

コンクリートの耐久性向上(案)

コンクリートの
耐久性向上(案)

別紙

コンクリートの耐久性向上(案)

第1条 適用範囲

土木構造物に使用されるコンクリート及びコンクリート工場製品とする。ただし、仮設構造物（建設後数年の内に撤去するもの）のように長期の耐久性を期待しなくともよい構造物は適用除外とする。なお、対象工種は下記のとおりとする。

1. コンクリート中の塩化物総量規制

鉄筋コンクリート構造物を対象とする。

なお、現場打ちコンクリートで次に示すものは対象としない。

- (1) 最大高さ1 m程度の鉄止擁壁、水路、側溝等のコンクリート断面積が小さく（1 ㎡以下）連続している構造物
- (2) コンクリート量が少なく形状が複雑な構造物及び道路照明、標識、防護柵の基礎等少量（1㎡以下）のコンクリート量で点在する構造物
- (3) 鉄筋コンクリートとして設計されていない消波根固めブロック

2. アルカリ骨材反応抑制対策

全てのコンクリート構造物を対象とする。

なお、現場打ちコンクリートで前記のうち、(1)、(2)に示すものは対象としない。

第2条 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) 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、 $0.60\text{kg}/\text{m}^3$ （C1重量）とする。
- (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、シート内のグラウトおよびオートクレープ養生を行う製品における許容塩化物量は $0.30\text{kg}/\text{m}^3$ （C1重量）とする。
- (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、特に資料がない場合は $0.30\text{kg}/\text{m}^3$ （C1重量）とする。

2. 現場における実施の方法

- (1) 現場でコンクリートを製造・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、現場に搬入されたコンクリートについて第2条3.により測定、判定を行って使用する。

特に、フレッシュコンクリートの運搬時間等については、JIS A 5308（レディ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工場の選定、運搬計

画、打設計画に留意しなければならない。

(2) 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購入して使用する場合は、製造業者に工場での管理データや製造時の検査表によって塩化物総量が規制値以下であったことを報告させ適合しているものを使用するものとし、その記録を提出するものとする。

3. 試 験

- (1) 塩化物量の試験はコンクリート打設前あるいは、グラウト注入前に行うものとする。
- (2) 試験は、原則としてコンクリート打設場所で行う。ただし、やむを得ず、試験をコンクリート製造工場で行う場合は、現場技術者が立ち会うものとする。
- (3) 試験は、コンクリートの打設が午前と午後にもたがえる場合は、一日につき2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、1回以上の試験を行うものとする。

なお、測定結果が規制値の1/2以下の場合は、1ヶ月につき1回以上の試験回数とすることができる。

(1試験の測定回数は3回とする。)

- (4) 試験結果の判定は、3回の測定値の平均値が第2条1に示す規制値以下であることをもって合格とする。

なお、試験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、この場合塩化物総量が安定して規制値を下回る事が確認できれば、その後の試験は通常の頻度行ってもよいものとする。

4. 測定器具および測定方法

(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物を用いなければならない。

(3) 測定方法

(a) 材料の採取

試料は、JIS 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

量を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。

(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。

$$C W = K \cdot W W \cdot x / 100$$

CW: 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/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)

WW: 示方配合に示された単位水量 (kg/m³)

x: 3回の測定値の平均値

(フリージング水のCl⁻またはNaCl換算塩化物濃度(%))

5. 測定記録

測定結果は別に示す様式により提出するものとする。また、測定値を後日確認できるように整理しておくものとする。なお、確認資料を保存できない場合には、計器の表示部等を測定ごとにカラー写真撮影して提出するものとする。

第3条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(Na_2O 換算値%) $\div 100 \times$ 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 %) $\div 100 \times$ (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、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へて、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ヶ月かつ産地が変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

4. 記録の保存

実施した対策及び検査・確認した結果はとりまとめて提出するものとする。

日当り打設量が小規模となる
レディーミクスコンクリートの
品質管理基準（案）

日当り打設量が小規模となる
レディーミクスコンクリートの
品質管理基準（案）

日当り打設量が小規模となるレディーミクスコンクリートの品質管理基準(案)

日当り打設量が小規模となるレディーミクス
コンクリートの品質管理基準 (案)

日当り打設量が小規模となるレディーミクスコンクリートを使用する場合の品質管理については下記基準による。

1. 品質管理基準

試験項目	JIS A 5308 における検査	国 交 省 基 準	改 訂 基 準 (案)		備 考
			大規模 (日打設量50㎡以上)	小規模 (日打設量50㎡未満)	
圧縮強度試験	150㎡に1回 (3ヶ) 通常σ28のみ	別紙品質管理基準による	同 左	下記による	
スランプ試験	必要に応じ	別紙品質管理基準による	同 左	同 左	
空気量試験	必要に応じ	別紙品質管理基準による	同 左	同 左	

注) 無筋コンクリート構造物のうち重力式橋台、橋脚及び擁壁(高さ2.5mを超えるもの)については鉄筋コンクリートに準じる。

2. 試験回数の決め方(圧縮強度試験)

配合種類別に

- 1) 打設量が50㎡程度で最低1回以上の試験を行うものとする。
ただし、日打設量が50㎡以上の大規模のものは、現行基準で管理すること。
- 2) 日当り打設量が50㎡未満の小規模の場合は、生コン工場の同一現場への出荷順に50㎡程度でくくって(打設日が違ってもかまわない)1回の試験を行うものとする。
- 3) 打設量が少量で2週間かかっても50㎡に満たない場合は、2週間で1回の試験を行うものとする。
- 4) 総打設量が10㎡未満の場合は、試験を省略することができるものとする。

