

## 参 考 資 料

- 1 管水路の通水試験
- 2 プルーフローリング(Proof rolling)の測定
- 3 杭の打ち止め管理 (参考)
- 3 レディーミクストコンクリート単位水量測定要領 (案)

## 1 管水路の通水試験

### (1) 試験の方法

パイプラインの水密性と安全性を確認する目的で、通水試験を行うとともに、試験的な送水を行ってパイプラインの機能性を確認することが望ましい。通水試験の方法は、図-1のとおりである。

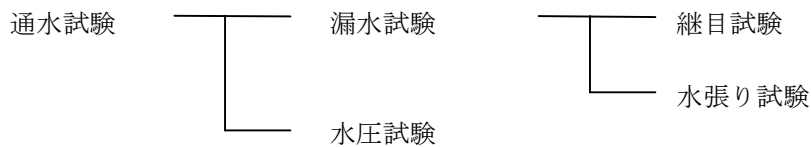


図-1 通水試験の方法

### (2) 漏水試験

#### 1) 継目試験

継目試験は、管布設後の継手の水密性を検査するものであり、テストバンドを使用して行う。

原則として管径 900 mm以上のソケットタイプの継手について全箇所を検査を行うものとする。

この試験の水圧は、その管の静水圧とし、これを5分間放置した後の水圧は、80%以下に低下してはならない。

また、試験条件により静水圧まで加圧することが危険と判断される場合は、個々に試験水圧を検討するものとする。

継目試験の方法は、以下に示すとおりである。

① テストバンドの水圧によって管が移動することがあるので、ある程度の埋戻しをする。

検査や補修のためには継手部の埋戻しは少なめにとどめておくことが望ましい。

また、必要に応じて隣接した継手部に目地板(ゴム板)をはさんで管の移動を防止しなければならない。継目試験を行うときには、式-1の条件が満たされているかを事前に検討する。(図-2参照)

$$N < F \quad \text{式-1}$$

$$N = A \cdot P + \Sigma W \cdot \sin \theta \quad \text{式-2}$$

$$F = \mu \cdot \Sigma W \cdot \cos \theta \quad \text{式-3}$$

ここに、

N : テスト水圧による推力 (N)

F : 管の鉛直荷重による抵抗力 (N)

A : 管端面の断面積 (cm<sup>2</sup>)

P : 試験水圧 (MPa)

$\Sigma W$  : 1本当たり管の自重と管上載土の重量 (N)

$\theta$  : 水平と管布設軸とのなす角 (°)

