

ダムコンクリート標準示方書

解 説

ダ  
ム

## ダムコンクリート標準示方書解説

## 目 次

1 章 適用の範囲および定義	359
1 条 適用の範囲	359
2 条 定 義	359
2 章 コンクリートの品質	363
3 条 総 則	363
4 条 強 度	363
5 条 単 位 重 量	364
3 章 材 料	365
6 条 総 則	365
1 節 セメント	365
7 条 セメント	365
2 節 水	366
8 条 水	366
3 節 細 骨 材	366
9 条 総 則	366
10 条 粒 度	366
11 条 粒度変化の許容範囲	367
12 条 有害物含有量の限度	368
13 条 耐 久 性	369
4 節 粗 骨 材	370
14 条 総 則	370
15 条 比 重	370
16 条 最大寸法と粒度	370
17 条 有害物含有量の限度	371
18 条 耐 久 性	372
19 条 すりへり減量の限度	372
5 節 混和材料	373
20 条 総 則	373
21 条 混 和 材	373
22 条 混 和 剤	374
6 節 材料の貯蔵	374
23 条 セメントの貯蔵	374

24 条	骨材の貯蔵	375
25 条	混和材料の貯蔵	376
<b>4 章</b>	<b>配 合</b>	<b>378</b>
26 条	総 則	378
27 条	配合強度	378
28 条	単位水量	379
29 条	A Eコンクリートの空気量	379
30 条	単位セメント量	380
31 条	コンシステンシー	384
32 条	細骨材率	384
33 条	配合の表わし方	384
<b>5 章</b>	<b>材料の計量</b>	<b>386</b>
34 条	材料の計量	386
<b>6 章</b>	<b>練りませ</b>	<b>389</b>
35 条	総 則	389
36 条	ミ キ サ	389
37 条	練りませ	390
<b>7 章</b>	<b>コンクリート打ち</b>	<b>392</b>
<b>1 節</b>	<b>準備作業</b>	<b>392</b>
38 条	運搬装置の清掃	392
39 条	打込み箇所準備	392
<b>2 節</b>	<b>コンクリートの運搬および打込み</b>	<b>392</b>
40 条	総 則	392
41 条	コンクリートの運搬	394
42 条	コンクリートの打込み開始	394
43 条	コンクリートの打込み	395
44 条	1 リフトの高さおよび打上がりの速度	396
<b>3 節</b>	<b>締 固 め</b>	<b>397</b>
45 条	総 則	397
46 条	振動締固め	398
<b>8 章</b>	<b>継 目</b>	<b>400</b>
47 条	総 則	400
48 条	水平打継目	400
49 条	収縮継目	402
<b>9 章</b>	<b>養 生</b>	<b>403</b>
50 条	養 生	403
<b>10 章</b>	<b>型 わ く</b>	<b>404</b>

51 条	総 則	404
52 条	せ き 板	404
53 条	支 保 工	405
54 条	組 立 て	407
55 条	塗 布	407
56 条	型わくの取りはずしおよび移動	408
57 条	型わく取りはずし後の処理	408
<b>11 章</b>	<b>表面仕上げ</b>	<b>410</b>
58 条	表面仕上げ	410
<b>12 章</b>	<b>寒中コンクリート</b>	<b>412</b>
59 条	総 則	412
60 条	材 料	412
61 条	練りませおよびコンクリート打ち	412
62 条	養 生	413
63 条	型わくの取りはずし および おおいの除去	414
64 条	凍害を受けたコンクリート	414
<b>13 章</b>	<b>暑中コンクリート</b>	<b>415</b>
65 条	総 則	415
66 条	材 料	415
67 条	コンクリート打ち	415
<b>14 章</b>	<b>コンクリートの冷却</b>	<b>417</b>
68 条	総 則	417
69 条	パイプクーリング	417
70 条	プレクーリング	420
<b>15 章</b>	<b>継目グラウチング</b>	<b>422</b>
71 条	総 則	422
72 条	グラウチング	422
<b>16 章</b>	<b>プラグのコンクリート</b>	<b>425</b>
73 条	総 則	425
74 条	コンクリートの打込み	425
75 条	グラウチング	426
<b>17 章</b>	<b>品質管理</b>	<b>427</b>
76 条	総 則	427
77 条	材料の管理	427
78 条	機器の管理	428
79 条	コンクリート試験による管理	429
80 条	圧縮強度によるコンクリートの品質検査	431

81 条 報 告	433
18 章 工事記録	434
82 条 工事記録	434

## 1 章 適用の範囲および定義

### 1 条 適用の範囲

この示方書はダムコンクリートの施工についての一般の標準を示すものである。

【解 説】 この示方書は、ダムのマッシブなコンクリートの施工についての一般の標準を示したものである。そこでダムの形式、規模、重要性、応力状態等によっては、さらに厳重な規定を必要とする場合もあるし、逆にもっと緩和してよい場合もあるので、個々のダムの工事については、それぞれの工事仕様書を作らなければならない。その場合には、この示方書の趣旨を十分理解したうえで各条項の軽重を判断し、所要の品質のコンクリートが最も経済的に得られるようにしなければならない。

なお、この示方書は、現場にプラントを設けてコンクリートを製造する場合の施工を対象としているので、コンクリート量の少ない小規模ダムでレデーミクストコンクリートを用いる場合には、原則として JIS A 5308「レデーミクストコンクリート」によらなければならない。

### 2 条 定 義

この示方書の用語を次のように定義する。

ダ ム——貯水、取水、水位上昇または土砂止め等の目的で河川、谷等を締切るコンクリート工作物を、この示方書ではダムという。

責任技術者——工事に責任をもつ技術者をいう。

セ メ ン ト——JIS R 5210「ポルトランドセメント」、JIS R 5211「高炉セメント」、JIS R 5212「シリカセメント」および JIS R 5213「フライアッシュセメント」をいう。

骨 材——モルタルまたはコンクリートを造るために、セメントおよび水と練りまぜる砂、砂利、砕砂、砕石、その他これに類似の材料をいう。

ふ る い——「土木学会および日本建築学会コンクリート用ふるい規格」に規定する網ふるいをいう。

細 骨 材——10 mm ふるいを全部通り、5 mm ふるいを重量で 85% 以上通過する骨材をいう。

粗 骨 材——5 mm ふるいに重量で 85% 以上とどまる骨材をいう。

混 和 材 料——セメント、水、骨材以外の材料で、練りませの際に必要な応じてコンクリートの成分として加える材料をいう。

混 和 材——混和材料のうち、使用量が比較的多くて、それ自体の容積がコンクリートの配合の計算に関係するものをいう。

**混和剤**—混和材料のうち、使用量が比較的少なく、それ自体の容積がコンクリートの配合の計算において無視されるものをいう。

**ポゾラン**—混和材の一種で、それ自体に水硬性はないが、コンクリート中の水に溶けている水酸化カルシウムと常温で徐々に化合して、不溶性の化合物を作るようなシリカ質物質を含んだ微粉状態の材料をいう。

**A E 剤**—混和剤の一種で微小な独立した空気のあわをコンクリート中に一様に分布させるために用いる材料をいう。

**減水剤**—混和剤の一種で、セメント粒子を分散させることによって、コンクリートの所要のワーカビリティを得るために必要な単位水量を減らすことを主目的とした材料をいう。

**遅延剤**—混和剤の一種で、セメントの凝結時間を遅くするために用いる材料をいう。

**エントレインドエア**—AE 剤、減水剤等によってコンクリート中にできた空気のあわをいう。

**エントラップトエア**—混和剤を用いなくても、コンクリート中に自然に含まれる空気をいう。

**骨材の粒度**—骨材の大小粒が混合している程度をいう。

**骨材の粗粒率**—80, 40, 20, 10, 5, 2.5, 1.2, 0.6, 0.3, 0.15 mm ふるいの1組を用いて、ふるい分け試験を行なった場合、各ふるいを通らない全部の試料の重量百分率の和を100で割った値をいう。

**粗骨材の最大寸法**—重量で少なくとも90%が通るふるいのうち、最小寸法のふるいの呼び寸法で示される粗骨材の寸法をいう。

**骨材の表面水**—骨材粒の表面についている水をいい、骨材に含まれる水から骨材粒の内部に吸収されている水を差引いた水をいう。

**骨材の表面乾燥飽水状態**—骨材の表面水がなく、骨材粒の内部の空げきが水で満たされている状態をいう。

**骨材の絶対乾燥状態**—骨材粒の内部の空げきに含まれている水がすべて取去られた状態をいう。

**骨材の表乾比重**—表面乾燥飽水状態の骨材粒の比重をいう。

**コンクリート**—セメント、水、細骨材、粗骨材および必要に応じて混和材料を練りませ、その他の方法によって一体化したものをいう。

**モルタル**—コンクリートのうち粗骨材を欠くものをいう。

**セメントペースト**—モルタルのうち細骨材を欠くものをいう。

**A E コンクリート**—エントレインドエアを含んでいるコンクリートをいう。

**水セメント比**—練りたてのコンクリートまたはモルタルにおいて、骨材が表面乾燥飽水状態であるとしたときのセメントペースト部分における水とセメントとの重量比をいう。記号： $W/C$

**配合**—コンクリートまたはモルタルにおいて、これらを造るとき各材料の割合または使用量をいう。

**示方配合**—示方書または責任技術者によって指示される配合で、骨材は表面乾燥飽水状態であり、細骨材は5mmふるいを通るもの、粗骨材は5mmふるいにとどまるもの、を用いた場合の配合をいう。

**現場配合**—示方配合のコンクリートとなるように、現場における材料の状態および計量方法に応じて定めた配合をいう。

**配合強度**—コンクリートの配合を定める場合に目標とする材令91日における圧縮強度をいう。記号： $\sigma_r$

**設計基準強度**—コンクリートダムの設計において基準とした材令91日における圧縮強度をいう。記号： $\sigma_{ck}$

**単位量**—コンクリート1m<sup>3</sup>を造るときに用いる材料の量をいう。

**細骨材率**—骨材のうち、5mmふるいを通る部分を細骨材、5mmふるいにとどまる部分を粗骨材として算出した、細骨材量と骨材全量との絶対容積比を百分率で表わしたものをいう。記号： $S/a$

**ブリージング**—まだ固まらないコンクリートまたはモルタルにおいて、水が上昇する現象をいう。

**レイタンス**—ブリージングに伴い、コンクリートまたはモルタルの表面に浮び出て沈殿した物質をいう。

**コンシステンシー**—主として水量の多少による軟かさの程度で示される、まだ固まらないコンクリートの性質をいう。

**ワーカビリティ**—コンシステンシーによる打込みやすさの程度および材料の分離に抵抗する程度を示す、まだ固まらないコンクリートの性質をいう。

**プラスチック**—容易に型に詰めることができ、型を取去るとゆっくり形を変えらるが、くずれたり、材料が分離したりすることのないような、まだ固まらないコンクリートの性質をいう。

**バッチミキサ**—1練りずつ、コンクリート材料を練りませるミキサをいう。

**練直し**—コンクリートまたはモルタルがまだ固まり始めないが、練りませ後、相当な時間がたった場合、材料が分離した場合等に再び練りませる作業をいう。

**練返し**—コンクリートまたはモルタルが固まり始めた場合、再び練りませる作業をいう。

**レデーミクストコンクリート**—整備されたコンクリート製造設備をもつ工場から、随時に購入することができる、まだ固まらないコンクリートをいう。

**水密コンクリート**—特に水密性の大きいコンクリートをいう。

**プレバッキングコンクリート**—所要の品質のコンクリートが得られるように、まず特定の粒度をもつ粗骨材を詰め、その空げきに特殊なモルタルを注入して得られ

たものをいう。

収縮継目——コンクリートの収縮によってひびわれの発生を防ぐために設ける継目をいう。

横収縮継目——ダム軸に直角に設ける収縮継目をいう。

縦収縮継目——ダム軸に平行に設ける収縮継目をいう。

ブレーキリング——コンクリートの練上がり温度を低くするために、コンクリートの材料を冷やすことをいう。

パイプクーリング——コンクリートに埋込んだパイプに冷水を通して、コンクリートを冷やすことをいう。

グラウト——セメント、水、ときとしては混和材料、砂等をまぜてできた流動性に富むもので、ダムの継目グラウチングに用いるものをいう。

グラウチング——グラウトを注入する作業をいう。

【解説】 無筋および鉄筋コンクリート標準示方書（以下無筋・鉄筋という）2条解説参照。

## 2章 コンクリートの品質

### 3条 総 則

コンクリートは耐久性および水密性が大きく、所要の強度および単位重量をもち、品質のばらつきの少ないものでなければならない。

【解説】 ダムに用いるコンクリートは耐久性および水密性が大きく、所要の強度および単位重量をもち、品質のばらつきの少ない、また、ひびわれ発生のおそれの少ないものであることが必要である。一般にダムの外部に用いられるコンクリートは、特に耐久性および水密性を大きくする必要がある。