例 ある生コン工場で現場に出荷する場合の試験回数割について

配合 出荷年月日	4/3	4/4	4/5	4/6	4/7	4/8	4/9	4/10	4/11	4/12	4/13	4/14	4/15	4/16	4/17	4/18	4/19	4/20	4/21	4/22	4/23	計
25-8-210BB	(35)		10	(50)	(40)	5	(5)	(5)		15	20	10	(3)	10	15	(40)	(80)	(3)	9	15		370
40-8-180BB	(15)		15	15		(15)						5							10	(15)	30	120

注) 1回の試験単位を□で示す。

建設材料の品質記録保存業務
実 施 要 領（案）

（昭和60年9月24日
建設省大臣官房技術調査室）

建設材料の品質記録
保存業務要領（案）

建設材料の品質記録保存業務実施要領(案)

1. 目 的

建設資材の品質記録を保存し、構造物の維持管理に資するものである。

2. 適用範囲

土木構造物の建設材料のうち下記の生コンクリートとコンクリート二次製品のほか、甲が指定した材料に適用する。但し、仮設構造物や工事完成後、他の機関へ引継ぐ構造物（権限代行で工事を行い一旦相手に引渡した後、建設省で引継いで管理する構造物は除く）は除く。なお、この品質管理記録資料を作成する業務は、工事の発注形態、規模に関係なく該当する構造物及びコンクリート二次製品を含む工事は全て対象とする。

1) 生コンクリート

・下記の構造物の無筋コンクリート

重力・半重力式の構造物：橋台、橋脚、胸壁、擁壁(H=1m以上)、(もたれ式擁壁も含む。置換基礎及び均しコンクリートは除く)

海岸構造物（基礎、裏込、根固を除く）

砂防ダム（堤体、側壁、水叩）

トンネル覆工（坑門を含む）

・下記の構造物を除く、鉄筋コンクリート

水路（幅2m未満）用心鉄筋のような少量の鉄筋を有する構造物は除く。

（例、集水枘蓋も側溝蓋を含む）

2) コンクリート二次製品

管(函)渠類(管渠呼称…1,000mm以上、函渠呼称…1,000mm×1,000mm以上)函渠は内空断面1㎡以上とする。

杭類（柵板の止め杭は除く）

桁類（洞門工等に桁類を使用する場合も含む）

プレキャスト擁壁(H=1m以上)

シールドセグメント

3. 提出書類

1) 品質記録図

・対象構造物及び二次製品の姿図を作図する。（トレス及び青焼き）

(1) 配合

學 校

工事名

施工業者

[illegible]

・設計基準強度毎に、標榜配合、特注配合、規格外の種別を書く。
 ・接築機には構造物名を記入。
 ・セメント質には使用量とセメント名（N、H、BB等JISA5308セメントの種類による区分上の記号）を記入。
 ・特殊な凝結剤（流動化剤、スチールファイバーなど）を用いた場合は添加方法を簡要欄に記入。
 ・年度：国庫工事の場合は○○年度～○○年度として記入。

(2) 材料特性

① セメント

年 度

工 事 名

施工業者

番 号		製 造 会 社 名		製 年	通 月	検 査 要
種 類	ホルランド セメント	高 セメント				
種 類						
比 重						
比 表面積 cm^2/g						
凝 結	始発 h-m					
	終結 h-m					
安 定 性						
圧縮強さ kg/cm^2	1 day					
	3 day					
	7 day					
	28 day					
水 和 熱 Cal/g	7 day					
	28 day					
酸 化 マグネシウム(%)						
三 酸 化 硫 黄(%)						
強 熱 減 量(%)						
けい酸三カルシウム(%)						
7水硫酸三カルシウム(%)						
全 水 分 (H ₂ O)(%)						

④、番号は国別番号である。
 ⑤、国別番号は、香港、日本、西ドイツ、台湾と記入しそれぞれ15に規定した品質項目について記入。
 ⑥、各国に17の項目について、それぞれが主産品として輸出した品類順に表を3つに分けて記入する。
 ⑦、全輸入の半量については、セメント番号が35として記入する。NとMとS番号は10の倍を記入する。
 ⑧、国別の半量を使用するに際しては角目記入する。
 ⑨、重量単位は公制単位に換算して記入する。
 ⑩、重量単位はトンとキログラムを併用した場合は、前者の単位に換算値・番号を記入する。
 ⑪、重量・体積率の両方の場合には〇〇度率・〇〇度率として記入。
 ⑫、原産地は必ず記入。二国名はわかる範囲で記入。

② 骨 材

年度

工事名

施工篇

[illegible]

四、番号は図面対象番号である。

①材料名は、材質名と品位区分、地産、川産、山産、再産、砂利、卵石等と記入。
※産地名、河産地もあるときは其取られている地名とする。(※真珠、雲山岩等)
②混合割合は地産砂30% 山産30% 再産30%等と記入。
③地産は〇山産〇川産〇再産〇と記入。
④販売会社は採取業者とする。
⑤需要にはNaClの製造法を記入。
⑥板状材は鉛炭、柱状材は臭素等を記入。
⑦年度：開採工事の開始年と〇〇年度と〇〇年度として記入。

③ 混和材料

SE 11

工事:

施工案:

番 号		製 造 企 社 名			製造年月	商 標
種 類	A E 剤	減 水 剤	A E 減水剤	工 場		
品 名						
種 類						
減 水 率 (%)						
ブリージング量の比(%)						
凝結時間の差 (min)	始 結					
	終 結					
圧縮強度比 (%)	3 day					
	7 day					
	28day					
長さ変化比 (%)						
凍結融解に対する低減率 (相対粉砕性係数%)						
Cl (重量) (%)						

④、番号欄は、図面対象番号を記入。
 ・透孔の位置は、透孔形、透孔径、位置等を記入。
 ・各項目については、渡和材料メーカーが生コンクリート会社に提出した試験成績表を参考に入力する。
 ・数値の生コンクリート工場を使用する場合は自由に記入。
 ・製造年月は品質検査、試験成績表に記載してある年月。
 ・強度・強度工場の場合は①～⑩年度～⑩年度として記入。

建設材料の品質記録保存業務実施要領(案)

年 度 _____
工 率 名 _____
總工率古 _____

[illegible]

註・寄号は仮面記号である。

- ・対荷物は用・相対する名を区分し、海砂、川砂、山砂、粉砂、砂利、卵石等と記入。
- ・卵石名は、荷種別もあらとは記載されている所とする。(灰吹砂、安山岩砂)
- ・混合割合は砂30% 山砂30% 粉砂20%等と記入。
- ・産地は〇〇市・〇〇県と記入とする。
- ・販売会社は販路業者とする。
- ・試験にはNaClの測定値を記入。
- ・粗骨質は粗率率、低骨質は実粗率を記入。
- ・年度：採掘工事の場合は〇〇年度・〇〇年度と記入。

年 度 _____
 工 事 名 _____
 施 工 廠 所 _____

番 号		製造会社名			製造年月		請 要	
種 類		A 溶 剤	減 水 剤	A B 減水剤				
品 名								
種 類								
減 水 率 (%)								
ブリージング量の比 (%)								
凝結時間の差 (min)	始 発							
	終 結							
圧縮強度比 (%)	3 day							
	7 day							
	28 day							
長さ変化比 (%)								
凍結融解に対する低氷性 (相対凍結低氷率%)								
C (重量) (%)								

④・番号は、図面図記番号を記入。
 ・混和剤の種類は、無水形、凝縮形、促進形等を記入。
 ・各項目については、混和材料メーカーがコンクリート製造会社に提出した試験成績表を参考に記入する。
 ・製造年月は品質検査、試験成績表に記載してある年月。
 ・年度：既設工事の場合は〇〇年度～〇〇年度として記入。

与 度
工 率 名
新 工 率 名

[illegible]

※ 番号は製品銘に際に表示し、それを記入。
 ※ コンクリート強度は、コンクリート製造工場が日々管理している圧縮強度の製造月の月平均値を記入。
 ※ 製品試験強度はJISで規定されている試験方法で実施した結果を記入。
 ※ 年度：圧縮工事の場合は○○年度～○○年度として記入。

RI計器を用いた盛土の締固め
管理要領(案)

平成8年8月

建 設 省



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用するものとする。

【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、各事業体において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(JGS 1614-1995)「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、財日本道路協会

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和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 R I計器による測定方法

2. 1 計器の種類

R I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のとする。

【解 説】

R I計器には一般に散乱型と透過型があり(図-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。

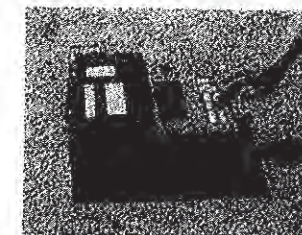
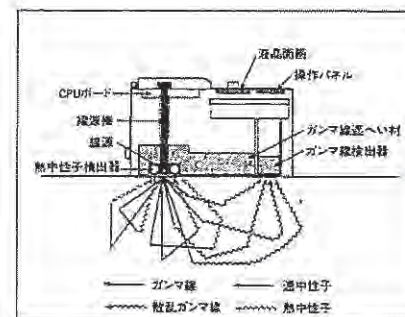
(2) 透過型R I計器

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。

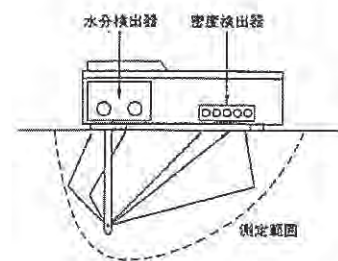
表-1 散乱型と透過型の比較例

項 目	散 乱 型	透 過 型
線 源	ガンマ線 中性子線	コバルト-60 カリフォルニウム-252
検 出 器	ガンマ線 中性子線	SCカウンタ×1 GM管×5
測定方法	密 度 水 分	ガンマ線後方散乱方式 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 現 場	5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	DC6V内蔵バッテリー 連続8時間	DC6V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	・計量で扱いやすい ・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)



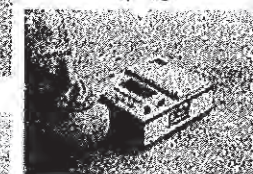
① 散 乱 型



孔あけ



測 定



設 置



② 透 過 型

図-1 R1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でなければならない。

【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-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RI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。