$\mu$  : 土と管の摩擦係数

硬質塩化ビニル管、ポリエチレン管、強化プラスチック複合管 0.3

コンクリート管、鋼管、ダクタイル鋳鉄管 0.5

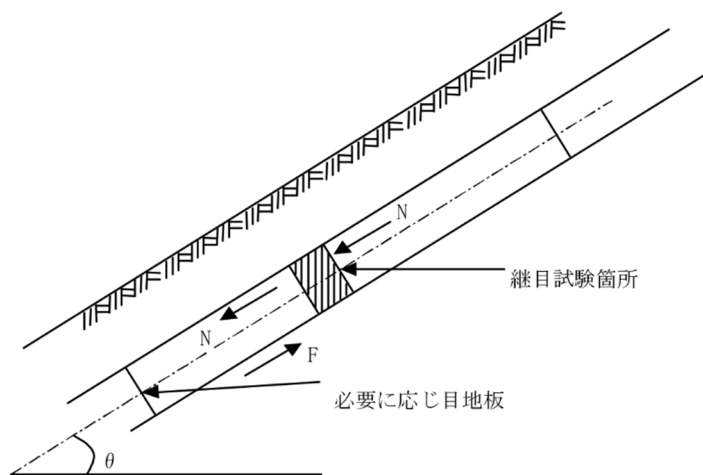


図-2 継目試験箇所及び力

② テストバンドをセットし、テスター内の空気を抜きながら注入し、完全に排気が完了してから水圧をかける。

テストバンドの機構の概略は、図-3に示すとおりである。

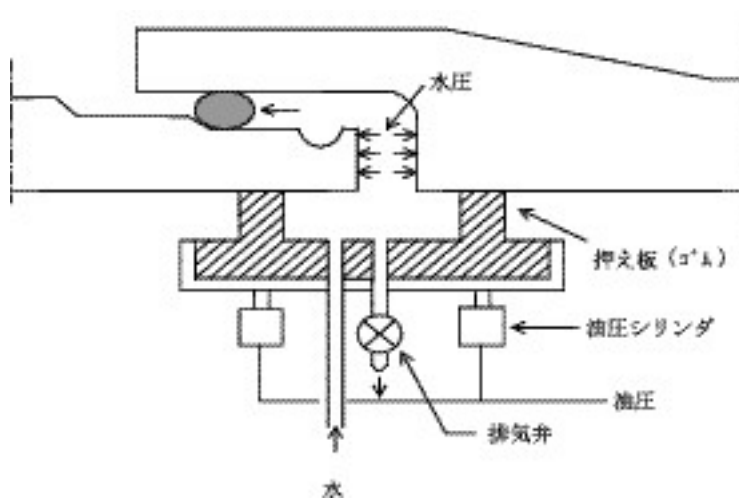


図-3 テストバンドの機構の概略

## 2) 水張り試験

水張り試験は、パイプラインの布設が完了した後、当該区間に水を充水し、漏水箇所の発見と減水量が許容限度内にあるかどうか確認するための試験である。

試験は、管布設、埋戻しが終わってから実施する。

許容減水量は、管種、管径、継手構造、内水圧、付帯施設の状況等によって異なるが、管径 1 cm、延長 1 km 当たりの標準値は、表-1 のとおりとする。

表-1 標準許容減水量 (ℓ/日・cm・km)

表-1 標準許容減水量 (ℓ/日・cm・km)

管 種	許容減水量	備 考
コンクリート管類	100～150	ソケットタイプ
ダクタイル鋳鉄管、硬質塩化ビニル管、強化プラスチック複合管	50～100	ソケットタイプ等
鋼管、硬質塩化ビニル管、ポリエチレン管	25	溶接、接着継手等

水張りに当たっては、次の事項に十分留意しなければならない。

- ①管内への注水前にコンクリート等が十分な強度となっていること、埋戻しに問題がないことを確かめる。
- ②注水前に空気弁や給水栓等を全開して、注水に伴う排気を十分に行う。
- ③注水速度は管内からの排気速度に応じて加減する。急激に注水すると空気圧で思わぬ事故を起こすことがあるので、空気のたまりやすい部分の排気状態に注意しなければならない。
- ④短時間に多量の空気を排出することになるので、空気弁に併設されている排気弁を開く。
- ⑤制水弁は上流側から徐々に開いていく。
- ⑥大口径管については副管を開いて通水する。開度は本管で 1/10 開度、副管で 1/5 開度以内を目安とする。
- ⑦すべての吐出口、又は給水栓等から気泡を含む水が出なくなしてから徐々に計画流量を通水する。
- ⑧通水時に逆止弁、バイパス弁等の機能を点検する。
- ⑨水張り中はパイプラインの異常の有無を点検し、事故の防止に万全を期す。

水張り試験の方法は、以下に示すとおりである。

- ①管の吸水と残留空気を排除するため、水張り後少なくとも一昼夜経過してから水張り試験を行うことが望ましい。
- ②一定の試験水圧を 24 時間維持し、この間の減水量（補給水量）を測定する。
- ③試験水圧は静水圧とすることが望ましいが、やむを得ず静水圧より低い試験水圧を用いる場合は、式-4 により修正する。

$$Q = Q' \sqrt{H / H'} \quad \text{式-4}$$

ここに、

Q : 修正減水量 (ℓ)

Q' : 測定減水量 (ℓ)

H : 静水頭 (m)

(図-4 参照)

H' : 試験水頭 (m)

(図-4 参照)