したがって、これらの性質をもつコンクリートを造るためには、適当な材料を用い、その材料の取扱いを適切にし、十分に練りませ、所要の養生を行ない、適当な継目を設けなければならない。

また、コンクリートの水和熱による温度上昇およびコンクリート内の温度勾配によるひびわれ発生のおそれのある場合には、材料の冷却あるいはコンクリートの冷却を考慮する必要がある。

なお、重力ダムでは、コンクリートの単位重量が大きな要素の一つであるから、常に設計に用いられた単位重量に適合するコンクリートを造ることが必要である。

### 4条 強 度

コンクリートの強度は材令91日における圧縮強度および引張強度を基準とする。

圧縮強度試験は、JIS A 1132 および JIS A 1108 に、引張強度試験は JIS A 1132 および JIS A 1113 によるものとする。

【解説】 ダムのコンクリートに必要な強度としては、圧縮強度のほか引張強度、せん断強度等がある。ダムの設計においては一般に圧縮強度を基準とするが、アーチダムの場合などのように、立体的応力状態を考慮して圧縮強度と引張強度とを基準とする場合もあり、また、圧縮強度と引張強度が判明すれば、せん断強度を推定することもできるので試験方法も簡単な圧縮強度と引張強度とを基準としたものである。

標準養生を行なった材令91日の強度を基準としたのは、ダムのコンクリートは打込み後、相当長い期間を経過した後に設計荷重を受けるのが普通であり、また、水和熱発生が少ないセメントを用いたり、フライアッシュを用いたりするため、早期の強度をもってコンクリートの強度を判定するのは、実用上適当でないのをこのように定めたのである。

また、ダムのように長年にわたって十分な安定を保たねばならない構造物においては、基準材令時において所要強度を満足するだけでなく、その強度が相当長期にわたって漸

増するようなコンクリートであることが必要である。この点から、材令1年の強度は、材令91日強度の10%程度は増加するように、材料あるいは配合を選定するのが望ましい。

#### 5条 単位重量

- (1) コンクリートの単位重量は、 $2.30 \text{ t/m}^3$  程度以上を標準とする。
- (2) コンクリートの単位重量は、実際に用いる材料および配合のコンクリートで試験をして定めなければならない。その方法は責任技術者の指示によるものとする。

【解説】(1)、(2) について 重力ダムおよび中空重力ダムでは、コンクリートの単位重量は設計上重要な要素であるから、常に設計に用いられた単位重量に適合するようにコンクリートを造らなければならない。

重力ダムでは単位重量の大きなコンクリートを造ることが一般に有利である。従来のが国の実例では、普通の骨材を用いた場合のコンクリートの単位重量は、ほとんど  $2.30 \text{ t/m}^3$  を越えているから、この程度以上の単位重量をもつことを標準としたのである。

コンクリートの単位重量は、骨材の比重および粒度、粗骨材の最大寸法、空気量、配合等によって異なるものであるから、実際に用いるコンクリートで試験して定めなければならない。

## 3章 材 料

### 6条 総 則

材料はこれを用いる前に、試験をしなければならない。

【解説】ダムは、コンクリートの体積が大きく、その強度および安定が生命、財産に及ぼす影響も非常に大きく、極めて重要な構造物であるから、ダムに用いる材料は必ず試験をして使用の適否を定めることが重要なのである。また、材料の使用量が非常に多いので、あらかじめ十分に調査を行なって、所要の品質の材料が工事中支障なく供給されることを確かめておくことも大切である。

### 1節 セメント

#### 7条 セメント

(1) 普通ポルトランドセメント、中熱ポルトランドセメント、高炉セメントおよびフライアッシュセメントは、それぞれ JIS R 5210「ポルトランドセメント」、JIS R 5211「高炉セメント」および JIS R 5213「フライアッシュセメント」に適合したもので、品質のばらつきの少ないものでなければならない。

(2) この条(1)以外のセメントは、試験をしてその適否を定めなければならない。

【解説】無筋・鉄筋 74条 解説 参照。

(1) について ダムのコンクリートに用いるセメントは、その量が非常に多く、その品質がコンクリートの強度、硬化熱、収縮等に及ぼす影響が極めて大きいから、ダムコンクリートに用いるセメントの選択にあたっては、十分に調査し、試験をして、規格に適合したセメントを用いなければならない。特に水和熱の高いセメントを用いると、コンクリートの温度上昇が大きくなり、その後の温度低下による体積変化のためにひびわれができるおそれが多いので、水和熱発生が少ないセメントを用いる必要がある。また、ダムコンクリートは、その強度が相当長期にわたって増進するようのものであることが必要であり、そのためには、用いるセメント自体の強度が、長期材令にわたって漸増する品質のものでなければならないのであって、材令1年の強度が材令91日の強度を下回るようなセメントでないことが必要である。

ダム全体として品質のばらつきの少ないコンクリートを造るためには、工事中に供給されるセメントの品質が、できるだけばらつきの少ないものでなければならない。

中熱ポルトランドセメントおよびフライアッシュセメントは、ダムのコンクリートに

適したセメントであるが、普通ポルトランドセメントに比べて、その生産が限られているので、その供給、調達などに関しても十分に調査することが必要である。

(2) について (1) 以外のセメントには、JIS に規定されているものにシリカセメントがあり、また、グラウチング用に特に造られたセメントなどがある。これらのセメントは、その品質を十分調査、試験したうえで、ダムコンクリートやグラウトなどに用いて所要の品質が得られるときは、これを用いてよいのである。

## 2 節 水

### 8 条 水

水は清澄で油、酸、塩類、有機不純物等、コンクリートの品質に影響を及ぼす物質の有害量を含んでいてはならない。

【解説】 無筋・鉄筋 75 条 解説 参照。

## 3 節 細骨材

### 9 条 総 則

細骨材は清浄、強硬、耐久的で、適当な粒度をもち、ごみ、どろ、有機不純物等の有害量を含んでいてはならない。

【解説】 細骨材の使用の適否は、一般に試験を行なってこれを判定する。細骨材の粒度については 10 条 に、ごみ、どろ等の有害物含有量の限度および有機物については 12 条 に、また、耐久性については 13 条 に規定してある。

強硬の程度については、まだ適当な試験方法がないので、その細骨材を用いたモルタルまたはコンクリートの強度、耐久性をもととして責任技術者が判断しなければならない。

砕砂も、一般に、この節の各条に適合しなければならないことは当然である。このほか、岩質あるいは破砕機の種類によってうすっぺらなもの、あるいは細長いものができる場合があるから、破砕機の選定に特に注意する必要がある。形の悪い細骨材を用いると特にコンクリートのワーカビリティを害し、その結果、細骨材率の大きい配合を必要とし、セメント、水の単位量が増加するのである。

### 10 条 粒 度

細骨材は大小粒が適度に混合しているもので、その粒度は表 1 の範囲を標準とする。

ふるい分け試験は JIS A 1102 によるものとする。

表 1 細骨材の粒度の標準

ふるいの呼び寸法 (mm)	粒径別百分率	ふるいの呼び寸法 (mm)	粒径別百分率
10 ~5	0~8	0.6~0.3	15~30
5 ~2.5	5~20	0.3~0.15	12~20
2.5~1.2	10~25	0.15 以下	3~10
1.2~0.6	10~30		

【解説】 表 1 の範囲の粒度の細骨材を用いれば、単位セメント量が比較的少なくて、ワーカビリティ、強度、耐久性、水密性等所要の品質をもつコンクリートを造り得ることが実験上および経験上示されている。しかし、実際現場付近でこのような細骨材が得られない場合も少なくない。このような場合、表 1 の範囲外の粒度の細骨材を用いても、単位セメント量を増すとか、細骨材率を変えるとか等の対策によって十分満足な結果が得られた場合が多い。他から細粗粒が適当に混合しているものを求めて用いるかどうかは、主として経済上から判断すべき事柄である。

表 1 の粒度は、計量プラントにおける粒度を示すものとする。

ダムコンクリートは一般に貧配合であって、普通の配合のコンクリートに比べて比較的細粒に富んだ細骨材を用いるのがよいのである。特に、0.15 mm ふるい通過量の微細粒は、ある程度までその量を増加させることによってコンクリートのブリージングを減少させ、ワーカビリティをよくすることが明らかにされている。特に砕石を使用する場合には、相当量の細粒をもつことは重要なことで、所要の品質のコンクリートを造るためにも、また、経済上からも有利なことである。非常に貧配合の場合に、0.15 mm 以下の細骨材の微粒を 10 数 % 用いた例もあるのである。

また、AE コンクリートにおいては、細骨材の粒度によって空気量に変化するものである。特に粒径が 0.6~0.3 mm の細骨材は空気の発生に役立つものである。

### 11 条 粒度変化の許容範囲

細骨材の粗粒率が、コンクリートの配合を定めるときに用いた細骨材の粗粒率に比べて、0.20 以上の変化を示したときは、配合を変えなければならない。

【解説】 細骨材の粒度がコンクリートの配合を決めるときに用いた細骨材の粒度と異なると、所定の配合のコンクリートのワーカビリティに大きい影響を及ぼして、工事に支障をきたすことがある。特に AE コンクリートの空気量は、細骨材の粒度の変化によって著しく影響される。たとえば、0.6~0.3 mm の大きさの粒の量が多くなると空気量は多くなる。したがって、示方された範囲内の空気量のコンクリートを造るためには、粒径別の細骨材の量が、示方された範囲のものとなるよう細骨材の粒度を調整する必要がある。

細骨材の粒度の管理のためには、粗粒率を用いるのが実際上便利であるので、一般に粗



粒率を用いられている。この条は、細骨材の粒度を管理するための粗粒率の変化に対する許容範囲を定めたのである。細骨材の粗粒率がコンクリートの配合を定めるときに仮定した粗粒率に比べて 0.20 以上変化している場合には、その細骨材の粒度を調整するか、あるいは所要の性質のコンクリートが得られるようにコンクリートの配合を変えなければならないのである。

粗粒率が同一であっても、同じ粗粒率を示す粒度は無数にあるものであるから、粗粒率だけについて調整したのでは十分な安心が得られない場合もある。それで粗粒率の変化が、この条に示す許容範囲内にあっても粒径別の細骨材の量が、示方された範囲を越える場合には、その細骨材の粒度を調整するか、あるいはコンクリートの配合を変えるか等の適当な手段をとらなければならないのである。

大工事においては、粗粒率の変化を検査するために、1時間ごとに試料を連続して採取することが望ましい。

## 12 条 有害物含有量の限度

(1) 有害物含有量の限度は表 2 の値とする。

表 2 の限度をこえる場合および表 2 に示していない種類の有害物については、責任技術者の指示を受けなければならない。

表 2 有害物含有量の限度 (重量百分率)

種 類	最大値
粘土塊 洗い試験で失われるもの	1.0
コンクリートの表面がすりへり作用を受ける場合	3.0*
その他の場合	5.0*
石炭、亜炭等で比重 1.95 の液体に浮くもの	0.5

\* 砕砂の場合で洗い試験で失われるものが砕石粉であり、粘土、シルト等を含まないときは、最大値をおのおの 5% および 7% にしてよい。

粘土塊の試験は、土木学会規準「骨材中に含まれる粘土塊量の試験方法」に、洗い試験は JIS A 1103 に、石炭、亜炭等で比重 1.95 の液体に浮くものの試験は土木学会規準「骨材中の比重 1.95 の液体に浮く粒子の試験方法」によるものとする。