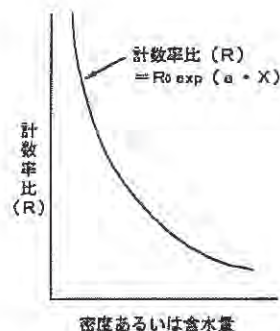


図-2 計数率比(R)と密度および含水量の関係

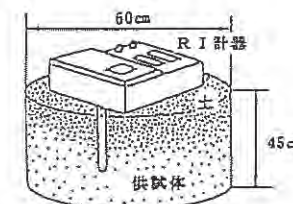
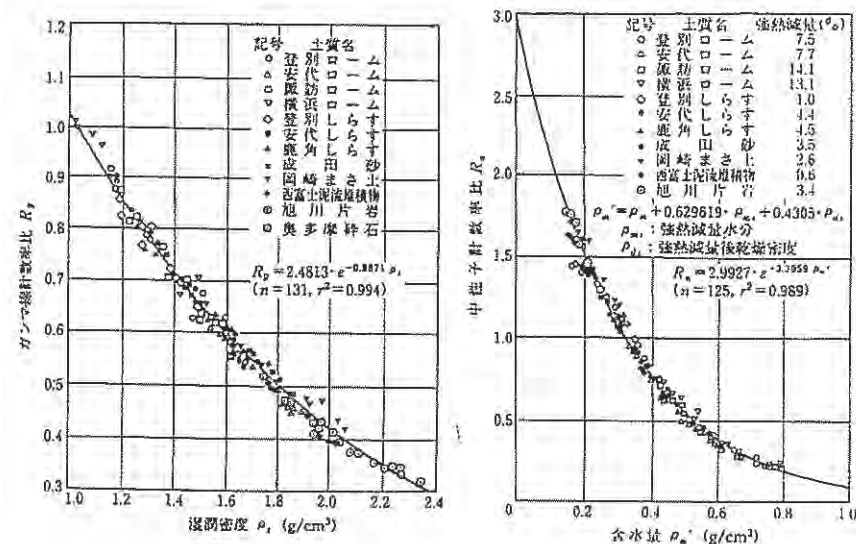


図-3 計数率比と湿潤密度および含水量の検定例
(地盤工学会「地盤調査法」から引用)

2. 3 R1計器による測定方法

R1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) R1計器の構成

散乱型R1計器は計器本体だけで測定が可能であるが、透過型はR1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。

R1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職員と協議の上、散乱型あるいは透過型R1計器を選定し使用するものとする。

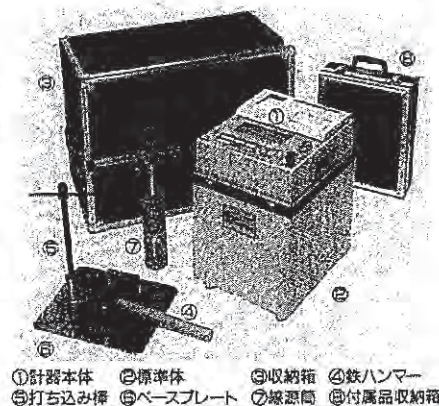


図-4 計器の構成例（透過型）

(2) 測定手順

測定手順は一般に図-5のようになる。

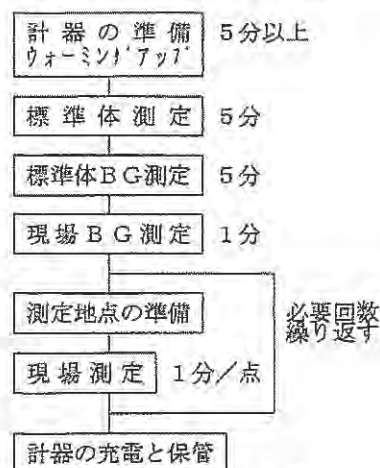
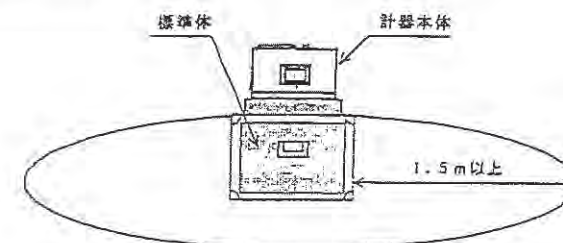


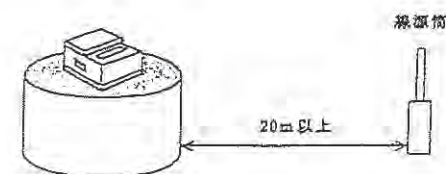
図-5 測定の手順の列

(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) R1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。

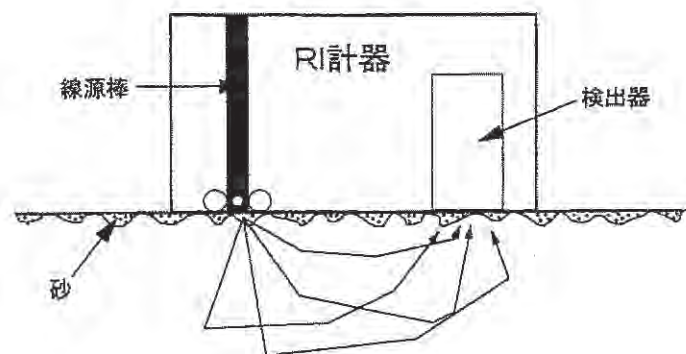


- 5) 自然放射線の影響を除くためバックグラウンド測定を行う時、線源は少なくとも20m以上遠ざける必要がある。



- 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) 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をしないよう注意することも管理者として必要である。

3章 R1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ため、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) 測定箇所の整形および均し
- 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R I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R I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・透過型とも監督職員と協議の上、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R1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（土工量は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

RI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

RI計器を用いて管理する場合は、多数の測定が可能であるRI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、監督職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越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）

