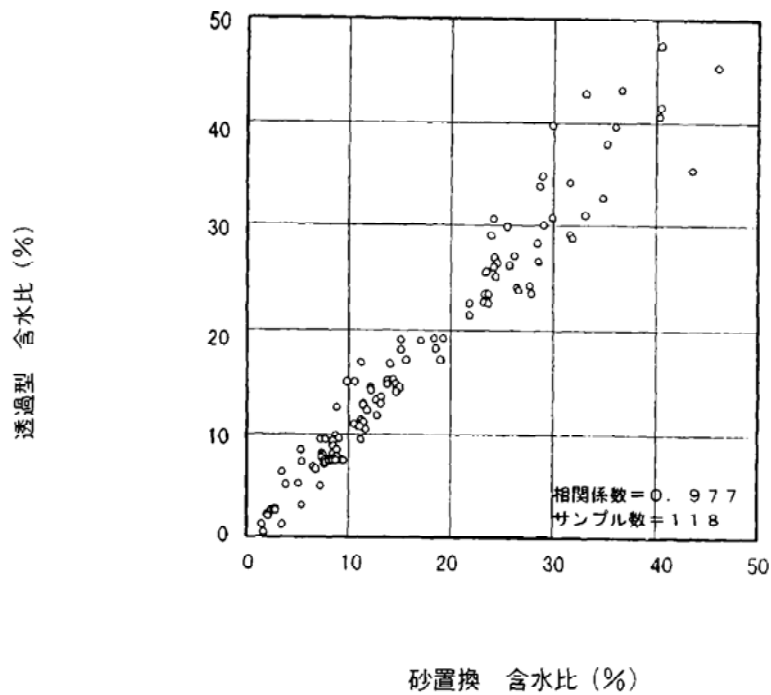
図一5 砂置換と透過型の相関 (乾燥密度・全データ)

透過型 乾燥密度 (t/m^3)

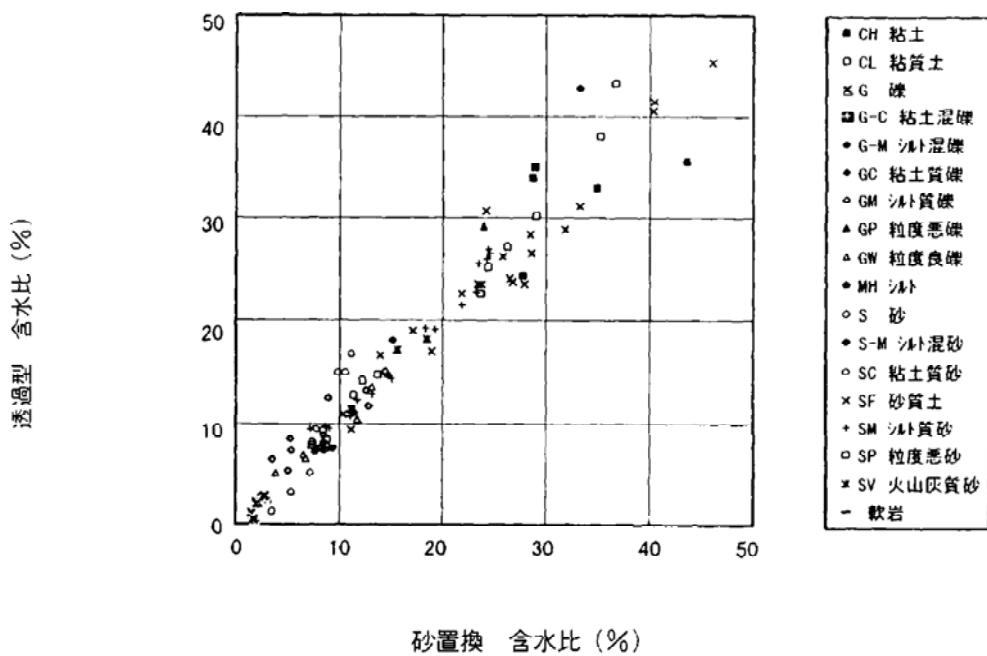


砂置換 乾燥密度 (t/m^3)

図一6 砂置換と透過型の相関 (乾燥密度・土質別データ)



図一七 砂置換と透過型の相関 (含水比・全データ)