## (2) 有機不純物

(a) 天然砂に含まれる有機不純物は JIS A 1105 によって試験するものとする。この場合、砂の上部における溶液の色合いは、標準色よりも薄くなければならない。

(b) 砂の上部における溶液の色合いが標準色より濃い場合でも、その砂で造ったモルタル供試体の圧縮強度が、その砂を水酸化ナトリウムの 3% 溶液で洗い、さらに水で十分に洗って用いたモルタル供試体の圧縮強度の 95% 以上であ

れば、その砂を責任技術者の承認を得て用いてよい。

試験時のモルタル供試体の材令は、普通ポルトランドセメントおよび中熱ポルトランドセメントの場合は 7 日および 28 日、早強ポルトランドセメントの場合は 3 日および 7 日とする。モルタルの圧縮強度試験は土木学会規準「モルタルの圧縮強度試験による砂の試験方法」によるものとする。

【解説】無筋・鉄筋 78 条 解説 参照。

(1) について ダムの表面で水位の変動する範囲のコンクリートや薄いアーチダムのコンクリートでは、有害物の含有量の限度を表 2 の値あるいはそれ以下とするのがよい。絶えず水中にあるコンクリート、大断面の内部コンクリート、水位が変動する範囲より上部の表面のコンクリート等に対しては有害物含有量の限度を表 2 の値より大きくしてもよい場合がある。この場合、その細骨材を用いたモルタルやコンクリートについて試験を行なって、不純物が有害な影響を与えないことを確かめておかなければならない。

雲母、風化している粒子、悪い形状の粒子、軟かい粒子等の有害物の限度は、責任技術者の指示によって定め、その細骨材およびコンクリートの試験を行なって、その使用の適否、対策などを決めなければならない。

(2) について この標準試験方法によれば、天然砂に含まれている有機不純物の大体的程度を知ることができる。試験溶液の色合いが標準色よりも濃いときは、その砂を用いないのが一般に安全である。この標準試験方法は、有害な有機物含有程度のごく大体を示すだけで、この試験に不合格な砂は、コンクリートまたはモルタルに用いてはならないと断定できるほど決定的な結果を与えるものではなく、この試験に不合格な砂の使用については、強度、その他の試験を行なう必要のあることを示すだけである。よって砂の上部における溶液の色合いが標準色より濃い場合でも、(b) に示したモルタルの強度試験に合格すればその砂を責任技術者の承認を得て用いてよい。

砂を水酸化ナトリウム溶液で洗うには、容器に入れた砂がかくれる程度に水酸化ナトリウム溶液を加え、十分かくはんした後、そのまま約 1 時間放置しておけばよい。なお、洗い水を流すときに、目の細かい布、その他を用い、砂の微粒分が失われないよう注意しなければならない。

## 13 条 耐久性

(1) 細骨材の耐久性は JIS A 1122 によって試験するものとする。

(2) 硫酸ナトリウムによる安定性試験を行なった場合、操作を 5 回繰返したときの細骨材の損失重量の限度は、一般に 10% とする。

(3) 損失重量が (2) に示した限度を越えた細骨材は、これを用いた同程度のコンクリートが、予期される気象作用に対して十分な耐久性を示した実例がある場合には、責任技術者の承認を得てこれを用いてよい。

(4) 損失重量が(2)に示した限度を越えた細骨材は、これを用いた事例がない場合でも、これを用いて造ったコンクリートの凍結融解試験結果から責任技術者が満足なものであると認めた場合には、これを用いてよい。

【解説】無筋・鉄筋 79 条 解説 参照。

安定性試験の結果は、骨材の強硬の程度をある程度示すものであるから、原石山、骨材採取地点などの選定の際、各骨材試料を比較するのに役立つことがある。このように、安定性試験の結果は骨材の耐久性を判断する絶対的な資料というよりも、相対的な目安であると考えべきである。

したがって、損失重量が 10% を越えた細骨材であっても、その細骨材を用いた過去の経験や事例、コンクリートの凍結融解試験結果などが満足な場合には、これらの結果をも参考にして、使用の適否を判断することにしたのである。

#### 4 節 粗 骨 材

##### 14 条 総 則

粗骨材は清浄、強硬、耐久で、適当な粒度をもち、薄い石片、細長い石片、ごみ、どろ、有機不純物等の有害量を含んでいてはならない。

【解説】無筋・鉄筋 81 条 解説 参照。

##### 15 条 比 重

粗骨材の比重は 2.60 程度以上を標準とする。  
比重の測定方法は、JIS A 1110 によるものとする。

【解説】粗骨材の比重は、大体において粗骨材の強さと耐久性とを表わす目安ともなるものであり、一般に重力ダムでは粗骨材の比重が大きいものほど有利である場合が多いから、なるべく比重の大きいものがよい。従来のが国の事例では 2.60 程度以上の粗骨材を用いれば所要の品質のコンクリートが得られるので、この値を標準としたのである。この標準値を満足することが困難な場合、たとえば比重が 2.5 以下あるいは吸水量が 3% 以上の粗骨材は、この骨材を用いたコンクリートの試験を十分に行ない、その結果から、責任技術者が使用の適否を判断しなければならない。

##### 16 条 最大寸法と粒度

- (1) 粗骨材の最大寸法は 150 mm 程度以下を標準とする。
- (2) 粗骨材は大小粒が適度に混合しているもので、その粒度は表 3 の範囲を

標準とする。

ふるい分け試験は JIS A 1102 によるものとする。

表 3 粗骨材の粒度の標準

粗骨材の最大寸法 (mm)	粒 径 別 百 分 率						
	ふるいの呼び寸法 (mm)	150~80	120~80	80~40	40~20	20~10	10~5
150		35~20		32~20	30~20	20~12	15~8
120			25~10	35~20	35~20	25~15	15~10
80				40~20	40~20	25~15	15~10
40					55~40	35~30	25~15

【解説】(1)、(2) について 表 3 はダムのコンクリートに用いる粗骨材に対して適当な細、粗粒の混合程度の標準を示したものである。

骨材のふるい分け装置や破碎装置を設備する場合には、表 3 の範囲に粗骨材の粒度を調整することは、ワーカビリティのよいコンクリートをつくるのに有効である。しかしながら、天然砂利をそのまま用いる場合、表 3 の粒度の範囲にこだわることなく、天然に産するままの粒度のもの、あるいはこれに近い粒度のものを用いるのが経済的である場合がある。特定の粒径のものが極端に多い場合には、ワーカビリティの悪いコンクリートを造るよりも、その分を除く方が得策であることがある。

コンクリートを造る場合、粗骨材の最大寸法が大きいほど一般に単位セメント量を少なくすることができ、したがって、発熱量を少なくすることもできるのであるが、粗骨材の最大寸法は、ダムの厚さ、施工設備、作業管理の程度等によって異なるものである。従来わが国のダムの例では、一般に粗骨材の最大寸法は 150 mm を限度としているので、表 3 では粗骨材の最大寸法を 150 mm としたのである。しかし、最近の例によると、コンクリートの施工設備がよく、しかも管理のよいダムでは粗骨材の最大寸法を 180 mm とした例もある。一方、レデーミクスト コンクリートを使用する規模の小さいダムなどの場合には、一般に粗骨材の最大寸法を 40 mm にとどめる場合もある。

##### 17 条 有害物含有量の限度

有害物含有量の限度は表 4 の値とする。

表 4 有害物含有量の限度 (重量百分率)

種 類	最大値
粘土塊	0.25
軟かい石片	5.0
洗い試験で失われるもの	1.0*
石炭、亜炭等で比重 1.95 の液体に浮くもの	1.0

\* 碎石の場合で、洗い試験で失われるものが砕石粉であるときは、最大値を 1.5% にしてよい。

表 4 の限度をこえる場合および表 4 に示していない種類の有害物については、責任技術者の指示を受けなければならない。

粘土塊試験は土木学会規準「骨材中に含まれる粘土塊量の試験方法」に、洗い試験は JIS A 1103 に、軟かい石片の試験は JIS A 1126 に、石炭、亜炭等で比重 1.95 の液体に浮くものの試験は、土木学会規準「骨材中の比重 1.95 の液体に浮く粒子の試験方法」によるものとする。

【解 説】 12 条 解説 参照。

### 18 条 耐久性

(1) 粗骨材の耐久性は JIS A 1122 によって試験をするものとする。

(2) 硫酸ナトリウムによる安定性試験を行なった場合、操作を 5 回繰返したときの粗骨材の損失重量の限度は、一般に 12% とする。

(3) 損失重量が (2) に示した限度を越えた粗骨材は、これを用いた同程度のコンクリートが、予期される気象作用に対して十分な耐久性を示した実例がある場合には、責任技術者の承認を得てこれを用いてよい。

(4) 損失重量が (2) に示した限度を越えた粗骨材は、これを用いた実例がない場合でも、これを用いて造ったコンクリートの凍結融解試験結果から責任技術者が満足なものであると認めた場合には、これを用いてよい。

【解 説】 13 条 解説 参照。

### 19 条 すりへり減量の限度

ロサンゼルス試験機による粗骨材のすりへり減量の限度は、一般に 40% とする。

ロサンゼルス試験機によるすりへり試験は JIS A 1121 によるものとする。

【解 説】 ロサンゼルス試験機によるすりへり試験の結果は、粗骨材の硬さとねばり強さを示すものである。すりへり試験の結果が、この条に示すすりへり減量の限度以下の粗骨材を用いると、コンクリートのすりへりに対する抵抗が大きく、また、骨材の取扱い中における破損なども少ないので、このように定めたのである。

すりへり試験の結果には、試料の粒度、粒形などによって数%の変動がありがちである。したがって、粗骨材の強硬の程度を判定するには、安定性試験、コンクリートの強度試験などの結果をも総合して行なうのがよい。このようにすればすりへり試験の結果は、原石山、骨材採取地点などの選定の際、各骨材試料を比較するのに役立つ資料となり得るのである。

## 5 節 混和材料

### 20 条 総 則

混和材料の選定および使用方法については、責任技術者の指示を受けなければならない。

【解 説】 ダムコンクリートに用いられる混和材料は、一般に、混和材としてはフライアッシュ、混和剤としては AE 剤または減水剤などである。フライアッシュは、品質のすぐれたものを用いれば、コンクリートのワーカビリティの改善、単位水量の減少、長期材令における強度の増加等の効果が得られるほか、コンクリートの硬化熱による温度上昇が小さくなるので熱応力によるひびわれ発生の防止上からも有利になるものである。

また、良質の AE 剤または減水剤は、これを適切に用いることによって、コンクリートの単位水量を減らすことができ、ワーカビリティが改善され、凍結融解に対する耐久性が向上するなど、多くのすぐれた効果が得られるので、ダムコンクリートにおいては、AE 剤または減水剤を用いるのを原則としているのである。しかし、これらの混和材料を用いて所期の効果を得るためには、品質のすぐれたものを適切に用いることが大切なのであって、責任技術者はその選定および使用方法について適切な指示を与えなければならない。特に AE 剤や減水剤は、その種類も多く、品質の明らかでないものもあるので、AE 剤または減水剤を選ぶ場合には十分な調査、試験を行なって、その適否を確かめなければならないのである。

### 21 条 混 和 材

(1) 混和材として用いられるフライアッシュは、JIS A 6201 に適合したもので、特に品質のばらつきが少ないものでなければならない。

(2) この条 (1) 以外の混和材は、十分な調査、試験をしてその適否を定めなければならない。

【解 説】 (1) について ダムコンクリートに用いられる混和材は主としてフライアッシュである。フライアッシュは他のポゾランと比べてすぐれた性質をもっているものであるが、その品質の良否が、これを用いたコンクリートの性質に大きく影響する。フライアッシュの品質は、微粉炭の品質、ボイラーの燃焼方法、捕集方法等によってかなり相違するから、フライアッシュの選定にあたっては、十分調査をし、試験をして、JIS A 6201「フライアッシュ」に適合したものを用いなければならないのである。また、同じ発電所のフライアッシュでも品質のばらつくことがあるから、品質のばらつきが少ないことを確かめて用いなければならないのである。