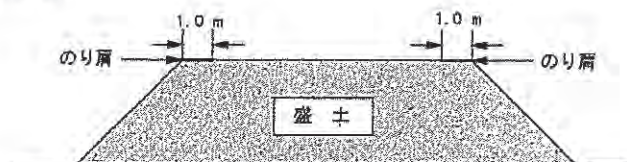
基準名	河川土工マニュアル	道路土工-施工指針	
区 分	河川堤防	路 体	路 床
空気間隙率 (Va) による基準値	・砂質土 {SF} 25% ≤ 74μm < 50% Va ≤ 15% ・粘性土 {F} 2% < Va ≤ 10%	・砂質土 Va ≤ 15% ・粘性土 Va ≤ 10%	—
備 考	施工含水比の平均が90%の締固め度の得られる含水比の範囲の内 Woptより湿潤側にあること。	同 左	施工含水比の平均が Wopt 付近にあること。少なくとも90%の締固め度の得られる含水比の範囲の内にあること。

〔凡 例〕 Wopt : 最適含水比

(2) 測定位置

測定位置の間隔の目安として、100㎡ (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進行される場合、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 $\rho_{d_{max}}$ の決定方法

現行では管理基準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)

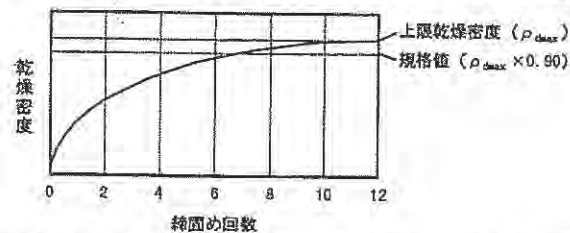
呼び名	ランマー重量 (kg)	モールド内径 (mm)	突固め層数	1層当たりの突固め回数	許容最大粒径 (mm)
A	2.5	10	3	25	19
B	2.5	15	3	55	37.5
C	4.5	10	5	25	19
D	4.5	15	5	55	19
E	4.5	15	3	92	37.5

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、締固め回数より算出し決定する。
- 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

様式-1

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置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、監督職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)

盛土施工管理データ

管理單位番号 () 計測回 (回目)

工 事 名 称				
計 測 の 種 類		1. 散乱型 R I 試験 2. 透過型 R I 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	

[illegible]

測 点 番 号	湿潤密度	乾燥密度	含 水 比	Dc	va	Sr

443

444

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)	518
図-2	砂置換と散乱型の相関(乾燥密度・土質別データ)	518
図-3	砂置換と散乱型の相関(含水比・全データ)	519
図-4	砂置換と散乱型の相関(含水比・土質別データ)	519
図-5	砂置換と透過型の相関(乾燥密度・全データ)	520
図-6	砂置換と透過型の相関(乾燥密度・土質別データ)	520
図-7	砂置換と透過型の相関(含水比・全データ)	521
図-8	砂置換と透過型の相関(含水比・土質別データ)	521
図-9	散乱型と透過型の相関(乾燥密度・全データ)	522
図-10	散乱型と透過型の相関(乾燥密度・土質別データ)	522
図-11	散乱型と透過型の相関(含水比・全データ)	523
図-12	散乱型と透過型の相関(含水比・土質別データ)	523
図-13	レキ率と乾燥密度(標準偏差)の関係(散乱型)	524
図-14	レキ率と締固め度(標準偏差)の関係(散乱型)	524

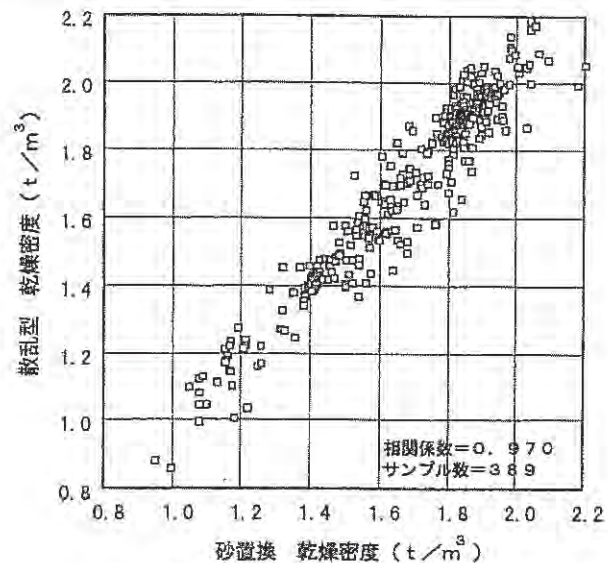


図-1 砂置換と散乱型の相関(乾燥密度・全データ)

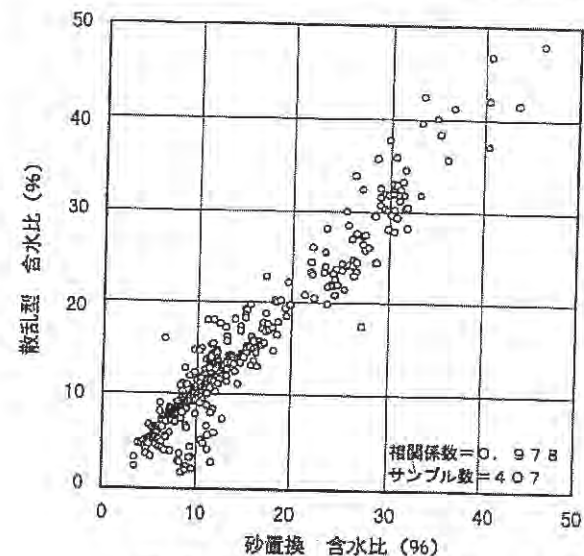


図-3 砂置換と散乱型の相関(含水比・全データ)