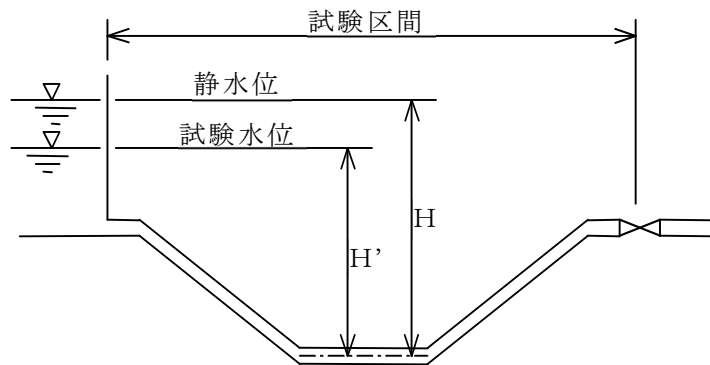


図-4 試験水頭のとり方

### (3) 水圧試験

水圧試験はパイプラインが設計水圧（静水圧＋水撃圧）に安全に耐え得ることを確認するためのものである。漏水試験を静水圧で行った場合には、ある程度の予測がつくので水圧試験を省くことが多い。しかし、特に重要なパイプラインについては水圧試験を行うことが望ましい。

水圧試験の方法は、次のとおりである。

- ① 試験区間を制水弁等で完全に仕切る。
- ② 水圧試験は、試験区間においてパイプラインに手押しポンプ等で設計水圧まで加圧し、パイプラインの異常の有無を点検する。
- ③ 管内の空気は加圧に先立って完全に排除するよう、特に注意しなければならない。

### (4) 漏水箇所の探知と補修

#### 1) 探知

通水試験において減水量が許容減水量以上の場合はもちろんのこと、許容量以下の場合であっても、漏水箇所の有無を探知しなければならない。探知方法としては次の方法がある。

- ① 地表に水がしみ出てくるのを目視により探知する。
- ② 地表に水が出ないような漏水箇所の探知方法として、漏水の疑わしい箇所、管頂付近まで掘削し、水のしみ出しの有無を調べる。
- ③ イヤホーンのついた聴診棒を地中に挿し込み、水の吹き出し音を聞く。
- ④ 漏水探知器による方法。

#### 2) 補修

通水試験の各試験に示す基準の許容限度内であっても、集中的な漏水箇所や異常が認められた箇所には適正な止水対策を講じなければならない。

(5) (別表) パイプライン通水試験 基準規格値

工種	種別	試験(測定)種目	検査基準	
			試験方法	試験基準
パイプライン工事	使用(設計)水圧試験	A 使用(設計)水圧による漏水試験 (使用水圧試験)	使用(設計)水圧を加え1時間保持し漏水量を測定する。	ブロックに分割して行う場合は1ブロック程度について通水試験を行う。
	水撃圧試験	A 水撃圧による漏水試験	使用(設計)水圧1.5倍の水圧を加え0.5時間保持し漏水量を測定する。	
	戻し水圧試験	A 戻し水圧試験 (戻し試験)	使用(設計)水圧に戻し0.5時間保持し漏水量を測定する。	