(2) について フライアッシュ以外のポゾランについては、一般的に規定すること

が困難であるので、コンクリートの性質に及ぼす影響や経済性について、十分に調査、試験をして、その適否を確かめたうえで使用の可否を判断することとしたのである。

## 22 条 混和剤

(1) 混和剤として用いられる AE 剤および減水剤は、それぞれ土木学会規準「AE 剤規格」および「減水剤規格」に適合したものでなければならない。

(2) AE 剤および減水剤以外の混和剤は、十分な調査、試験をして、その適否を定めなければならない。

【解説】 無筋・鉄筋 87 条 解説 参照。

## 6 節 材料の貯蔵

### 23 条 セメントの貯蔵

(1) セメントは防湿的な構造を有するサイロまたは倉庫に、品種別に区別して貯蔵しなければならない。

(2) セメントを貯蔵するサイロは、底にたまって出ない部分ができないような構造にしなければならない。

(3) 袋詰めセメントは、地上 30 cm 以上の床の上に積み重ね、検査や搬出に便利のように配置して貯蔵しなければならない。また、その積み重ねは 13 袋以下としなければならない。

(4) 貯蔵中に、いくぶんでも固まったセメントは、これを工事に用いてはならない。長期間貯蔵したセメントおよび湿気を受けた疑いのあるセメントは、これを用いる前に試験をしなければならない。

このセメントの使用については、責任技術者の指示を受けなければならない。

(5) セメントの温度が過度に高いときは、温度を下げてからこれを用いなければならない。

【解説】 無筋・鉄筋 89 条 解説 参照。

セメントは長期間貯蔵したり、湿気を受けたりすると風化する。この風化したセメントを用いるとコンクリートの強度が低下するばかりでなく、ダムコンクリート全体として強度がばらつく 主な原因となるから貯蔵については厳重に注意しなければならない。

(4) について セメントの風化の程度は、貯蔵状態や季節によって異なるので、いちがいにはいえないが、袋詰めセメントは 3 か月以上も貯蔵すると、その強度が約 20～30% 減少したという実験結果もある。また、セメントが貯蔵中湿気を受けても強度は減少する。それで 3 か月も貯蔵したり、湿気を受けた疑いのあるセメントは、用いる前に

試験をしなければならないのである。また、このセメントの使用については責任技術者の指示を受けなければならないのである。

(5) について 温度が過度に高いセメントを用いると、偽凝結を起こしたりスランプが減少したりするおそれがある。生産されたばかりのセメントは温度が非常に高いから、工場から出荷するときの温度、あるいは現地における引渡しときの温度を規制する必要がある。従来、一般にセメントを出荷するときの温度を 50～60°C 以下に、あるいは引渡し時の温度を 40～50°C 以下に規制している例が多い。

### 24 条 骨材の貯蔵

(1) 細、粗骨材はそれぞれべつべつに貯蔵し、ごみ、雑物等の混入を防がなければならない。

(2) 骨材を扱うときは、大小粒が分離しないように、また、粗骨材の場合には粒子が破碎しないように注意しなければならない。

(3) 粗骨材は 3 種以上に、粗骨材の最大寸法が 150 mm のときはなるべく 4 種にふるい分け、べつべつに貯蔵しなければならない。細骨材においても必要ある場合には 2 種以上に分け、貯蔵または計量するとき所定の割合に混合して、これを用いなければならない。

(4) 練り混ぜたコンクリートの温度が決められているときは、その温度のコンクリートが得られるような骨材の温度とるように注意しなければならない。

(5) 骨材の貯蔵は適当な排水設備と排水時間とにより、表面水の一様な骨材を用いることができるようにしなければならない。

(6) 骨材は、寒中においては水雪の混入または凍結を防ぐため、適当な施設をしてこれを貯蔵しなければならない。

【解説】 (1)、(2)、(3) について 均等質のコンクリートを造るためには、骨材の粒度が一定でなければならない。粗骨材の大小粒の分離というのは、たとえば粗骨材を斜面にそって落すとき、遠い方に粗粒が集まり、近い方に細粒だけが集まるようなことを指すのである。粗骨材は大小粒の分離をおこしやすいから、これを一般に解説表 1 に示す大きさの範囲に分けて貯蔵し、これを一定の割合に混合して用いるのがよい。

解説表 1 粗骨材を貯蔵する場合の分け方の標準

4 種類に分ける場合
150～80 mm
80～40
40～20
25～5

粗骨材を数種にふるい分ける場合、ふるい目の開きが大きくなったり、ふるい方が十分でなかったり、骨材が取扱い中に破碎したりするので、各群に多少の過大粒および過小粒が含まれる。これらのものが多くなると、コンクリートのワーカビリティに大きな影響を与えるものである。経験によると、数種にふるい分けた各群の過大粒の量は、指定の粒径の 7/6 に相当する試験ふるいに

とどまるものがあってはならないし、また、過小粒の量は、指定の粒径の 5/6 に相当する試験ふるいを通過するものが 2% 以上あってはならない。

細骨材の粒度が変化するとコンクリートのワーカビリティ、空気量等に大きな影響があるから、細骨材の粒度が一定になるようにしなければならない。このため必要ある場合には適当な分級設備により細骨材を 2 種あるいはそれ以上に分けて、貯蔵するとき、あるいは計量するとき、これらを一定の割合で混合して、これを用いなければならない。

ふるい分けた粗骨材でも、山積み、その他の際、取扱いが不適当であれば、粒が分離したり破碎したりして、ミキサに入るとき骨材の粒度が変化するため、粗骨材の取扱い回数をなるべく少なくしたり、落下の高さを低くしたり、あるいは骨材はしごを用いたりするなど、適当な方法をとらなければならない。山積みの下部から粗骨材を引き出す際、その出口が一つであると粒度が変化しやすいから、二つ以上の口から引き出して、これを用いるのがよい。

粗骨材の破碎によってできる過小粒は、計量ビンの上で仕上げ、ふるいによってこれを除くのがよい。

(4) について コンクリートの硬化に伴う温度上昇を小さくするため、練り混ぜたコンクリートを所定の温度まで低くするには、骨材の温度を低くしなければならない場合がある。この場合には、所定の温度が得られるように、適当な方法で人工的に骨材を冷却しなければならない(66 条 および 70 条 解説 参照)。

また、寒中コンクリートにおいて、所定の温度のコンクリートを造るには、骨材を適当な方法であらかじめ熱しなければならない場合もある(60 条 解説 参照)。

(5) について 細骨材の水切りが不十分で表面水量が著しく変化する場合は、それに応じて水の計量を調整することが繁雑となり、コンクリートの単位水量を一定に保つことが困難となる。したがって、コンクリートのワーカビリティおよび強度が非常にばらつく結果となる。一般に、ダムコンクリートの品質が変動する最も大きな原因の一つが、この細骨材の表面水量の変動にあるので、均等質のコンクリートを造るうえに、骨材の表面水量を一定に保つことが極めて大切なのである。

細骨材の場合に、一様な表面水量とするための水切りの時間は、骨材の貯蔵量とか粒度によって異なるが、少なくとも 24 時間以上必要である。このため、水切りが十分に行なわれない間にその骨材を使用することのないように、十分な余裕をもって、細骨材を製造し、また、貯蔵しなければならない。

(6) について 無筋・鉄筋 90 条 解説(4) 参照。

(2) 混和材はなるべく防湿的な倉庫、サイロ等に貯蔵し、入荷の順にこれを用いなければならない。

(3) 混和材は飛散しやすいものであるから、その取扱いには注意しなければならない。

(4) 混和材料の貯蔵期間があまり長くなった場合や混和材料に異状を認めたときは、これを用いる前に試験をしなければならない。試験の結果、所定の性質が得られない場合には、その混和材料を用いてはならない。

【解説】 無筋・鉄筋 91 条 解説 参照。

## 25 条 混和材料の貯蔵

(1) 混和剤は、ごみ、その他の不純物の混入しないよう、粉末状の混和剤は吸湿したり固まったりしないよう、液状の混和剤は分離したり、変質したりしないように、これを貯蔵しなければならない。

## 4 章 配 合

## 26 条 総 則

コンクリートの配合は、所定の強度、単位重量、耐久性、水密性をもち、硬化の際の温度上昇が小さく、かつ、作業に適するワーカビリティをもつ範囲内で、単位水量を少なくするよう、これを定めなければならない。

【解 説】 コンクリートは、作業のできる範囲内で、できるだけ単位水量を少なくすることが、所要の品質のコンクリートを経済的に造ることになるものである。

単位水量を少なくするためには、

- (a) できるだけスランプの小さいコンクリートを用いること
- (b) 適当な空気量の AE コンクリートとすること
- (c) 適当な粒度および形状の骨材を用いること
- (d) 最大寸法の大きい粗骨材を用いること
- (e) 細骨材率を小さくすること

等が大切である。

単位水量が決まれば、所要の強度、耐久性、水密性等を得るように単位セメント量を決めればよいのである。また、重力ダムなどにおいては所要の単位重量をもつコンクリートを造ることが重要なのである。

なお、ダムに用いる材料は、その量が非常に多いことから数種のセメントや骨材を使用する場合もある。この場合は、材料ごとにコンクリート試験を行なって配合を決め、ダム全体として品質のばらつきの少ないコンクリートを造らなければならない。

## 27 条 配合強度

コンクリートの配合強度  $\sigma_r$  は、ダムの設計基準強度および現場における品質管理の程度を考慮して定めなければならない。すなわち、圧縮強度の試験値が次の条件を満足するようにこれを定める。

- (a) 試験値は設計基準強度  $\sigma_{ck}$  の 80% を 1/20 以上の確率で下がってはならない。
- (b) 試験値は設計基準強度  $\sigma_{ck}$  を 1/4 以上の確率で下がってはならない。

【解 説】 この条は、コンクリートが設計から定められたダムの強度に対して必要な品質を有するための、圧縮強度の条件を示したものである。

コンクリートの圧縮強度の試験値は、セメント、骨材等の品質の変動、計量の誤差、練りませ、その他の施工条件の差、試験誤差等によって、ある程度変動することは避けられ

ないものであるが、通常の管理状態にある場合にはコンクリートの圧縮強度の変動はほぼ正規分布していることが経験上認められている。

コンクリートの品質としては、圧縮強度の平均値が設計基準強度に比して十分高くても、そのばらつきが大きいもの、あるいは、ばらつきが小さくても、その平均値が設計基準強度より小さいもの等は、いずれも適当なものとはいえない。この条では、圧縮強度のあまり小さいものができることをおさえるために、「どの試験値も設計基準強度  $\sigma_{ck}$  の 80% を 1/20 以上の確率で下がってはならない」とし、また、変動係数が小さい場合にも圧縮強度の平均値が設計基準強度に対して小さくならないように、「試験値は設計基準強度  $\sigma_{ck}$  を 1/4 以上の確率で下がってはならない」ことを定めたのである。

## 28 条 単位水量

- (1) 単位水量は作業のできる範囲内で、できるだけ少なくなるよう、試験によってこれを定めなければならない。
- (2) 単位水量は 120 kg 以下を標準とする。

【解 説】 (1)、(2) について 作業に適する範囲内で単位水量を少なくすると、コンクリートの材料の分離が少なくなり、耐久性、水密性が増し、乾燥収縮が少なくなる。また、一定の水セメント比に対しては、セメント量が少なくなり、熱応力によるひびわれがでにくくなるとともに経済的にもなる。したがって、品質のすぐれたコンクリートを経済的に造るためには、単位水量をできるだけ少なくすることが必要なのである。

わが国における最近のダムコンクリートの単位水量は、適当な混和剤を用いたとき、粗骨材の最大寸法 150 mm 程度の場合 90~105 kg 程度、同じく 80~120 mm の場合 105~115 kg 程度の実績を示している例がほとんどであり、この条に示した 120 kg より大きい単位水量の例は極めて少ないのである。したがって、単位水量が 120 kg を超過する場合は骨材の粒度や粒形、あるいはコンクリートの配合の選定が適当でないと考えてよいのである。

