

5 R I 計器を用いた盛土の締固め管理要領（案）について

1. 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（J G S 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 計器の持つ特徴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期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. 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とおりである。

（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。

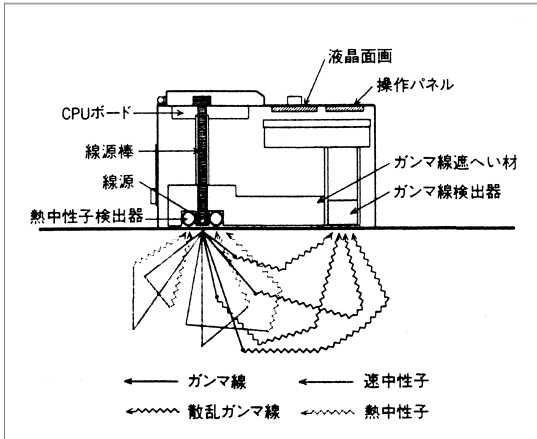
（2）透過型 R I 計器

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

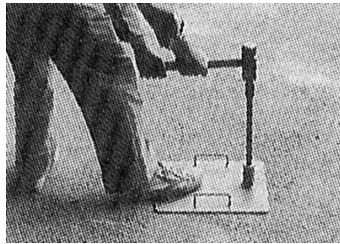
項 目		散 乱 型	透 過 型
線 源	ガンマ線	コバルト-60	コバルト-60
	中性子線	カリフォルニウム-252	カリフォルニウム-252
検 出 器	ガンマ線	SCカウンタ×1	GM管×5
	中性子線	He-3カウンタ×2	He-3管×2
測定方法	密 度	ガンマ線後方散乱方式	ガンマ線透過型
	水 分	熱中性子散乱方式	速中性子透過型
本 体 寸 法		310×365×215mm	310×365×160mm
本 体 重 量		25kg	11kg
測定範囲 (深さ)		160~200mm	200mm
測定時間	標 準 体	5 分	10 分
	現 場	1 分	1 分
測 定 項 目		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		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		<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"> ・ 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		<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ともほぼ砂置換法と同様であることがわかっており、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)

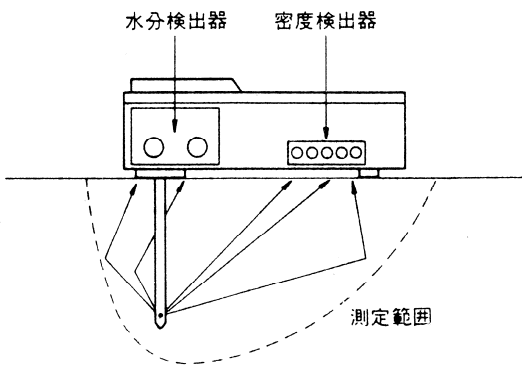
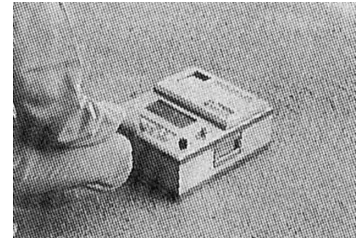


① 散乱型

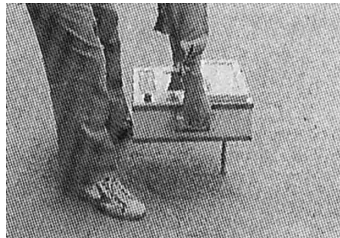
孔あけ



測定



設置



② 透過型

図-1 RI計器の概要

2. 2 検定方法

使用するR I 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－2）

この関係を正しく検定したR I 計器を使用しなければならない。

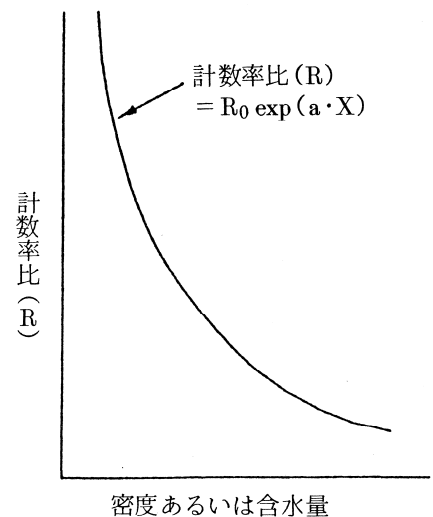
$$\text{計数率比 (R)} = \frac{\text{現場計数率}}{\text{標準体の計数率}}$$