規格値	摘要																																																								
<p>塩化ビニール系パイプ 延長 1 km 内径 1 cm 当たり 250 / 1 日以内</p> <p style="text-align: center;">塩 び 管</p> <table border="1"> <caption>塩び管の漏水率 (推定値)</caption> <thead> <tr> <th>パイプ延長 (km)</th> <th>φ200 (l/h)</th> <th>φ150 (l/h)</th> <th>φ125 (l/h)</th> <th>φ100 (l/h)</th> <th>φ75 (l/h)</th> <th>φ50 (l/h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0.5</td><td>10</td><td>7.5</td><td>6</td><td>4.5</td><td>3</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>1.0</td><td>20</td><td>15</td><td>12</td><td>9</td><td>6</td><td>3</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>30</td><td>22.5</td><td>18</td><td>13.5</td><td>9</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>2.0</td><td>40</td><td>30</td><td>24</td><td>18</td><td>12</td><td>6</td></tr> <tr><td>2.5</td><td>-</td><td>37.5</td><td>30</td><td>22.5</td><td>15</td><td>7.5</td></tr> <tr><td>3.0</td><td>-</td><td>45</td><td>36</td><td>27</td><td>18</td><td>9</td></tr> </tbody> </table>	パイプ延長 (km)	φ200 (l/h)	φ150 (l/h)	φ125 (l/h)	φ100 (l/h)	φ75 (l/h)	φ50 (l/h)	0.0	0	0	0	0	0	0	0.5	10	7.5	6	4.5	3	1.5	1.0	20	15	12	9	6	3	1.5	30	22.5	18	13.5	9	4.5	2.0	40	30	24	18	12	6	2.5	-	37.5	30	22.5	15	7.5	3.0	-	45	36	27	18	9	
パイプ延長 (km)	φ200 (l/h)	φ150 (l/h)	φ125 (l/h)	φ100 (l/h)	φ75 (l/h)	φ50 (l/h)																																																			
0.0	0	0	0	0	0	0																																																			
0.5	10	7.5	6	4.5	3	1.5																																																			
1.0	20	15	12	9	6	3																																																			
1.5	30	22.5	18	13.5	9	4.5																																																			
2.0	40	30	24	18	12	6																																																			
2.5	-	37.5	30	22.5	15	7.5																																																			
3.0	-	45	36	27	18	9																																																			
<p>前記漏水量の 2 割以内であること。</p> <p>☞時間が 30 分であるので前記</p> <p>漏水量 <math>\times 1.2 \times \frac{1}{2}</math> 以内とする。</p>																																																									
<p>使用 (設計) 水圧試験許容漏水量の 1/2 以内であること。</p>																																																									

## 2 プルーフローリング(Proof rolling)の測定

路床・路盤の支持力やその均一性を管理する有効な手段としてプルーフローリング測定が義務づけられておりますので、その測定について記述します。

### ① 目的

完成した道路において、交通荷重は表層から路盤・路床へと伝達されるが、伝達された荷重によって路盤や路床面が大きな変形、不均一な変形をおこすと舗装も変形を起し、舗装の破壊となる。

プルーフローリングの測定は施工した路床や路盤面においてダンプトラック等を走行させ、輪荷重による表面の沈下量を観測し、有害な変形を起す不良箇所を早期に発見することにある。

これは、施工途中の盛土面における施工管理としても有効に利用できる。

通常、路床や路盤における締固め度や支持力などの品質管理試験は、ごく一部分の代表地点における測定値をもって全体区間を判断しているが、プルーフローリングは全体区間を画一的にチェックすることができ目こぼしのない管理が可能であることから測定の意義は大きい。

### ② 測定方法

施工完了した路床面や路盤(下層路盤)面をダンプトラック、タイヤローラー、マカダムローラー等(複輪荷重路床工5t、路盤工8t程度)をゆっくりと(走行速度2km/h程度)車線ごとに走行させ、輪荷重による路面上の変形(沈下量)の大きい箇所を目視によりチェックし、その位置を野帳等に記入し別様式に整理する。測定の際には少なくとも3回走行させたのちたわみ量を観察する。

測定実施状況は写真を写しておくとの良い。

現在のところプルーフローリングは、数値的に変形量を測定して、合否を判定するというより、変形の不均一な箇所、眼で見て沈下量が特に大きいと感ずる箇所を発見することが重要なことであるとされている。