図一八 砂置換と透過型の相関 (含水比・土質別データ)

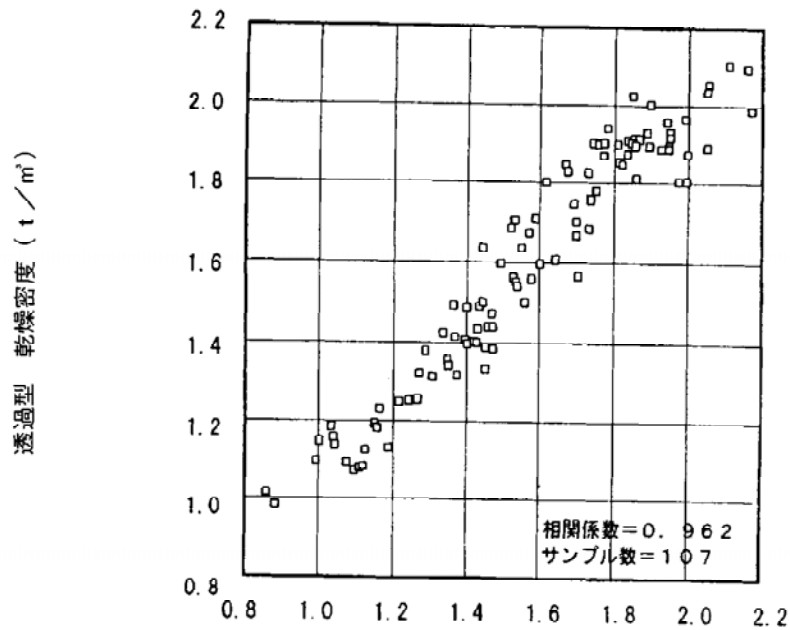


図-9 散乱型と透過型の相関 (乾燥密度・全データ)

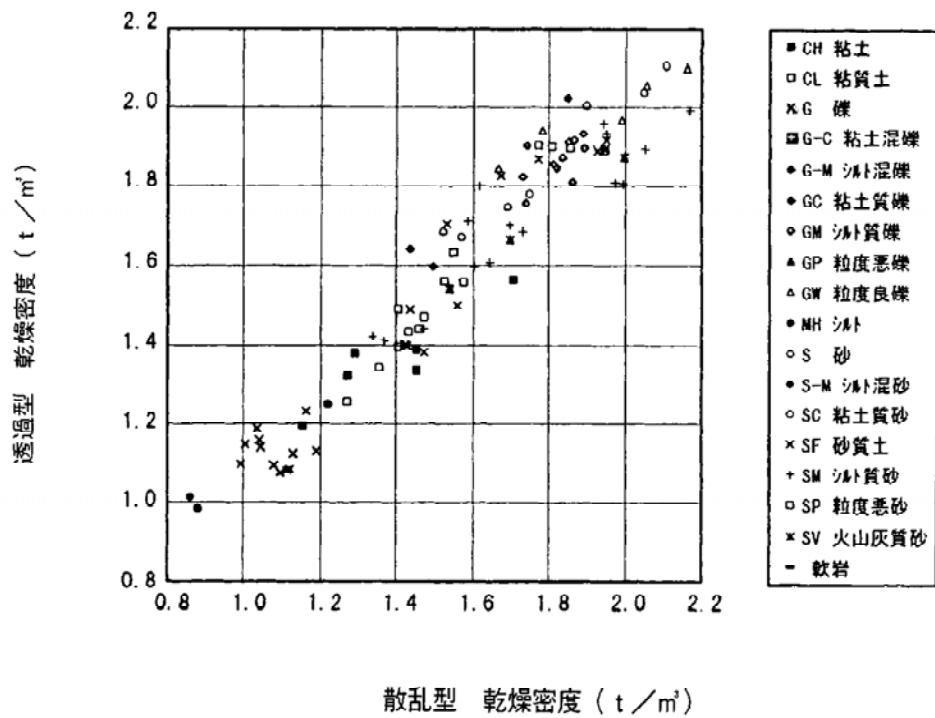


図-10 散乱型と透過型の相関 (乾燥密度・土質別データ)