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

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わす。

また、使用するR I 計器のメーカーでの製作納入時、及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）と密度及び含水量の関係

2. 3 R I 計器による測定方法

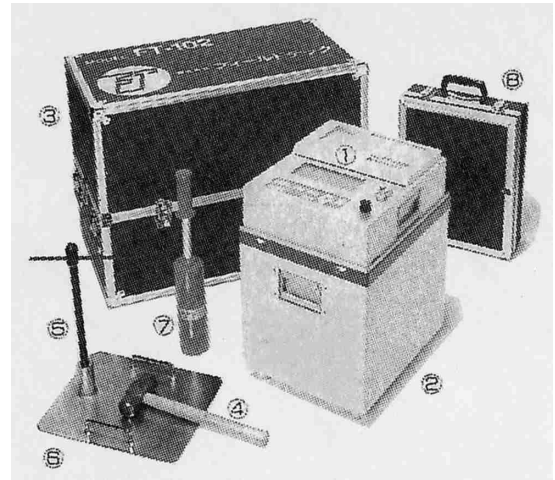
R I 計器による測定は操作手順にしたがって正しく行わなければならない。

【解 説】

(1) R I 計器の構成

散乱型 R I 計器は計器本体だけで測定が可能であるが、透過型は R I 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。

R I 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 R I 計器を選定し使用するものとする。

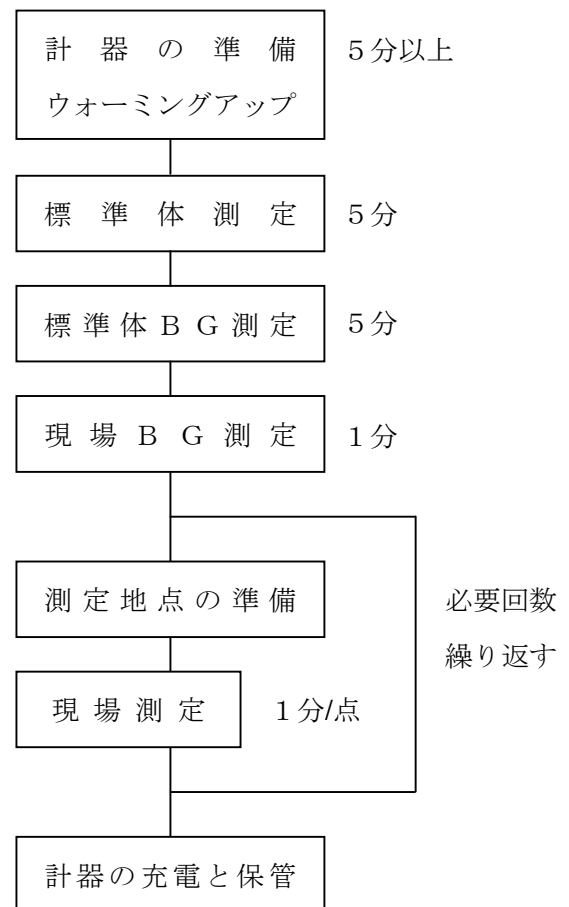


①計器本体 ②標準体 ③収納箱 ④鉄ハンマー
⑤打ち込み棒 ⑥ベースプレート ⑦線源筒 ⑧付属品収納箱

図－ 4 計器の構成例（透過型）

(2) 測定手順

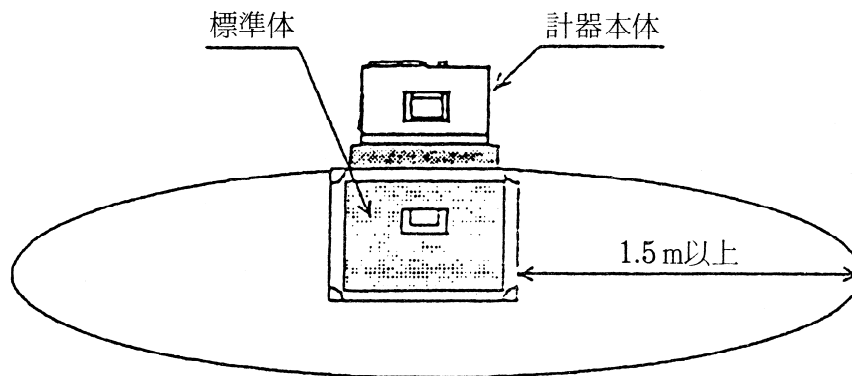
測定手順は一般に図－ 5 のようになる。



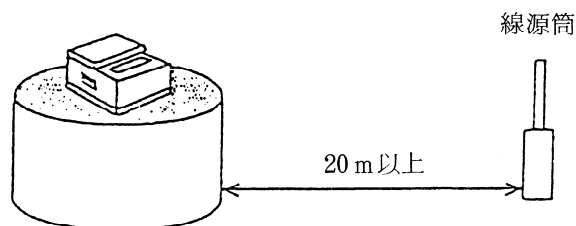
図－ 5 測定の手順の例

(3) 測定上の留意点

- 1) 計器の運搬は激しい衝動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) R I 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。

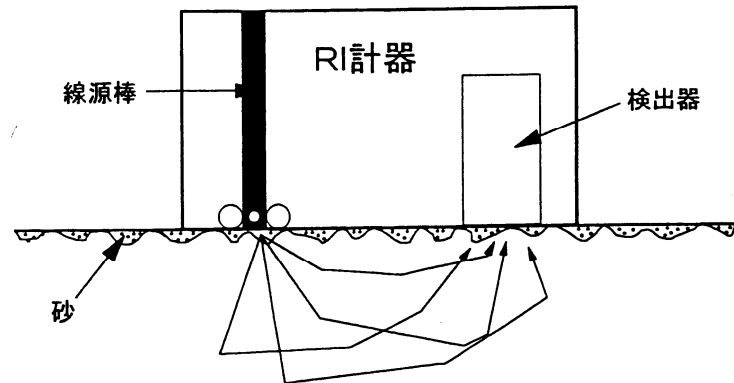


- 5) 自然放射線の影響を除くためバックグラウンド測定を行う時、線源は少なくとも 20 m以上遠ざける必要がある。



- 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の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. RI計器による締固め管理」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. RI計器による締固め管理

3.1 締固め管理指標

締固め度及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及び道路土工—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、予め土質材料毎に水分補正を行う必要がある。土質材料毎の水分補正值を決定するため水分補正值決定試験は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。土質材料毎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%毎に変化させて、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) 測定箇所の整形及び均し