## 29 条 AE コンクリートの空気量

- (1) ダムコンクリートには AE コンクリートを用いるのを原則とする。
- (2) AE コンクリートの空気量は耐久性をもととする場合、表 5 の値を標準とする。
- (3) AE コンクリートの空気量はワーカビリティをもととする場合、所要のワーカビリティが得られる範囲内でなるべく少なくなるように、これを定めるものとする。
- (4) 単位 AE 剤量は所要の空気量が得られるよう、試験によってこれを定めなければならない。

(5) AE コンクリートの空気量試験は、JIS A 1116「重量方法」、JIS A 1118「容積方法」、JIS A 1128「空気室圧力方法」等によるものとする。

表 5 耐久性をもととする場合の空気量の標準

粗骨材の最大寸法 (mm)	運搬、締固めを終了したときの空気量 (%)
150	3.0±1
80	3.5±1
40	4.0±1

注：この表に示した空気量は、表示の最大寸法の粗骨材を含んだコンクリートの空気量の値である。この表に示していない最大寸法のコンクリートについては、表示の粗骨材最大寸法の値をもととして、中間の空気量をとってよい。

【解説】(1)、(2)、(3) について 適当量のエントレインドエアーをもつコンクリートは気象作用に対する耐久性が極めてすぐれているので、厳しい気象作用を受け、露出面となる部分のコンクリートには、AE コンクリートを用いなければならない。この場合の適当な空気量は、運搬、締固め後において表 5 に示す程度の値が一般の標準である。

厳しい気象作用を受けない部分に AE コンクリートを用いる場合には、所要のワーカビリティが得られる範囲内なるべく小さい空気量とすることが必要である。

なお、特に厳しい気象作用を受けるコンクリートの場合、または、特に貧配合のコンクリートのワーカビリティをよくするのを目的とする場合には、所要の品質が得られる範囲内で、空気量の値を表 5 の値より 1% 程度大きくしてもよい。

コンクリートの空気量は、運搬および締固め中にある程度減少するものであるから、運搬および締固め終了後所定の値になるようにミキサから排出したコンクリートの空気量を選定しなければならない。経験によれば、コンクリートの空気量は、運搬、締固め等によって 1/4~1/6 程度減少するものである。この空気量の減少は、コンクリートの性質および各工事現場によって異なるものであるから、試験によって定めるのがよい。現場で空気量の試験をする場合、できるだけ所定の最大寸法に近い寸法の粗骨材を用いたコンクリートについて測定することが正しい空気量を知るためにも、また、運搬、締固めを終了したコンクリートの空気量を試験するためにも必要なことである。

しかし、一般に品質管理のためには、小さなエアメーターを用いるので 40 mm 以上の粗骨材をふるい、または手で取除くことになる。この場合、できるだけ空気量が逃げないように注意する必要がある。

(4)、(5) について 無筋・鉄筋 101 条、102 条 解説 参照。

30 条 単位セメント量

(1) 単位セメント量は所要の強度をもつように、外部コンクリートでは特に耐

久性、水密性の大きいように、これを定めなければならない。

(2) 内部コンクリートにおける単位セメント量は、一般にその最小量を 140 kg 程度とする。

(3) 外部コンクリートにおける単位セメント量は、単位水量と所要の水セメント比とから、これを定める。

(4) 外部コンクリートの水セメント比は、耐久性をもととして定める場合は表 6 の値以下でなければならない。

表 6 耐久性をもととして水セメント比を定める場合の AE コンクリートの最大の水セメント比 (百分率)

気象作用が激しい場合、凍結融解がしばしば繰返される場合	60
気象作用が激しくない場合、氷点下の気温となるのがまれな場合	65

(5) 外部コンクリートの水セメント比は、水密性をもととして定める場合は 60 % 以下を標準とする。

(6) 強度をもととして単位セメント量を定めるときは試験によらなければならない。この場合、配合強度  $\sigma_r$  は、ダムの設計の基準とした材令 91 日における設計基準強度  $\sigma_{ok}$  に、一般の場合、図 1 の曲線に示す係数をかけて割増したものとす。この係数は、現場において予想されるコンクリートの圧縮強度の試験値の変動係数に応じて、図 1 の曲線により、責任技術者がこれを定めるものとする。

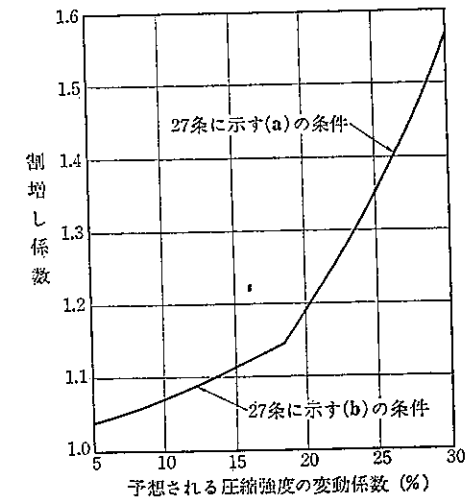


図 1 一般の場合の割増し係数

【解説】(1)、(2)、(3) について 所要の強度、耐久性および水密性をもつ

ンクリートを造るためには、適当な単位セメント量を用いることが必要である。一般に、重力ダムおよびアーチ重力ダムでは内部と外部とでコンクリートの配合を変え、アーチダムでは同一配合で施工されることが多い。

重力ダムの場合はアーチダムに比べて設計基準強度が低いので、配合の決定において強度が基準となる場合は少なく、外部コンクリートに対しては耐久性および水密性、内部コンクリートに対しては単位重量および十分均等質のコンクリートを造ることができるようなワーカビリティの点から配合を選定する場合が多い。これに対して、アーチダムの場合は設計基準強度が大きくなるので、特に大規模ダムでは所要の配合強度が得られる水セメント比が、耐久性、水密性に対して必要な水セメント比よりも小さくなり、したがって所要強度から配合が決定される場合が多い。

単位セメント量は、材料の性質、施工設備、作業管理の程度等によって異なることはもちろんであるが、最近のわが国のダム工事における施工設備、施工技術の向上、混和材料の進歩、良好な管理実績などを考慮し、重力ダムの内部コンクリートの単位セメント量は、その最少量を 140 kg と定めたのである。また、アーチダムコンクリートおよび重力ダムの外部コンクリートに対しては、所要の強度、耐久性、水密性等をもつコンクリートが得られる水セメント比と単位水量とから単位セメント量を定めるよう規定したのである。

この条(2)に示した最少量は、良好な施工設備が用いられ、すぐれた管理が行われた奥只見ダム、田子倉ダム等の施工例を参考として定めた標準であるが、単位セメント量がこのように小さいコンクリートにおいては、大粒の骨材および水が分離しやすく、ワーカビリティの変動が大きくなりやすい。また、骨材粒度のわずかなばらつきによってコンクリートの品質の変動も大きくなるおそれがある。したがって、単位水量の管理をよくし、材料分離を生じないように打込み、十分な締固めを行なうなど、コンクリートの管理に特に注意しなければならない。十分良好な施工設備および施工管理が期待できないダム工事においては、単位セメント量を 140 kg より増す必要があるのは当然である。

単位セメント量の値は、21 条に示すフライアッシュでセメントの一部を置換えた場合、単位セメント量と単位フライアッシュ量の和を、そのコンクリートの単位セメント量と考えてよい。この単位フライアッシュ量は、標準養生で材令 91 日以後は、フライアッシュで置換えないコンクリートと同程度の品質をもつコンクリートが得られる量でなければならない。従来の実績では、良質のフライアッシュを用いた場合、その置換率を 20~30% として所要の品質のダムコンクリートが得られている例が多い。

(4) について この項は気象作用に対して耐久的なコンクリートを造るために必要な最大の水セメント比を示したものであって、表 6 の値は、わが国における気象条件、既設ダムコンクリートの凍害調査結果、現場ならびに実験室の試験結果等をもととして定めたものである。

表 6 の値は、良質で安定な骨材を用いて、適当量のエントレインドエアーを進行させるとともに、作業に適したワーカビリティを有するコンクリートを均等質なコンクリート

が得られるように入念に打込み、締固めをし、十分に養生した場合に適用するものである。骨材に不安定な粒が混入する場合や、微粒のエントレインドエアーが不足する場合、あるいは豆板などの欠陥部分が生じている場合などにおいては、コンクリートの水セメント比を表 6 に示す値以下としても十分な耐久性が得られないおそれがあることに注意する必要がある。

現場においては骨材の表面水量の変動、材料計量の誤差等を考慮して、練り混ぜたコンクリートの水セメント比が、この項で示した値以下となるように注意しなければならない。一般には表 6 の値より 2~3% 小さい値を目標とするのがよい。

良質なフライアッシュを適当な量用いた場合には、耐久性から必要な水セメント比  $W/C$  の分母をセメントの重量とフライアッシュの重量との和としてよい。

(5) について ダムにおいてコンクリートの水密性が必要なのは、ダム上流面の水中下にあるコンクリートであるが、ダムコンクリートにおいては、この条(4)に示す耐久的なコンクリートを造れば、十分水密性を有することが従来の結果から明らかにされているのでこのような標準を与えたのである。ダムコンクリートの水密性においては、打込んだコンクリートに漏水の原因となる欠点ができないようにすることが特に大切であり、これが耐久性のあるコンクリートを造ることにもなるのである。このため、コンクリートの材料および配合を適切なものとし、作業に適するワーカビリティをもつコンクリートを用い、打込み、締固め、養生等の施工を十分入念に行なわなければならない。ダムコンクリートは、粗骨材最大寸法が大きく、硬練りコンクリートが用いられるため、施工の不良によって、継目が漏水の原因となりやすいので、打継目の処理、止水板周囲のコンクリートの打込みなどの施工は、特に注意して入念に行なわなければならない。

(6) について 強度をもととして単位セメント量を定めるときは、実際の材料を用いてコンクリートの圧縮強度試験を行ない、その結果によらなければならないことはいまでもない。この場合、コンクリートの配合強度  $\sigma_c$  はコンクリートの品質の変動を考慮して設計基準強度  $\sigma_{ck}$  を割増したものとし、27 条(a)、(b)の条件を満足するようにしなければならない。この割増し係数は、現場におけるコンクリートの圧縮強度の試験値の変動に応じて、一般には 27 条の条件より求めた図 1 の曲線から定めるのである。この割増し係数によって配合を設計した場合、実際に生じた圧縮強度の変動が予想した値より大きくなければ 27 条の条件は満足されているのである。

このように、コンクリートの配合を経済的に設計するためには、現場におけるコンクリートの圧縮強度の試験値の変動係数を知らなければならないのであるが、その値は、従来の経験、現場の設備、用いられる材料の品質の変動、作業員の熟練の程度等を考慮して責任技術者が定めるべきものである。しかし、工事の初期において、現場の設備、材料の品質の変動等について十分な資料がなく、変動係数を適切に予想することが困難な場合も少なくない。このような場合には安全のためいくらか大きな割増し係数を用いて配合を設計し、そのコンクリートを用いて工事を開始し、80 条によるコンクリートの圧縮強度の試験値から、実際の変動係数が明らかとなるに従って、それに応じるように配合を改めて行



くのが適当である。

なお、ダムコンクリートにおいては、圧縮強度の変動係数は材令 91 日における圧縮強度の試験値から求めるのを標準とする。

**31 条 コンシステンシー**

(1) コンクリートは、作業のできる範囲内で、できるだけ硬練りのものでなければならない。

(2) コンクリートのコンシステンシーをスランプで測定する場合、打込み場所におけるスランプは 3~5 cm を標準とする。

コンクリートのスランプ試験は、JIS A 1101 によるものとする。

【解説】(1) について 軟練りのコンクリートを用いれば、ブリージングが多くなり、粗骨材がモルタルから分離する傾向を生じ、耐久性や水密性が小さくなり、さらに乾燥収縮が大きくなる。それで、均等質のコンクリートを容易に、かつ、安全に造ることができる範囲内で、できるだけ硬練りコンクリートを用いることが必要である。

(2) について コンクリートのコンシステンシーの測定には、従来スランプ試験が多く用いられているが、スランプ試験は、特に硬練りの場合には適当な測定方法ではないし、また、40 mm 以上の骨材を取除いたものについて試験するのでダムコンクリートの配合を定める場合、必ずしも適切な測定方法であるとはいえない。