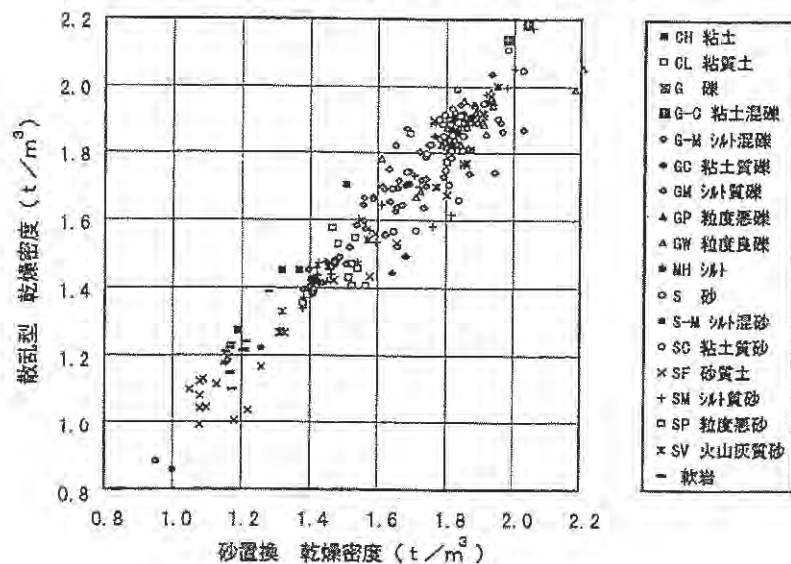


図-2 砂置換と散乱型の相関(乾燥密度・土質別データ)

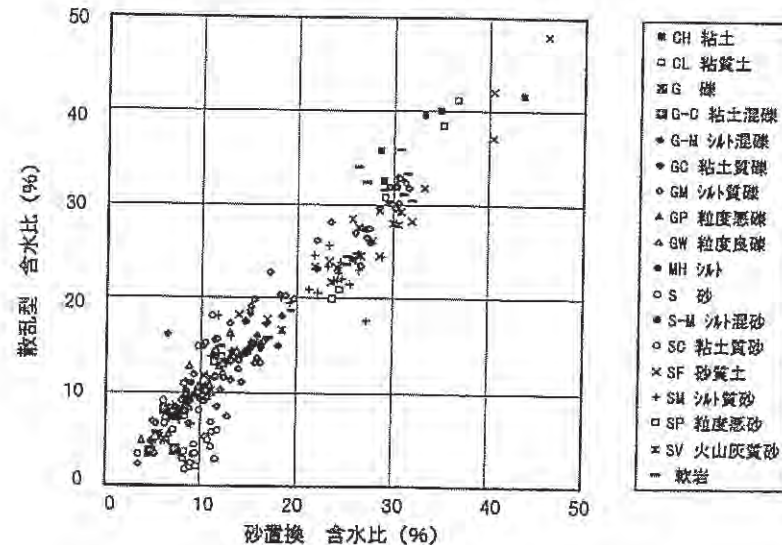


図-4 砂置換と散乱型の相関(含水比・土質別データ)

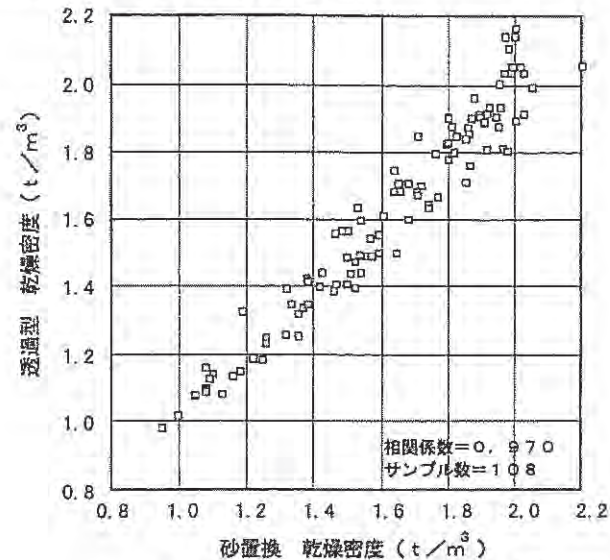


図-5 砂置換と透過型の相関(乾燥密度・全データ)

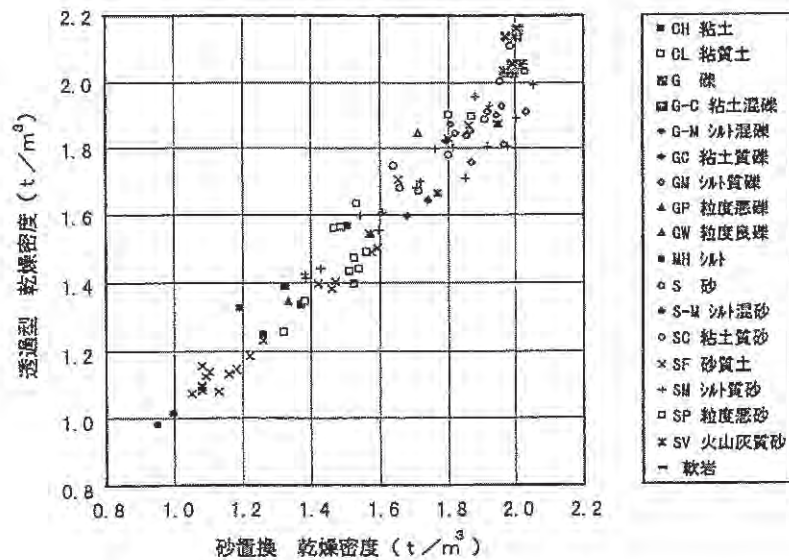


図-6 砂置換と透過型の相関(乾燥密度・土質別データ)