 - 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%を超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%を超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たず、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20~30cm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 m²を標準とする。
また、一日の施工面積が 2,000 m²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 m²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 m²の間に多く分布しており、特に 1,500 m²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 m²が最大であることから、管理単位の面積を原則 1,500 m²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ツキ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 m²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 m²までは1,500 m²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 m²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管理単位当たりの測定点数の目安を下表に示す。

面積 (m ²)	0～500	500～1,000	1,000～2,000
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－施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－施工指針の管理基準値（空気間隙率）

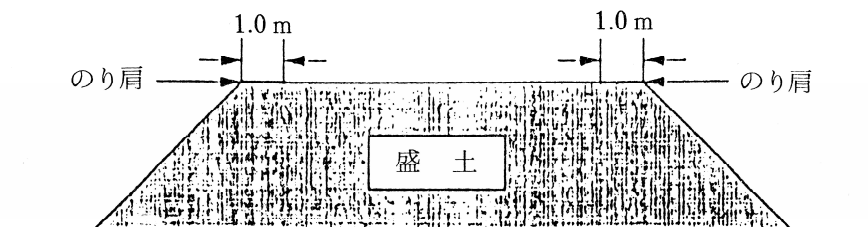
基準名	河川土工マニュアル	道路土工－施工指針	
区 分	河川堤防	路体	路床
空気間隙率 (V_a)による基準値	・砂質土 {SF} $25\% \leq 74\mu\text{m} < 50\%$ $V_a \leq 15\%$ ・粘性土 {F} $2\% < V_a \leq 10\%$	・砂質土 $V_a \leq 15\%$ ・粘性土 $V_a \leq 10\%$	—————
備 考	施工含水比の平均が90%の締固め度の得られる含水比の範囲の内 W_{opt} より湿潤側にあること。	同 左	施工含水比の平均が W_{opt} 付近にあること。少なくとも90%の締固め度の得られる含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