ダムコンクリートの配合を定める試験においてはスランプ試験の代わりに他の適当な方法、たとえば振動機を用いるコンシステンシー試験などを行なうようにするのがよい。

しかし、コンクリートのコンシステンシーの管理に対しては、スランプ試験は有効な測定方法である。振動機を用いて十分な締固めが容易にできるスランプの大体の標準は、コンクリートの打込み場所で 3~5 cm である。

**32 条 細骨材率**

細骨材率は、所要のワーカビリティが得られる範囲内で、単位水量が最小になるよう、試験によってこれを定めなければならない。

【解説】無筋・鉄筋 100 条 解説 参照。

**33 条 配合の表わし方**

(1) 配合の表わし方は一般に表 7 によるものとする。

(2) 示方配合は、細骨材は 5 mm ふるいを全部通るもの、粗骨材は 5 mm ふるいに全部とどまるものであって、ともに表面乾燥飽水状態であるとして示す。

表 7 配合の表わし方

粗骨材 の最大 寸法 (mm)	スラン プの範 囲 (cm)	空気量 の範囲 (%)	水セメン ト比 $\frac{W}{C+F}$ (%)	混和材率 $\frac{F}{C+F}$ (%)	細骨材 率 $\frac{S}{a}$ (%)	単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> )							
						水 W	セメン ト C	フライ アッシュ F	細骨 材 S	粗 骨 材 G			混 和 剤
										mm } mm	mm } mm	mm } mm	

注：混和剤の使用量は cc または g で表わし、薄めたり、溶かしたりしないものを示すものとする。

(3) 示方配合を現場配合に直す場合は、骨材の表面水量、有効吸水量、骨材各群の過大粒、過小粒の量等を考えなければならない。

【解説】無筋・鉄筋 103 条 解説 参照。

## 5章 材料の計量

## 34条 材料の計量

- (1) 材料の計量前に、示方配合を現場配合に直さなければならない。
- (2) 骨材の表面水量の試験は、JIS A 1111 に、または責任技術者の指示する方法に、骨材の乾燥している場合の有効吸水量の試験は、責任技術者の指示する方法により、定期的実施しなければならない。
- (3) 各材料は、1 練り分ずつ重量で計量しなければならない。ただし、水および混和剤溶液は、容積で計量してもよい。
- (4) 混和剤を溶かすのに用いた水または混和剤を薄めるのに用いた水は単位水量の一部とする。
- (5) 材料をミキサに投入するとき生ずる誤差は、1 回計量分に対し、表 8 の値以下でなければならない。

表 8 計量の許容誤差

材 料 の 種 類	許容誤差 (%)
水	1
セメントおよびフライアッシュ	2
骨 材	3
混 和 剤 溶 液	3

- (6) 計量装置は、定期的検査しなければならない。

【解説】(1) について 示方配合における骨材は表面乾燥飽水状態のもので 5 mm ふるいを通るものと、これにとどまるものとに正しく区別されたものであるが、現場の骨材はこのような状態にないから、骨材の含水量、5 mm ふるいにとどまる細骨材の量または 5 mm ふるいを通る粗骨材の量等を考慮して示方配合を現場配合に直さなければならないのである。

(2) について 骨材の表面水量および有効吸水量は、一般に変動しやすいものである。これらの変動はコンクリートの単位水量に及ぼす影響が大きいものであるから、現場の実状に応じ、定期的に骨材の表面水量および有効吸水量を測定することが必要なのである。

有効吸水量とは、空气中乾燥状態にある骨材が表面乾燥飽水状態となるまでに吸収する水量をいうのである。表面水量の試験方法には JIS A 1111「細骨材の表面水量試験方法」のほか種々の方法があるから、その選定にあたっては責任技術者の指示によらなければならない。

(3)、(4) について セメントおよび骨材は、容積で正確にはかることが困難であ

るから、品質のばらつきの少ないコンクリートを大量に造るためには、1 練り分ずつ重量で計量しなければならないのである。ただし、水および混和剤溶液は容積でも正確に計量できるので容積計量でもよいことにしたのである。

また、大量のコンクリートを能率よく造るため、材料ごとに計量装置を設けるべきで、特に骨材については、ふるい分けられた各群ごとに計量装置を設け、累積計量は避けなければならない。

(5)、(6) について 各材料の計量には多少の誤差を伴う。各材料の計量誤差とは計量中に生ずる誤差のことであって、これには計量器自体に基づく特定なものと、材料を計量器に供給するとき生ずる不特定なものがある。

前者については、はかりのくるいを検定重量によって明らかにすることができるから日常の計量器の整備、保守によって十分小さくすることができる。一般にコンクリート工事に用いられるはかりの精度は最大容量の 0.5%程度である。

しかし、後者の材料供給装置などに起因する不特定な誤差は、ある程度避けることができない。したがって、各材料の計量誤差が、目標とする計量値に対して表 8 の限度以内に入るように管理することが必要である。

各材料の計量誤差を二、三の重力ダムについて調査した既往の実績は解説表 2 の通りである。この実績によれば、計量値の変動係数をとると、その数値は表 8 の限度内にあるといえるが、計量値の許容誤差を表 8 の値に定めて、この許容誤差内に入る確率を求めてみると、68~100% の値となり、許容誤差の限度以上の誤差を生じている場合がかなりあることを示している。特に水、粉末の場合のフライアッシュ等は誤差が大きくなっているが、計量分量が計量器容量に比べて過小であったことも誤差を大きくした原因であるようにも思われる。最近のダムにおける計量精度、特に水の計量精度は、これらの例よりも改善されていることが多い。

解説表 2 二、三の重力ダム工事における各材料の計量誤差の実例 (%)

材 料 の 種 類	計量値の変動係数	表 8 の許容誤差内に入る確率
水	0.7~1.0	84.6~68.4
セメント	0.9~1.5	97.4~81.6
フライアッシュ	粉末の場合	68.4
	ペーストの場合	95.5
細骨材	0.7~1.0	99.6~95.0
粗骨材	1.0~2.5	99.9~77.0

各工事現場においては、計量誤差が大きくなならないような供給装置を備えることに留意するとともに、常時使用する 1 回の計量分量が最も正確に得られるように、計量器の容量を定めたり、必要に応じて改造したりすることが重要である。特に水の計量器に対しては精度を高める考慮が大切である。また、はかりのくるいはじんあいの影響によること

も多いから、集じん装置を設けるなど、計量装置は常に清潔に保つとともに、少なくとも毎月1回程度は検査するようにしなければならない。

また、各材料が正確に計量された後、それらを完全にミキサに投入するためには、計量器とミキサとの間に設けられたホッパーやシュートなどにおいて、各材料がスムーズに流れるようなものでなければならない。

## 6章 練りませ

### 35条 総 則

コンクリートは均等質になるまで、十分にこれを練りませなければならない。

【解 説】 コンクリート材料は、骨材のすべての表面にセメントペーストがこすりつけられ、コンクリートの色合いが一律で、プラスチックで、均等質であるように、十分にこれを練りませなければならない。

ある配合に対して、最大密度、最大強度のコンクリートを得るためには、完全な練りませが極めて大切である。また、エントレインドエアを均等に分布させ、コンクリートのワーカビリティをよくするためにも十分な練りませが必要なのである。

### 36条 ミキサ

(1) ミキサは JIS A 1119 によって 練りませ性能試験を行ない、責任技術者の承認を得たものでなければならない。

(2) ミキサは、バッチミキサでなければならない。

(3) ミキサは、練上がりコンクリートを排出するときに、材料の分離を起こさないものでなければならない。

【解 説】 (1) について ダムのコンクリートは、一般に粗骨材の最大寸法が大きく単位セメント量が少ないのでミキサの種類によるコンクリートへの影響が大きいからミキサの選択は極めて重要である。そこで、実際の配合についてミキサの練りませ性能試験を JIS A 1119「ミキサで練りませたコンクリート中のモルタルの差および粗骨材量の差の試験方法」によって行ない、責任技術者の承認を得たものでなければ、これを使用してはならないのである。また、練りませ羽根のすりへり、その他によりミキサの性能が変化するためであるから、ときどき試験を行なって羽根の修理交換などの処置をとらなければならないのである。また、材料の投入順序によって練りませ性能が異なる場合もあるので、この点について注意する必要がある。

(2)、(3) について バッチミキサ以外のミキサでは、コンクリートの均等性について不安があるので、バッチミキサを用いなければならない。

練りませたコンクリートを容易に排出するためには、可傾式のミキサまたは強制練りミキサを用いる必要がある。ただし、強制練りミキサは、骨材寸法が 80 mm 以上になると不適当な場合があるので留意しなければならない。

### 37条 練りませ

(1) 1練りの量および練りませ時間は、JIS A 1119 により試験を行なったうえで決定しなければならない。

(2) 練りませ時間は、ミキサ内にセメント、フライアッシュおよび骨材を全部投入したときからとし、その最小時間は表9を標準とする。

表9 ミキサの最小練りませ時間

ミキサ容量 (m <sup>3</sup> )	練りませ時間 (分)
3~2	2.5
2~1.5	2.0
1.5 以下	1.5

(3) 練りませは、所定の時間の3倍以上、これを行なってはならない。

(4) ミキサ内のコンクリートを全部排出した後でなければ、新たに材料を投入してはならない。

(5) ミキサは、使用の前後にこれを十分清掃しなければならない。

気量を減ずる場合もある。練りませ時間はこれらの理由から表9の値の3倍以下にとどめなければならない。

練りませ時間が表9の値の3倍にもなったときは、ミキサの運転を一時とめなければならない。ただし、この場合にもコンクリートを吐き出すことが困難とならないように、ときどきミキサを運転するのがよい。

また、強制練りミキサを用いる場合の練りませ時間は、JIS A 8603「強制練りミキサ」によって定められており、ミキサ容量が3m<sup>3</sup>以下の場合、1分以内とされているので、この点に留意し、必ず練りませ試験を行なったうえで決定しなければならない。

【解説】(1)、(2)、(3)について コンクリートの適当な練りませ時間は、ミキシングプラントおよびミキサ形式、1練りの量、材料の投入順序、コンクリートのコンシステンシー等によって異なるものであり、また、AEコンクリートの場合にはコンクリートの空気量にも大きな影響を与える。したがって、コンクリートの1練りの量、ミキサへの投入順序および練りませ時間は、試験したうえでこれを決めることが必要である。

一般に材料をミキサへ投入するには次のように連続してこれを行なうのがよい。

まず、水から投入を始め、その5~10%を投入したとき、骨材、セメントおよびフライアッシュをその順序にほぼ同時に投入し始める。材料の投入に要する時間は水の投入時間に支配されることが多いので、骨材、セメントおよびフライアッシュの投入が終了後、なるべく速やかに水の投入を終えるようにするのがよい。粗骨材は、その量が多いので、セメントおよびフライアッシュが入り終った後、粗骨材の投入を終えるのが通例である。これは、他の材料がミキサやホッパーなどに付着するのを取除くうえに有効である。ただし、熱した材料をミキサに投入する順序は61条による。

フライアッシュをペースト状にしてミキサへ投入する場合には、ペーストタンク内のペーストの濃度管理を十分に行なったうえで、次のような順序で投入するのがよい。

まず、水から投入を始め、水の5%程度を投入したとき、ペースト、骨材およびセメントをその順序にほぼ同時に投入し、なるべく速やかに投入し終わるようにする。

練りませ時間は、セメント、フライアッシュおよび骨材の全部が投入されたときから起算するものとし、表9はその標準の値を示したものである。なお、練りませ時間が長過ぎると骨材が破碎し、その結果ワーカビリティが変化し、AEコンクリートの場合には空

## 7 章 コンクリート打ち

### 1 節 準備作業

#### 38 条 運搬装置の清掃

コンクリート打ちを始める前に、運搬装置の内部についているコンクリートおよび雑物は、これを除かなければならない。

【解説】無筋・鉄筋 123 条 解説 参照。

#### 39 条 打込み箇所準備

- (1) 岩盤にコンクリートを打つ場合には、ゆるんだ岩、岩くず等を除き、十分に洗わなければならない。湧水、その他の水は適当な方法でこれを除かなければならない。
- (2) コンクリート面に打継ぐ場合の準備は、48 条 または 49 条 によるものとする。