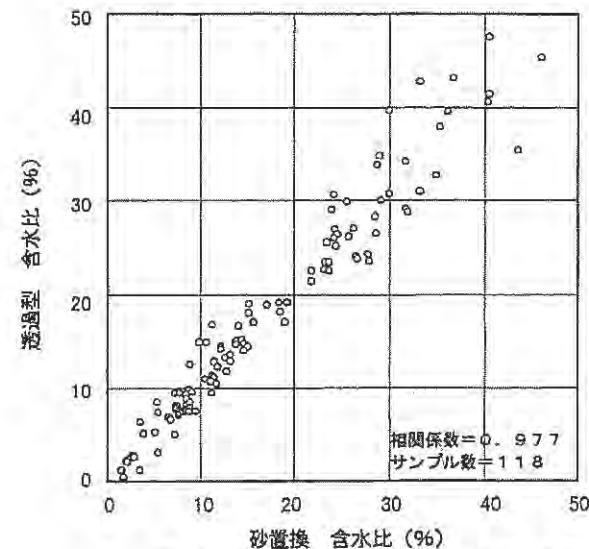


図-7 砂置換と透過型の相関(含水比・全データ)

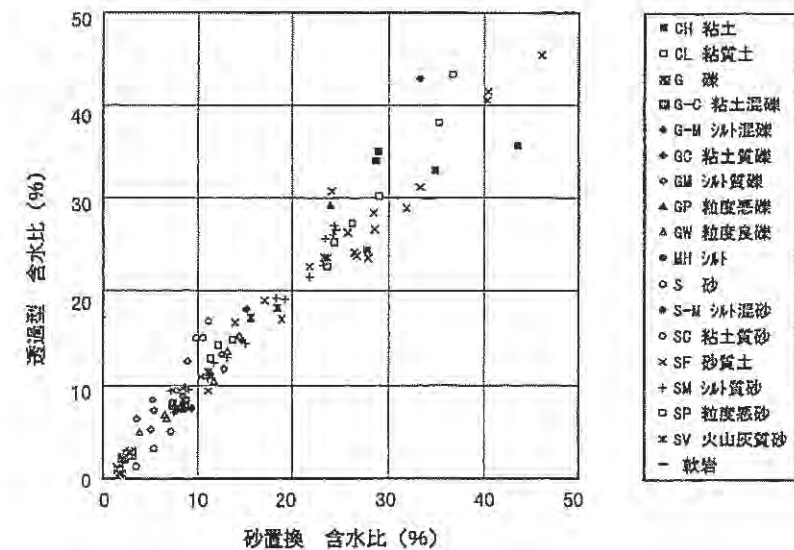


図-8 砂置換と透過型の相関(含水比・土質別データ)

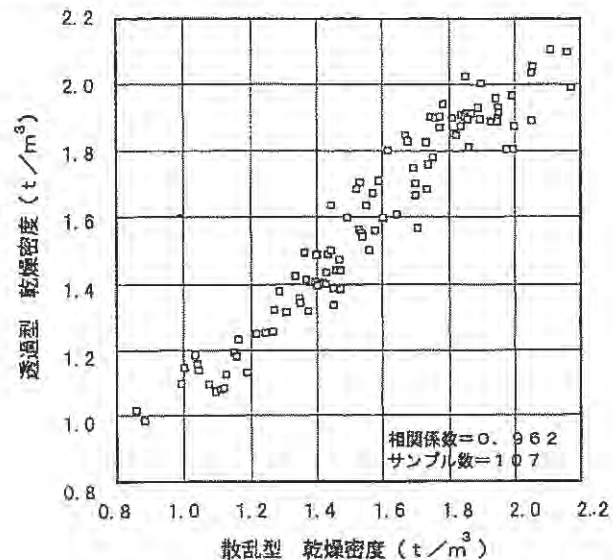


図-9 散乱型と透過型の相関 (乾燥密度・全データ)

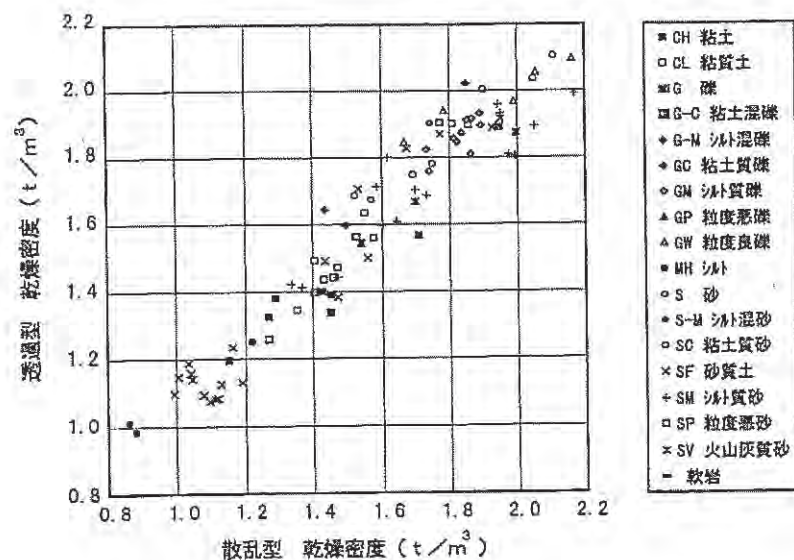


図-10 散乱型と透過型の相関 (乾燥密度・土質別データ)