[凡 例] W_{opt} : 最適含水比

(2) 測定装置

測定位置の間隔の目安として、 100 m^2 ($10\text{m} \times 10\text{m}$) 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められる場合、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)

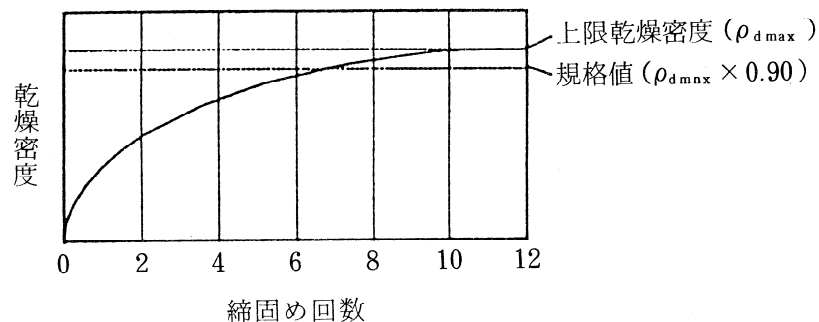
呼び名	ランマー重量 (kg)	モールド内径 (cm)	突固め層数	1層当たりの突固め回数	許容最大粒径 (mm)
A	2.5	10	3	25	19
B	2.5	15	3	55	37.5
C	4.5	10	5	25	19
D	4.5	15	5	55	19
E	4.5	15	3	92	37.5

しかしながら、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礫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の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%をたびたび超えるような測定結果が得られる場合、締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別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職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 …………… 測定機械毎に管理単位面積毎

(ただし、再締固めを行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、適正な是正処置をとるものとする。

【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見て、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。

材料試験結果

No. _____

材 料 試 験 結 果	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)			
	粒 度 組 成	レ キ 分	37.5mm 以上	(%)		
			19.0 ~ 37.5 mm	(%)		
			9.5 ~ 19.0 mm	(%)		
			4.75 ~ 9.5 mm	(%)		
			2.0 ~ 4.75mm	(%)		
			合 計	(%)		
	砂分 75 μ m ~ 2.0mm		(%)			
	細粒分 75 μ m 以下		(%)			
	コ ン シ ス テ ン シ ー	液性限界 W _L	(%)			
		塑性限界 W _p	(%)			
塑性指数 I _p						
強熱減量 I _g		(%)				
最大乾燥密度 ρ _{dmax}		(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 A1210-1999)		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、室内締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 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.

6 突固め方法の種類（A・B・C・D・E）の適用について

突固め方法の種類（A・B・C・D・E）の適用について
 ～突固めによる土の締固め試験方法（JIS A 1210-2009）～

1. JIS A 1210-2009 によると、突固め方法の種類は次の5種類に分類される。

突固め方法の 呼び名	ランマー質量 kg	モールド内径 cm	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

2. 呼び名A, B, C, D, Eの一般的な区分は以下のとおり

(1) 呼び名A, B

① “Standard Proctor” と呼ばれる $E_C \doteq 550 \text{ kJ/m}^3$ のもの。

$$E_C = \frac{W_R \cdot H \cdot N_B \cdot N_L}{V} \quad (\text{kJ/m}^3)$$

ここに、 W_R : ランマーの重量 (kN)

H : ランマーの落下高 (m)

N_B : 層当たりの突固め回数

N_L : 層の数

V : モールドの容積 (締め固めた供試体の体積) (m³)