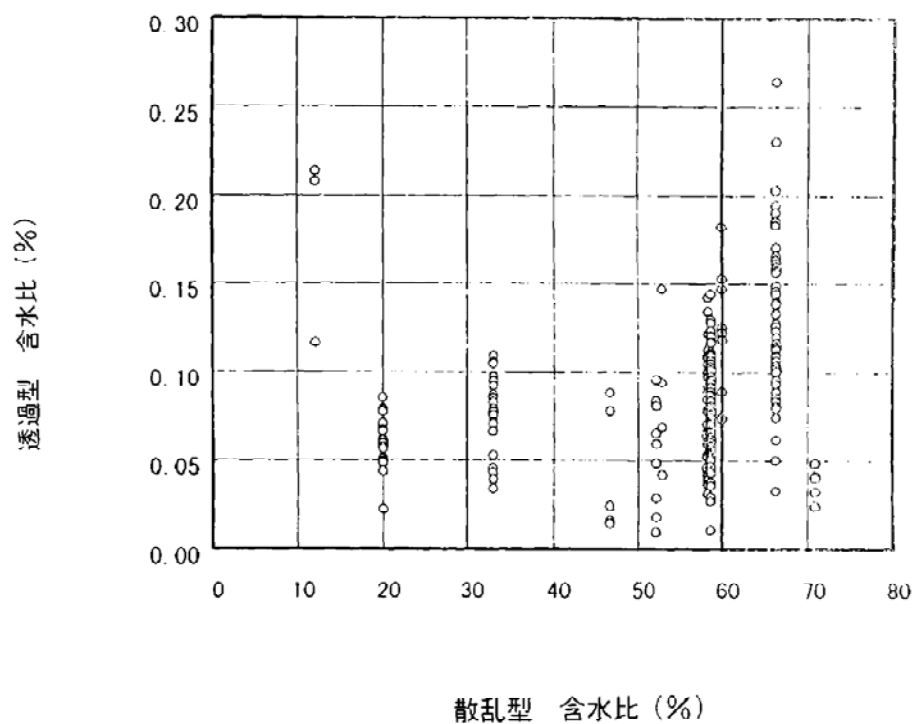


図-11 散乱型と透過型の相関 (含水比・全データ)

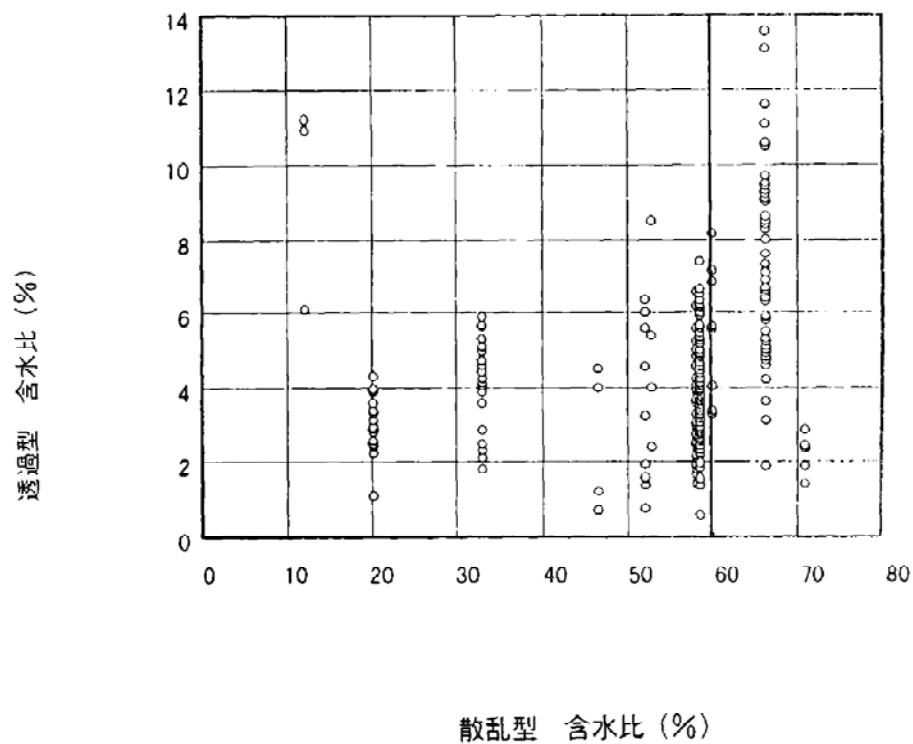


図-12 散乱型と透過型の相関 (含水比・土質別データ)