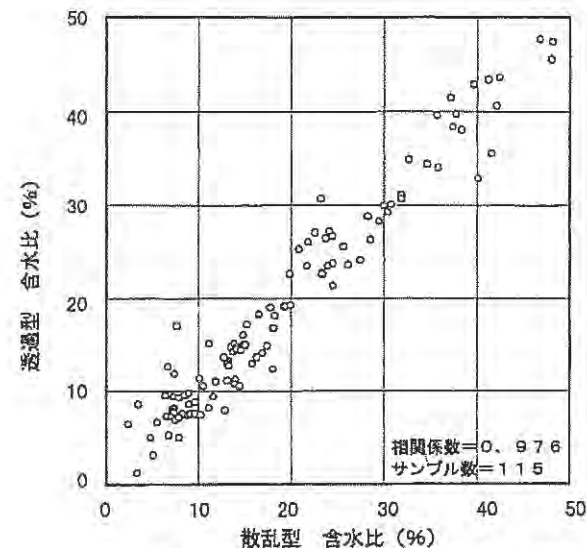


図-11 散乱型と透過型の相関 (含水比・全データ)

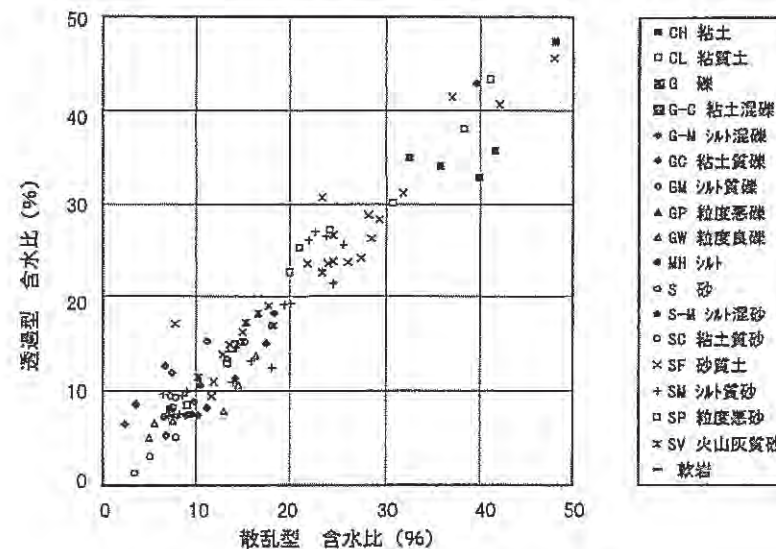


図-12 散乱型と透過型の相関 (含水比・土質別データ)

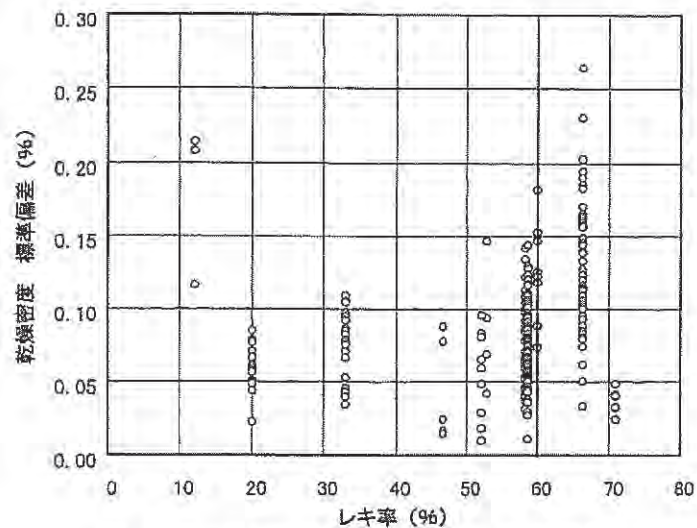


図-13 レキ率と乾燥密度(標準偏差)の関係[散乱型]

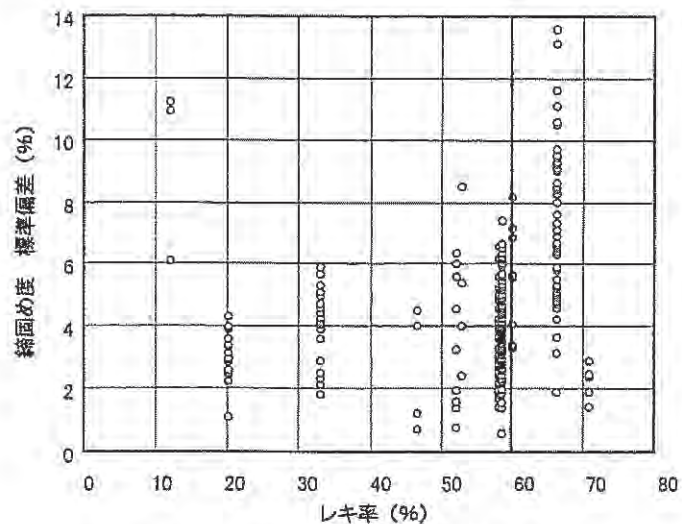


図-14 レキ率と締固め度(標準偏差)の関係[散乱型]

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－施工指針、1986.
- 3) 嶋津、吉岡、武田：R1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：R1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.