②道路工における管理では、路体や路床に一般的に用いられる。

(2) 呼び名C, D, E

①重締固めに対応する “Modified Proctor” と呼ばれる $E_C \doteq 2,500 \text{ kJ/m}^3$ のもの。

②道路工における管理では、路盤に一般的に用いられる。

(3) 締固め仕事量は、結果の利用目的により選択し、土のより高い安定性を期待して、十分な締固めが要求されるほど大きい仕事量で行うことが基本的な考え方である。

参 考 文 献

1) (社)地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説（平成21年11月）

7 管更生工法に係る施工管理について（参考）

「管更生工法（SPR工法、ハートSPR工法）」の施工管理に当たっては、下記に留意して行うものとする。

記

1. 既設構造物の測量（基準高、内空寸法、中心線、施工延長）

- (1) 設計前に、可能な範囲で既設構造物の測量を行い、設計数値に反映させること。
- (2) 設計前に測量等が出来ない場合は、特別仕様書に以下の事項を記載するものとする。

<p>特別仕様書記載例</p> <p>第〇〇章 施工管理 2. 施工管理 (1) 施工管理の留意事項</p> <p>管更生工法の施工管理については、事前に施工管理位置の既設構造物測量を行い、設計値について監督職員と協議するものとする。</p>

2. 施工管理基準値等は、下記を参考に特別仕様書へ記載するものとする。

なお、設計条件（水理計算、構造等）により、仕上り内空寸法、裏込め厚さ等に制限が必要な場合は、個々の現場において別途定めるものとする。

<p>特別仕様書記載例</p> <p>第〇〇章 施工管理 2. 施工管理 (1) 施工管理の追加項目</p> <p>1) 管更生工法の施工管理については、以下によるものとし、詳細にあたっては、監督職員と打合せるものとする。</p>																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>管理基準値(mm) (参考)</th> <th>規格値(mm)</th> <th>測定基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>基準高(V)</td> <td>± 1 0</td> <td>± 1 5</td> <td>概ね 1 箇所/20m</td> </tr> <tr> <td>裏込め厚さ(t)</td> <td>± 1 0</td> <td>± 1 5</td> <td>概ね 1 箇所/20m</td> </tr> <tr> <td>内空断面(H)</td> <td>± 1 0</td> <td>± 1 5</td> <td>概ね 1 箇所/20m</td> </tr> <tr> <td>内空断面(B)</td> <td>± 1 0</td> <td>± 1 5</td> <td>概ね 1 箇所/20m</td> </tr> <tr> <td>中心線のズレ (e)</td> <td>± 1 0</td> <td>± 1 5</td> <td>直線部 1 箇所/20m 曲線部 1 箇所/50m</td> </tr> <tr> <td>施工延長</td> <td></td> <td>－ 0. 1 % 但し、施工延長 150m 未満 － 1 5 0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	項目	管理基準値(mm) (参考)	規格値(mm)	測定基準	基準高(V)	± 1 0	± 1 5	概ね 1 箇所/20m	裏込め厚さ(t)	± 1 0	± 1 5	概ね 1 箇所/20m	内空断面(H)	± 1 0	± 1 5	概ね 1 箇所/20m	内空断面(B)	± 1 0	± 1 5	概ね 1 箇所/20m	中心線のズレ (e)	± 1 0	± 1 5	直線部 1 箇所/20m 曲線部 1 箇所/50m	施工延長		－ 0. 1 % 但し、施工延長 150m 未満 － 1 5 0	
項目	管理基準値(mm) (参考)	規格値(mm)	測定基準																									
基準高(V)	± 1 0	± 1 5	概ね 1 箇所/20m																									
裏込め厚さ(t)	± 1 0	± 1 5	概ね 1 箇所/20m																									
内空断面(H)	± 1 0	± 1 5	概ね 1 箇所/20m																									
内空断面(B)	± 1 0	± 1 5	概ね 1 箇所/20m																									
中心線のズレ (e)	± 1 0	± 1 5	直線部 1 箇所/20m 曲線部 1 箇所/50m																									
施工延長		－ 0. 1 % 但し、施工延長 150m 未満 － 1 5 0																										

8 プルーフローリング

仕上がり後の路床、路盤の表面の浮上りや緩みを十分に締固め、かつ不良箇所を発見する目的で、施工時に用いた転圧機械と同等以上の締固め効果を有効にするタイヤローラやトラックを走行させて、目視により路床、路盤面の変位状況を観察する現場試験である。(測定方法等は舗装試験法便覧を参照のこと)