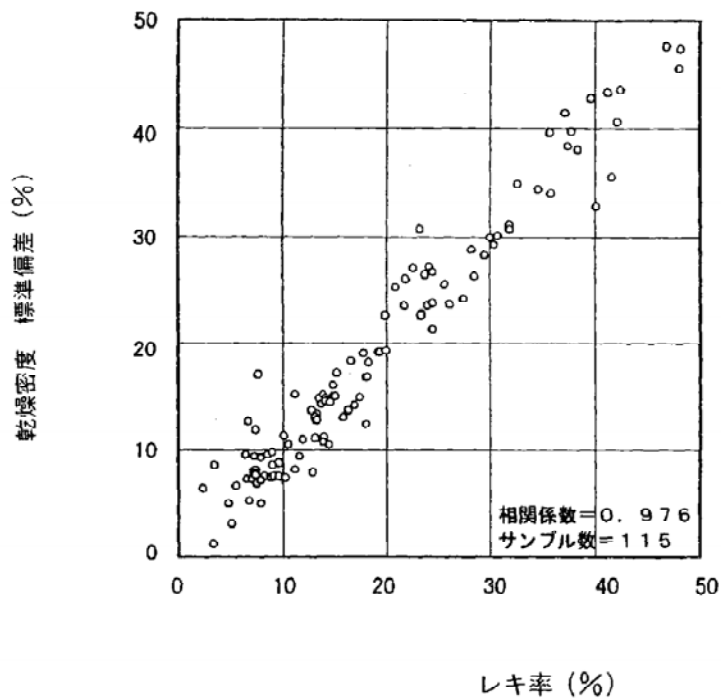


図-13 レキ率と乾燥密度（標準偏差）の関係〔散乱型〕

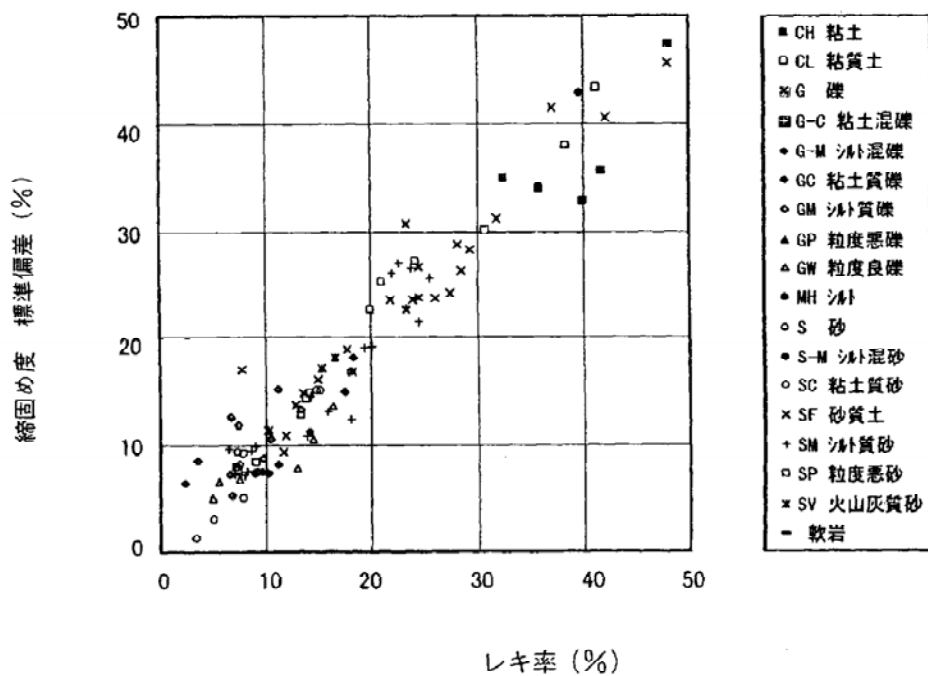


図-14 レキ率と締固め度（標準偏差）の関係〔散乱型〕

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：道路土工一施工指針, 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.