【解説】(1)、(2) について 基礎はすべての外力に耐えることができるものでなければならないから、風化した岩、浮石等の除去、開口した挟脈、ひびわれの多い部分に対する処理等は設計条件に合致するように慎重に行なわなければならない。

ダムのせん断抵抗に対する安定および揚圧力の点からは、ダムと岩盤面とが密着していることが極めて大切なことである。岩盤とコンクリートをよく密着させるためにはコンクリートを打つ前に岩盤から、油、どろ、岩くず、浮石、木片、固まったモルタル、有機物等を完全に取去らなければならない。このためには、高圧の水、エアウォータージェット、サンドブラスト、ワイヤブラシ、その他を用い十分に洗うことが大切である。

湧水、締切りからの漏水等が、岩盤上を流れていたり、たまり水ができていたりするとコンクリートと岩盤との密着は望み得ないのである。ことに、流水はコンクリートの中のモルタル分を流し去る危険があるからコンクリートが十分硬化するまでは、流水がコンクリートに接触しないように適当な方法をとる必要がある。

### 2 節 コンクリートの運搬および打込み

#### 40 条 総 則

- (1) 練上がりコンクリートは、速やかに打込み場所に運搬しなければならない。

- (2) 材料の分離を少なくするため、ミキサから排出されてから打込まれるまでのコンクリートの取扱い回数をできるだけ少なくして運搬し、打込まなければならない。

少しでも固まったコンクリートはこれを用いてはならない。

- (3) 夜間作業においては、十分な照明をしなければならない。

- (4) 雨天の際のコンクリート打ちについては、責任技術者の指示を受けなければならない。

【解説】(1)、(2) について 練上げてから打込むまでの時間が長くなると、コンクリートはスランプが小さくなり、また、ブリージングを生じてワーカビリティが悪くなるから、練上がったコンクリートは、速やかに打込み場所に運搬しなければならない。また、ダムのコンクリートは、一般にこれを用いる粗骨材の最大寸法が大きく、単位セメント量が少なく、しかもスランプが小さいので、運搬中に材料の分離を起こしやすいから材料の分離を防ぐことについて特に注意する必要がある。

コンクリートの取扱い回数とは、運搬中において、コンクリートを移し変える回数のことである。コンクリートは移し変えるたびに多少の材料の分離が起こり、時間もそれだけ長くかかるので、移し変える回数はできるだけ少ないほどよいわけである。

このような観点から、ダムコンクリートの運搬はバケットによるのが最もよい。トランスファーカーからバケットに移し変える場合には、トランスファーカーは分離を起こさない構造にしなければならない。

また、重力ダムの下流端、アーチダムのアバットメント、その他、バケットで打ちにくい箇所、やむをえず縦シュートなどを用いてコンクリートを打込む場合は、材料の分離、すでに打ったコンクリートに与える衝撃等の欠点が多いから、これらの欠点を十分補うための設備をして、入念に打込まなければならない。

運搬設備の故障、その他でコンクリートの取扱いに手間どったため、少しでも固まり始めて、そのまま締固めが困難であると認められた場合には、そのコンクリートを用いてはならない。

(3) について ダム工事では昼夜兼行で工事を進めることがしばしばある。また、気温の高い夏季においては、コンクリートが急結する傾向をもち、そのスランプが減り、単位水量を増加しなければならなくなり、また、打ったコンクリートの温度上昇が大きくなるなど、種々の害を生ずることがあるので夜間作業がむしろ望ましい。しかし、夜間十分な照明をしないで作業をすると、能率も悪いし、綿密な注意監督が行き届かず事故の原因ともなりやすいから、夜間作業の場合には作業の全域にわたって十分な照明を行なうことが必要である。一般には 30 ルックス程度以上が望ましい。

(4) について 雨がコンクリートの中にまざると、水セメント比が大きくなるから、降雨の際にはコンクリート打ちを中止するのが理想的であるが、やむをえず雨中でコンクリート打ちをする場合には、モルタルを敷く面積および打継ぐ面積をできるだけ小さく

くして、シートなどでおいをして、モルタルおよびコンクリートが直接雨に打たれないようにしなければならない。また、打上げたコンクリートはシートなどでおい、モルタルの流出を防止するとともに、打ち終わったコンクリートの上の歩行は厳禁しなければならない。

従来の経験によれば1時間あたり4mm程度の雨量までは、上記の方法によって打込むことができるが、現場の状況によって一概にはいえないので、それぞれの場合について責任技術者の指示を受けなければならない。

また、しゅう雨時期にはその対策について、あらかじめ考慮しておく必要がある。

#### 41 条 コンクリートの運搬

- (1) コンクリートの運搬は原則としてバケットによるものとする。
- (2) バケットの構造は、コンクリートの投入および排出の際に材料の分離をおこさないものであり、また、バケットからのコンクリートの排出が容易でかつ、速やかなものでなければならない。

【解説】 ダムのコンクリートの運搬方法としては、バケットによるのが一番よい。バケットの大きさは、ミキサの1バッチの大きさ、またはその倍数にするのが適当である。バケットの構造は、ゲートの操作およびコンクリートの排出が容易で、かつ、材料の分離がおこらないものでなければならない。

#### 42 条 コンクリートの打込み開始

- (1) コンクリートの打込みを開始する場合には、責任技術者の承認を得なければならない。
- (2) 準備が完了した打込み面には、モルタルを塗込み、直ちにコンクリート打ちを開始するものとする。
- (3) モルタルの配合は、この上に打込まれるコンクリート中のモルタルと同程度の配合とし、打込み面に均等に塗込むのに適当なコンシステンシーをもつものとする。
- (4) モルタルの厚さは、岩盤では2cm、打継面では1.5cmを標準とする。

【解説】 (1) について コンクリートの打込みに先立って、打込みに用いる機械器具、打込み面の処理、型わくの組立ての位置および方法、打継目の処理および清掃、各種埋設物の配置等が適当であるかどうかを、あらかじめ検査したうえで、責任技術者はコンクリートの打込み開始の承認を与えなければならない。

(2) について コンクリートを打込む岩、または水平打継面のコンクリートはあらかじめ湿潤にして、十分に吸水させたうえで表面の水を除き、モルタルを塗込む。

モルタルを塗込んでから打継ぐまでの時間は、季節、天候等により異なるが30分以内とするのがよい。モルタルはワイヤブラシなどを用いてすり込むように敷くのがよい。

岩盤の水平でない部分で、モルタルのつきにくい部分にはセメントペーストを塗込むのがよい。

(3) について 打込み面に塗込むモルタルは、この上に打込まれるコンクリートから粗骨材を取去ったモルタル程度の配合とすれば、スランプ15~20cm程度の適当なコンシステンシーをもつモルタルが得られるものである。

(4) について 打込み面に塗込むモルタルの厚さは、あまり薄いと打込み面との密着がうまく行かないおそれがあり、また、厚すぎると打継ぎ面にモルタル層を造ることとなるから、一般の標準に従ってこのように定めたのである。なお、岩盤の場合に2cmとしたのは、岩盤面の凹凸を考えたからである。

#### 43 条 コンクリートの打込み

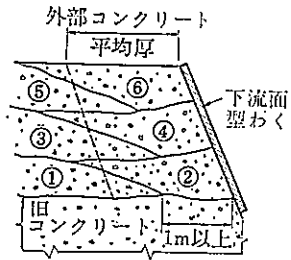
- (1) バケットは、その下端が打込み面上1m以下に達するまで、これをおろし、打込み箇所にてできるだけ近くコンクリートを排出しなければならない。
- (2) コンクリートの1層の厚さは40~50cm程度を標準とする。
- (3) 設計に従い、異なった配合のコンクリートを打継ぐ場合には、責任技術者の指示によってこれを漸次変化させなければならない。
- (4) 所定の作業区画を完了するまで、連続してコンクリートを打込まなければならない。やむをえず中絶した場合には、48条 水平打継目の工法に準じ、十分入念に施工しなければならない。
- (5) どんな場合でも、水中コンクリートを打ってはならない。

【解説】 (1) について コンクリート運搬用のバケットが打込み面上、ある高さに達したとき、ハンドルまたはエアース操作して、コンクリートを排出するのであるが、落下の高さがあまり高いとすでに打ったコンクリートに大きな衝撃を与え、かつ、材料の分離を起こすおそれがある。それで操作の便をも考えて、その最大限度を1mとしたのである。

また、コンクリートは取扱うたびに分離が起こりやすいので、再取扱いを避けるように目的の位置にコンクリートを排出することが大切である。

(2) について 新しく打ったコンクリートを十分に締固め、かつ、前に打ったコンクリートと十分密着させるためには、打込むコンクリートの厚さをあまり厚くしてはならない。従来の経験によれば、1層の厚さは、締固めた後に40~50cm程度以下となるようにするのがよい。

(3) について ダムの内部と外部とでコンクリートの配合を変える場合には、その移り目で配合の急変を避けるようにコンクリートを打込まなければならない(解説図1



注：図中の番号は打込みの順序を示すものである。

解説 図1 内部コンクリートと外部コンクリートの打継ぎ方法の一例

参照)。

(4) について 作業中、コンクリート打ちを中止するとコールドジョイントができて、弱点となるから、所定の作業区域内のコンクリートは連続して打込む必要がある。

機械の故障、天候の変化、その他の理由で、やむをえずコンクリート打ちを中止する場合には、打ち直し、または打継ぎの面となる箇所の締固めを十分に行ない、打継ぎに便利に行ななければならない。打込みを再開するには、

(a) 前に打ったコンクリートが、再振動によって十分プラスチックな状態になるとき

は、新コンクリートを打って特に入念に締固めを行なえばよい。

(b) 前に打ったコンクリートが、再振動によって十分プラスチックにならないときは、水平打継目の工法に準じて、施工しなければならない。

(5) について 水中コンクリートで、ダムコンクリートに要求される品質のコンクリートを満足に造ることは、とうていできないから、ダムではどんな場合でも、水中コンクリートを打ってはならない。

#### 44 条 1 リフトの高さおよび打上りの速度

(1) 1 リフトの高さは 0.75 m 以上 2.0 m 以下を標準とする。

(2) コンクリートを長い日数にわたって打止めておくことは、できるだけ避けなければならない。

(3) 岩盤上またはやむをえず長い日数にわたって打止めておいたコンクリートに打継ぐときは 0.75~1.0 m のリフトを数リフト打つのがよい。

(4) 旧コンクリートの材令が 0.75~1.0 m リフトの場合は 3 日、1.5~2.0 m リフトの場合は 5 日に達した後でなければ新コンクリートを打継いではならない。

(5) 隣合ったブロックの打上りの高さの差は、上下流方向で 4 リフト、軸方向で 8 リフト以内を標準とする。

(6) 人工冷却によって温度調節を行なう場合、または露出条件が温度調節上有利な場合等には、この条、(1)、(3) および (4) の規定は、これを緩和することができる。

【解説】(1) について 一区画における 1 リフトは、あまり厚くすると、コンクリートの硬化熱が放散しにくくなり、ひびわれができる危険が多くなり、型わくについて不便もある。あまり薄くすると水平打継目の数が多くなり、打継目の表面処理費が大き

なる。上記のことを考えて、1 リフトの高さの標準を 0.75~2.0 m としたのである。

(2) について コンクリートを長い日数にわたって打止めておくと、すでに打ったコンクリートと新しく打ったコンクリートとの温度差が大きくなって、ひびわれを起こすおそれがあり、また、新旧コンクリートの性質も異なってくるものである。したがって、コンクリートを長い日数にわたって打止めておくことは、できるだけ避けなければならないのである。

(3) について 岩盤上、またはやむをえず長い日数にわたって打止めておいたコンクリートにあまり厚い層のコンクリートを打込むと、岩盤または旧コンクリートと新しいコンクリートとの温度差が大きくなって、ひびわれができるおそれがある。したがって、打込むコンクリートのリフトを小さくして温度差を少なくするため、1 リフトを 0.75~1.0 m としたのである。しかし、セメントの種類によってコンクリートの硬化熱が高くなる場合には、1 リフトを 0.75 m にとどめなければならないことはいうまでもない。