9 コンクリートブロックの製作及び検査基準（参考）

1. 適用範囲

この基準は、千葉県農林水産部所管農業農村整備事業等に係る河川工事等に使用する護岸用コンクリートブロック（以下コンクリートブロックという。）の製作及び検査に適用するものとする。

2. 製作

(1)コンクリートの配合

イ 粗骨材の最大寸法

粗骨材の最大寸法は 25mm 以下でなければならない。

ロ 水セメント比

コンクリートの水セメント比は 55%以下でなければならない。

(2)コンクリートの品質

イ 圧縮強度

コンクリートの圧縮強度は 18N/mm² 以上でなければならない。

ロ コンクリートの単位容積重量

コンクリートの単位容積重量は 2,250kg/m³ 以上でなければならない。

(3)コンクリートの品質管理及び試験

イ コンクリートブロックを製造するコンクリートは 2-(2)に定める品質を足し、常に工程が安定するように材料、機械設備、器具等を管理しなければならない。

ロ 品質特性の管理項目

- ・ 骨材の粒度（JIS A 1102 による）
- ・ 細骨材の表面水量（JIS A 1111 による）
- ・ 骨材の安定性（JIS A 1122 による）
- ・ 骨材のアルカリシリカ（JIS A 5308 による）
- ・ スランプ（JIS A 1101 による）
- ・ 空気量（JIS A 1128 による）
- ・ 圧縮強度（JIS A 1108 による）
- ・ 単位容積重量（JIS A 1116 又は上記の圧縮強度試験用供試体を用いてもよい）

ハ ロットの大きさとサンプル寸法

ロットの大きさとサンプル寸法は次表のとおりとする。

（ロットの大きさは 3 の検査に準ずるものとする。）

骨材の粒度	細骨材の表面水量	スランプ及び空気量	圧縮強度	単位容積重量
必要に応じて	午前午後各 1 回	午前午後各 1 回	1 回 3 本/日	1 回 3 本/日

ニ コンクリートブロックの製作上使用するコンクリートの管理図、配合表等は、監督職員が要求した場合は提出しなければならない。

(4)コンクリートブロックの圧縮強度

圧縮強度はテストピースによる圧縮強度試験により判定する。但し、製品を測定する場合は、シュミットハンマーを用いてコンクリートブロックの反発強度を測定し、これからコンクリートブロックの圧縮強度を判定する。

シュミットハンマーによる試験は次の要領で行う。

イ 測定箇所の選定

- (1) 平滑な型枠面で水平測定を原則とする。
- (2) 厚さ 10cm 以下の製品は避けること。
- (3) 隅角部より 3cm 以上内側で施すこと。
- (4) モルタル仕上げ面、豆板（アバタ）面は避けること。
- (5) コンクリート表面に湿りのあるときは避けること。（数値にして 5～10 低く出るが一律でないので判定困難である。）

ロ 測定方法

測定値はばらつきがある上に異常な値を示す箇所もあるので、統計的に信頼のおける平均値を求めるため 20 点の測定値の算術平均を取ることとなっているが、10 点以上の平均はばらつきも少なくなるのでこの要領では下記のとおりとする。

本測定・・・15 点のうち 10 点の値を採用

但し、偏差が平均値の±20%以上のものはこれを捨て、これに代わるものを補ってから採用値の平均を求めること。

- (1) 測定面は、砥石で丁寧に平滑に磨き、粉を除去する。
1 箇所の測定面積は 15cm×10cm を標準とし、3cm 間隔に縦横の線を引いて交点の所を測点とする。（測定箇所は互いに 3cm 以上の間隔を持つようにする。）
- (2) ハンマーはしっかり保持し徐々に力を加えて打撃を起こさせる。打撃方向は常に測定面に対して直角方向でなければならない。

(5)コンクリートブロックの形状寸法及び外観

イ 形状寸法

コンクリートブロックの形状寸法の許容差は、規定寸法に対し、次表の範囲内とする。

呼び名	面	厚
平ブロック	+5mm	+5mm
	-3mm	-3mm
連結ブロック	+5mm	+10mm
	-3mm	-3mm

※ 環境保全型ブロック等、上記により難しい場合は監督職員と協議のうえ許容差を定める。

ロ 外 観

コンクリートブロックは、その質が密で、有害なキズがなく、上面は平で外観がよくなければならない。

3. 検 査

(1)形状寸法

形状寸法は、同種のコンクリートブロック 1,000 個又はその端数を 1 組とし、1 組について任意に 3 個の資料をとって測定する。この結果、全数が 2-(5)-イの規定に適合すればその組全部を合格とし、2 個以上 2-(5)-イの規定に適合しなければその組全部を不合格とする。