### ③ 変形の大きな箇所の対策

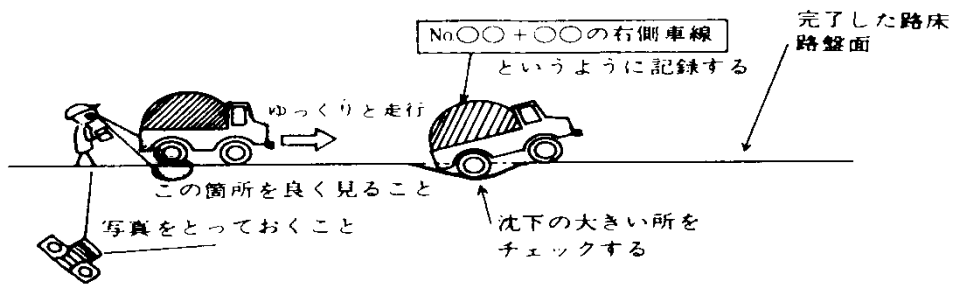
県は舗装の設計をする場合、路床土の強さ(路床土 CBR 又は設計 CBR という)について、100～200m程度に1箇所ずつチェックすることとしているが、その中間において軟弱な土があったり、地下水が高いなどの影響により路床土の弱い所があるため、その箇所を早く発見し、不良であれば路床土を良質土と入れ替えたり、入れ替え厚さを大きくしたりするなどの対策が必要である。

変形(沈下量)の大きい路床において、設計で定められた厚さの下層路盤を試験的に施工し、その箇所で平板載荷試験を行い規定の値(L・A・B・C・D交通に対応する設計は18以上、簡易舗装に対応する設計は12以上)以上であるかどうかをチェックしたり、ベンゲルマンビームにより変形を測定したりして不良箇所について監督員と協議することが必要である。

### ④ 品質管理試験

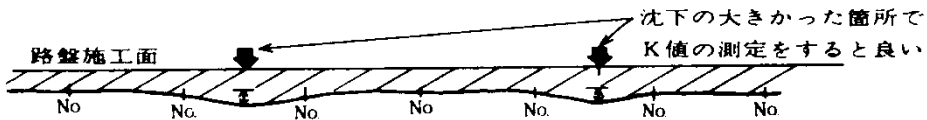
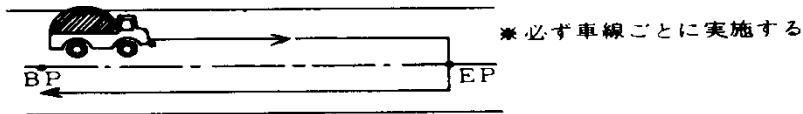
品質管理試験の平板載荷試験は、路床・路盤を含めた地盤としての支示力を求めるものであるから、従来のように測点ごとに試験するよりも、プルーフローリング測定において沈下量の大きかった場所でK値を求め、規定の値以上あるかをチェックした方が良いと思ねれる。





※野帳には、野帳左に測点、車線右・左、沈下の大きさ（目やす）附近の状況等を入れておき、右には監督員との協議内容や対策の実施状況、その結果等を記入すると良い。

年月日				監督員との打合		
No. 〇〇	車線 右・左	沈下の 大きさ	附近の 状況	協議 内容	対策 実施	その結果



# フルフローリング測定結果一覧表

工事名	事務名	請負者
工 期 . . . ~ . . .	監督員 ㊦	現場代理人 ㊦

No.	路床路盤の別	使用機種	車線 右左	沈下の 大きさ	附近の 状 況	監督員と の打合せ	その結果	備 考
(記載例)								
B P	路床	ダンプ	右側	大きい (1 cm程度)	Na.2 附近 20mに沈 下が見ら れる	①転圧不 足か ②路床材 料の不良 か ③路床部 の不良か	「締固め 密度の測 定」を行 った結果 転圧不足 と判明。 再度転圧	C B R 測 定をし、 路床支持 力の確認 を行った
Na.2	〃	〃						
Na.4	〃	〃						
Na.6	〃	〃		小さい (3 mm程度)		検討の事		
Na.8	〃	〃						
Na.10	〃	〃						
Na.12	〃	〃						
				( )は目視 による沈 下量を記 入				

### 3 杭の打ち止め管理（参考）

杭の打ち止め管理は杭の根入れ長さ、リバウンド量（動的支持力）、貫入量、支持層の状態により総合的に判断しなければならない。

一般には試験杭施工時に支持層における1打当たりの貫入量、リバウンド量などから動的支持力算定式を用いて支持力を推定し、打ち止めを決定する。動的支持力の算定式としては、エネルギーのつり合いや波動法から求める方法がある。算定式より求められた支持力は1つの目安であり、この値のみによって打ち止めたり杭長の変更や施工機械の変更を行ってはならない。

わが国の土木・建築分野でよく使用されている杭打ち式を下記に示す。

杭打ち式は、支持力を決定するというよりも、施工の確実性を確かめるという意味の方が強いので、各現場毎に地盤調査を行った地点付近での杭打ち試験を最初実施して、設計条件、特に支持層への根入れ長を満たすために必要な打撃条件を選定し、以後の管理に応用するというように使うのがよい。

表－1 わが国の土木・建築分野でよく使用されている杭打ち式

出典	杭打ちによる許容鉛直支持力推定式 $R_a$ (kN(tf))	備考
建築基準法施行令建設大臣告示式	$R_a = \frac{F}{5S+0.1}$	建築分野でよく使用される
宇都・冬木の式	$R_a = \frac{1}{3} \cdot \left[ \frac{A \cdot E \cdot K}{e_0 \cdot \lambda_1} + \frac{\overline{N} \cdot U \cdot \lambda_2}{e_{f0}} \right]$	土木分野でよく使用される

$R_a$  : 杭の長期許容鉛直支持力 (kN(tf))

$S$  : 杭の貫入量 (m)

$F$  : ハンマーの打撃エネルギー (kN・m)

ドロップハンマの場合……………  $F = W_H H$

ディーゼルハンマ及び油圧ハンマの場合……………  $F = 2 W_H H$

( $W_H$  : ハンマ重量(N)、 $H$  : 落下高さ(m))

$A$  : 杭の純断面積 (m<sup>2</sup>)

$E$  : 杭のヤング係数 (kN/m<sup>2</sup>(tf/m<sup>2</sup>))

$K$  : リバウンド量 (m)

$U$  : 杭の周長 (m)

$N$  : 杭の周面の平均N値

$\lambda_1$  : 動的先端支持力算定上の杭長 (m) (表－3による)

$\lambda_2$  : 地中に打ち込まれた杭の長さ (m)

$e_0$ 、 $e_{f0}$  : 補正係数 (表－2による)

$W_H/W_P$  : ハンマと杭の重量比

$W_P$  : やっとこ使用の場合は、杭とやっとこの重量を加算した値

表－2 補正係数

杭種	施工方法	$e_0$	$e_{f0}$	備考
鋼管杭	打込み杭工法	$1.5W_H/W_P$	0.25(2.5)	
	中掘り最終打撃			
PC・PHC杭	打込み杭工法	$2.0W_H/W_P$	0.25(2.5)	
	中掘り最終打撃	$4.0W_H/W_P$	1.00(10.0)	
鋼管杭 PC・PHC杭	打込み杭工法	$(1.5W_H/W_P)^{1/3}$	0.25(2.5)	油圧ハンマに適用

表－3 杭長の補正值

$e_0$ の値	$\lambda_1$ の値
$e_0 \geq 1$	$\lambda_m$
$1 > e_0 \geq \lambda_m/\lambda$	$\lambda_m/e_0$
$e_0 \geq \lambda_m/\lambda$	$\lambda$

$\lambda$  : 杭の先端からハンマ打撃位置までの長さ (m)

$\lambda_m$  : 杭の先端からリバウンド測定位置までの長さ (m)

参 考 文 献

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編
- 2) (社)地盤工学会：くい基礎の調査・設計から施工まで

#### 4 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100m<sup>3</sup>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100～150m<sup>3</sup>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 m<sup>2</sup>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 <sup>3</sup> )
管理値	配合設計±15kg/m <sup>3</sup>
指示値	配合設計±20kg/m <sup>3</sup>

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/m<sup>3</sup>、40mmの場合は165kg/m<sup>3</sup>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。