また、外観については目視にて全数検査を行い、2-(5)-ロの規定に適合すれば合格とする。

(2)圧縮強度

テストピースによる圧縮強度試験により判定するが、シュミットハンマーによる場合は、同種のコンクリートブロック 1,000 個又はその端数を 1 組とし、1 組について任意に 3 個資料をとり 2-(4)による試験を行い、全数が 2-(2)-イの規定に適合すればその組全部を合格とし、2 個以上 2-(2)-イの規定に適合しなければその組全部を不合格とする。

(3)単位容積重量

単位容積重量は、同種のコンクリートブロック 1,000 個又はその端数を 1 組とし、1 組について任意に 3 個の資料をとり、重量測定を行い単位容積重量を算出する。

この結果 2-(2)-ロの規定に適合すればその組全部を合格とし、2 個以上 2-(2)-ロの規定に適合しなければその組全部を不合格とする。

(4)再検査

3-(1)、3-(2)、3-(3)の検査において 1 個だけ規定に適合しないときは、再検査を行うことができる。

再検査はその組から更に任意に 6 個の資料をとって試験を行い全数が適合すればその組全部を合格とし、1 個でも適合しなければその組全部を不合格とする。

4. 表 示

コンクリートブロックには、裏面又は適当な箇所に次の事項を明記しなければならない。

イ 製造工場名又は略号

ロ 製造年月日

5. その他

JIS 規格指定工場において JIS 規格製品又はこれに準じて製造した製品（平ブロック、連結ブロック等）についての検査は、監督職員の承認を得て工場管理報告書に代えることができる。

10 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毎の使用量が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、若しくは、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、打ち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。

5. 測定頻度

単位水量の測定頻度は、（1）及び（2）による。

（1） 2回／日（午前1回、午後1回）、又は重要なコンクリート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、重要なコンクリート構造物とは、高さが5m以上の鉄筋コンクリート擁壁（プレキャスト製品は除く。）、内空断面が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（PCは除く。）、トンネル及び高さが3m以上の堰・水門・樋門とするが、当該事業において重要なコンクリート構造物と位置付けられる場合は、対象とするものとする。

6. 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20～24mm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、そのまま打設してよい。

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。

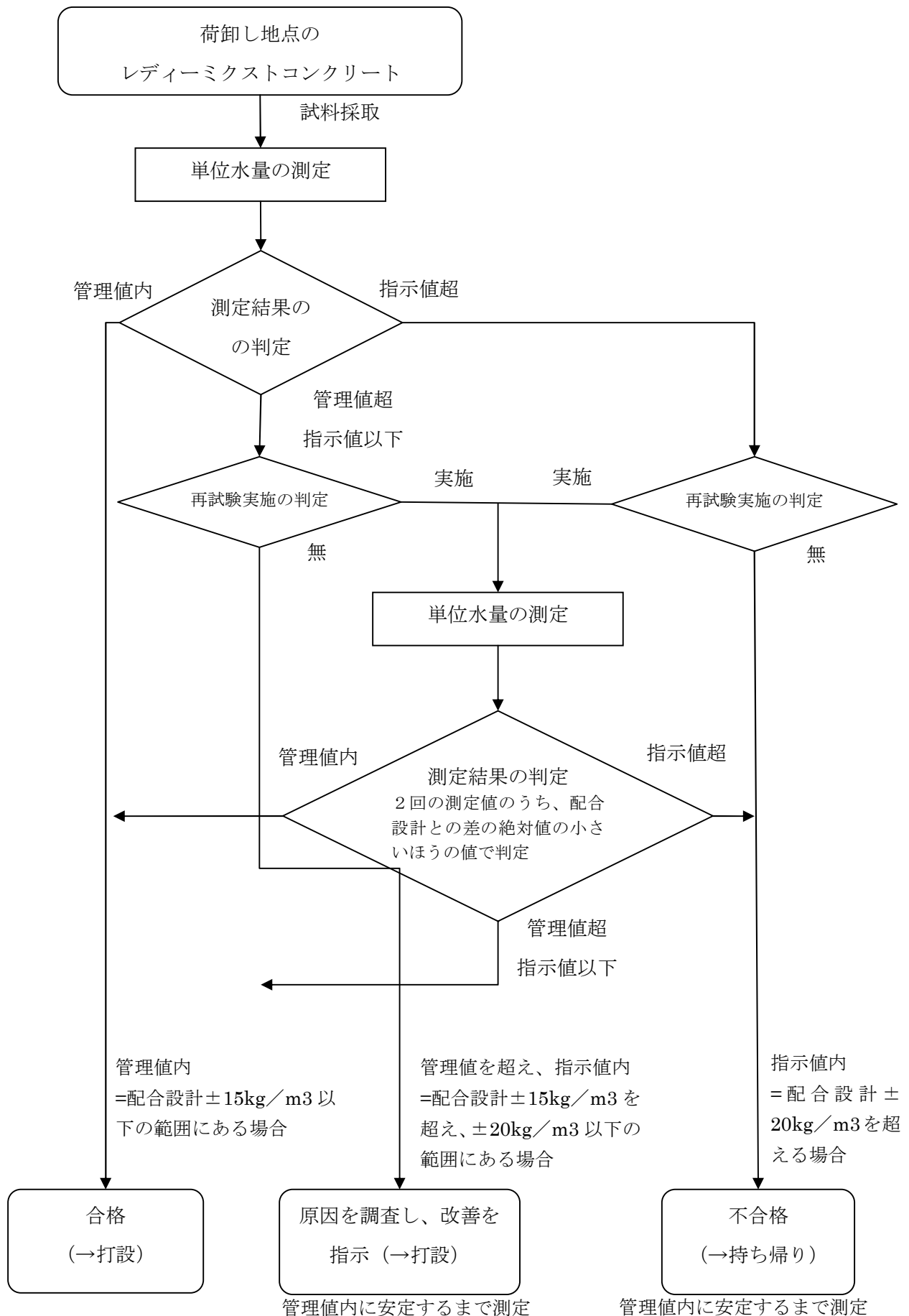
なお、「管理値内に安定するまで」とは、2回連続して管理値内の値を観測することをいう。

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。

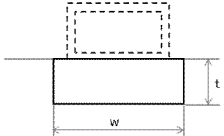
その後、単位水量が管理値内になるまで全運搬車の測定を行う。

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。



1.1 地盤改良工（浅層・中層混合処理工法）の施工管理について

1. 直接測定による出来高管理

工種	項目	管理基準値 (mm) (参考)	規格値 (mm)	測定基準	管理方式			
					管理図表によるもの (様式 2-1、2-2)	結果一覧表によるもの (様式 3-1)	構造図に朱記、併記するもの	
地盤改良工 (浅層・中層混合処理工法)	基準高 (V)		-50	施工延長おおむね 50m または 1000m ³ につき 1箇所 の割合 で測定する。	基準高、厚さ、幅で 20点 以上	左記のもので 20点未滿のもの 及び施工延長	—	
	厚さ (T)		-50					
	幅 (B)		-100					
	施工延長 (L)		-200					

2. 撮影記録による出来高管理

工種	撮影基準	撮影箇所	撮影方法	管理方法
地盤改良工 (浅層・中層混合処理工法)	およそ 50m (1000m ³) に 1箇所	施工厚さ、幅		

3. 品質管理

工種	項目	区分	試験(測定)項目	試験方法	試験(測定)基準	規格値	管理方式	処置
地盤改良工	浅層・中層混合処理	施工	土の一軸圧縮試験	JIS A 1216	1000m ³ につき 1回行う。さらに中層混合処理については、深度方向(上・中・下)の試験を行う。また、現場の条件、規模等により上記によりがたい場合は監督職員の指示による。	①各供試体の試験結果は改良地盤設計強度の 85%以上。 ②1回の試験結果は改良地盤設計強度以上。なお、1回の試験とは3個の供試体の試験値の平均値で表したものの。		