(4) について コンクリートの打上り速度を早くすると、硬化熱の放散割合が小さくなり、温度上昇が大きくなってひびわれの発生おそれが多くなる。このため打上り速度の制限が必要になるのである。この項では従来適当とされている打上り速度の標準を規定したのである。

(5) について 高い鉛直継目面を長時間露出させておくと新しく打ったコンクリートとの温度差が大きくなり、また、収縮の度合も異なることになるから、打上り高さの差もあまり大きくしてはならないのである。それで放水バルブあるいは洪水吐を設置する特殊なブロックの場合も考慮して、コンクリートの打込み中における隣合ったブロックの高低差は、上下流の方向には 4 リフト以下、ダム軸方向には 8 リフト以下を標準とするように定めたのである。

(6) について この条(1)、(3) および (4) の規定は、人工冷却を行なわない場合に対する条項であるから、人工冷却により温度調節を行なう場合、あるいはアーチダムの薄い部分などのように熱の放散が容易な場合に対して緩和条項を設けたのである。

### 3 節 締 固 め

#### 45 条 総 則

コンクリートは打込み中およびその直後に、これを十分に締固めなければならない。

【解説】ダムは、硬化熱と体積変化とを少なくするために硬練りのコンクリートを用いるから、十分に締固めをしなければならない。十分な振動締固めを行なえば単位重量が大きくなり、耐久性、水密性および強度の大きいコンクリートが得られ、また、打継目の施工も確実にできるのである。

**46 条 振動締固め**

(1) コンクリートの締固めには、手持ち式内部振動機またはトラクター等に装着した内部振動機を用いなければならない。

(2) 振動機は所要の性能を有するものを用いなければならない。

(3) 振動機はなるべく鉛直に差込み、コンクリート全体が一様に締固められるようにしなければならない。また、振動機を用いてコンクリートを移動させてはならない。

(4) 振動は、コンクリートの体積の減少が認められなくなり、空気あわがなくなり、水の光が表面に表われて、コンクリート全体が均一に溶合ったようにみえるまでこれを行わなければならない。振動機はコンクリートからゆっくりこれを引抜き、後に穴が残らないようにしなければならない。

【解説】(1) について 振動機には種々の種類があるが、内部振動機を用いれば、コンクリートが硬練りで、粗骨材の最大寸法が大きい場合にも十分に締固めることができるから、ダムのコンクリートの締固めには、これを用いなければならない。

内部振動機は、手持ちで人力により操作する場合と、トラクターやショベル系の機械に複数の内部振動機を集団的に組合せて装着したものを操作する場合（通称バイブローダーなどという）とがある。1回の打込み量や打込み面積が大きい場合は、施工の省力化とかけ忘れがなく均一かつ確実な締固めをはかるため、主としてバイブローダーなどにより締固めを行ない、ぐう角部など、これによりにくい部分に手持ちの振動機を併用するのがよい。

バイブローダーなどは、それぞれのダムで、その現場の状態に適合するよう工夫して製作されていて、いろいろな構造や機能のものがある。一般には、接地圧を減らすためキャタピラーに湿地用のワイドシューを使用し、振動機は油圧操作のフォークリフトやショベルアームなどを利用して装着する。振動機の電源は、機外からキャプタイヤコードで供給するか、機内にエンジン式の発電機を搭載している。

(2) について 振動機は、コンクリートが硬練りになるほど、振動数および重量の大きい、高性能のものを使用することが望ましい。一般には毎分 7000 以上の振動数を有する電気振動機が用いられている。

空気振動機を用いる場合は、冬季には非気孔が凍結すると著しく性能が悪くなるものであるから、圧縮空気の脱水、その他の処置をとるのがよい。また、所定の空気圧がないと振動数が低下するものである。

振動機の数は、次のバケットがくるまでに余裕をもって十分締固めができるようにこれを定め、さらに適当な数の予備機を準備しておかなければならない。一般に手持ち式振動機の場合は、バケットの容量に応じて、3m<sup>3</sup> の場合は 4~5 台程度、6m<sup>3</sup> の場合は 6~7 台程度が標準であり、バイブローダーなどでは 3~6 台を 60cm 程度の間隔で装着

して使用し、さらに 2~4 台の手持ち振動機を併用している例が多い。

(3)、(4) について 振動機はコンクリートになるべく鉛直方向に差込み、その先端が 10cm 程度下層に入るようにしなければならない。振動機の長さは 60~70cm のものが多いので、コンクリートの 1 層の打込み厚さは 45~50cm 程度とするのが普通であるが、バイブローダーなどで特に長大な振動機を使用するときは、それに応じて打込み層厚を厚くし、施工能率を高めることができる。振動機の差込み間隔は振動機の大きさによって異なるが、手持ち式のものでは 40~60cm 程度が標準であり、1 箇所 の締固め時間は 10~15 秒程度で十分な結果を得ている。振動締固めが十分であることはコンクリート全体が均一に溶合ったようにみえること、せき板との接触面にセメントペーストの線が表われること、振動機の使用者が手に受ける感じなどから、これを知ることができる。

振動機を引き抜くのはゆっくりこれを行ない、穴を残さないよう注意しなければならない。

バイブローダーなどを使用すると、振動機のそう入間隔や角度が適当なものに固定され、引抜く速度も規正できるので効果的な締固めができる。

振動締固めにより材料の分離を起こす場合には、振動締固めに適するよう、スランプを減らす必要がある。なお、ダムのコンクリートは大きい粗骨材を使用し、貧配合であるから、バケットからコンクリートが排出されたとき、多少とも大きい粗骨材が分離するものである。これらの分離した粗骨材は、振動締固め中これをコンクリート中に埋込んで、1バケットのコンクリートごとにならぬコンクリートになるよう締固めなければならない。粗骨材が分離した箇所をモルタルやコンクリートで おおいかぶせる ようなことをしてはならない。また、続いて運搬されたバケットのコンクリートの継目は、特に入念に締固めを行なって、それぞれのコンクリートが溶合って一体となるようにしなければならない。

コンクリートを打込み箇所に適確におろせない場合、近くにおろしたコンクリートに振動機で流動性を与え、横に移動させるようなことなどは材料の分離を起こすので避けなければならない。

バイブローダーなどを使用する場合には、クーリングパイプや清掃した打継面に損傷を与えないよう、第 1 層に必要な範囲だけ打って、その上にバイブローダーなどをのせるのがよい。締固めたコンクリートの上をバイブローダーなどが移動するときは、締固めたコンクリート面を損傷しないよう注意しなければならない。また、数バケットまとめて締固める場合や横押し、ならし等に補助ブルドーザーを使用する場合には、締固めた後のコンクリート面が荒されて、締固め状態の確認が困難になるので、振動機のかかり残しを生じないよう注意する必要がある。

バイブローダーなどでは締固められない ぐう角部や、きめ細かい締固めが要求される止水板のまわりなど、併用の手持ち振動機を使用する箇所では、特に入念な締固めをしなければならない。



## 8 章 継 目

### 47 条 総 則

- (1) 設計または施工計画によって定められた継目の位置および構造は、これを厳守しなければならない。
- (2) 設計または施工計画で定められていない打継目をやむをえず設ける場合には、責任技術者の指示を受けなければならない。
- (3) 継目は、ダムの安定、水密性等を害しないようにこれを施工しなければならない。

【解説】(1) について ダムの継目は、打継目と収縮継目とに分類される。打継目には、リフト境に水平方向に設ける水平打継目および鉛直または鉛直に近い方向に設ける鉛直打継目がある。収縮継目には横収縮継目および縦収縮継目がある。横収縮継目はダム軸方向の収縮による ひびわれ に備えるため設けるもので、ダムのコンクリートが冷却した後に、この継目にグラウチングを行なう場合と行なわない場合とがある。

縦収縮継目は、ダム軸に直角方向の収縮による ひびわれ に備えるために設けられるもので、鉛直にしたり斜めにしたりすることがある。縦収縮継目には、コンクリートが冷却した後、グラウチングを行なうのを原則とする。

これらの継目の位置、間隔および構造は、ダムのコンクリートのひびわれ防止に関係する事項、工事用プラントの能力、基礎の状況、洪水吐きゲートの径間など施工上または構造上の諸事項を総合判断して定められるものであるから、現場の都合、その他によってみだりに変更してはならないのである。

(2) について 機械の故障、天候の変化、その他の理由で一つのリフト内にやむをえず継目を設ける必要がある場合は、責任技術者の指示を受けなければならない。

(3) について 打継目の施工の良否がダムの安全性に及ぼす影響は、水平打継目においても鉛直打継目においても極めて重大であるので、新旧コンクリートの密着を完全に、ひびわれ、漏水、水の浸入による高い揚圧力等の起こらないように慎重に施工しなければならない。

### 48 条 水平打継目

- (1) 各リフトの上面は、大きな凹凸のない平らな面とする。
- (2) 各リフトの上層は、上昇してくる水によって品質の悪いコンクリートにならないように、特に注意しなければならない。上層に悪いコンクリートができた場合には、この部分のコンクリートを取除かなければならない。
- (3) 水平打継目の処理は、圧力ある水および空気の吹付け、湿砂吹付け等によ

りこれを行ない、その時期については責任技術者の指示を受けなければならない。チッピングは、やむをえない場合のほか、これを行なってはならない。

(4) 新しいコンクリートを打つ直前に、圧力ある水および空気を吹付けて、打継目を清掃し、十分水を除いた後、42条(2)、(3)および(4)によりモルタルを敷きならさなければならない。

【解説】(1) について 打継目の良否は、旧コンクリート自身の品質および打継面の処理清掃の程度に大きく左右される。表面を凹凸に造っても、それによって打継目がよくなるものでなく、足跡、大きな骨材の突出、くぼみ等の大きな凹凸は、清掃を完全にするための支障となるので、凹凸のない平らな表面にするのがよい。一般に振動機で十分に締固めると、リフト表面は自然とほぼ平らな面になる。

ダム軸に直角な方向に隣合った区画の水平打継目面は、打継目面が弱点となりやすいことを考慮して、同一の高さに設けなくて施工することもあるが、最近では打継目の表面処理方法の進歩および、その確実な実施により、同一の高さで施工するのが普通となっている。

(2) について 完全な打継目を造るためには、旧コンクリートを入念に施工することが最も大切であって、打継目の旧コンクリートの品質が悪い場合には満足な打継目を造ることはできないのである。打継目となるコンクリートの品質が悪いと、漏水、水の浸入による大きな揚圧力の作用等が起こるから、打継目の旧コンクリートの上面が悪いコンクリートとなった場合には、これを取除かなければならないのである。

(3) について 完全な打継目を造るためには、適当な時期に旧コンクリート表面の処理を行なった後、新コンクリートを打込まなければならない。

打継目の処理方法には、硬化前処理方法と硬化後処理方法とがある。硬化前処理方法は、コンクリートが固まる前に、普通、圧力ある水および空気の吹付けにより、コンクリート表面の薄層を除去し、粗骨材粒を露出させる方法である。この処理を行なう適当な時期は、コンクリート打込み後6~12時間程度とされているが、この時間は温度、その他の要素によって左右され、あまり早期に行なうと骨材をゆるめ、余分にコンクリートを取除くおそれがある。また、あまり遅すぎると、表面処理の効果を十分に発揮できないおそれがある。

硬化前処理は、施工が適当であれば満足な結果を得られるが、作業を終わった後湿砂でおうか、その他適当な被覆をしなければ次のコンクリートを打つまでに表面がよごれたり、レイタンスができたりする。このため新コンクリートを打つとき、打継目の面を再処理しなければならないことになる。

硬化後処理方法は、コンクリートが相当程度固まった後、コンクリート表面を処理する方法である。この方法には種々の方法があるが、最も確実な方法は、湿砂吹付けを行なった後、水で洗う方法である。湿砂吹付けを行なう時期は、そのリフト表面に新しいコンクリートを打込む直前でよい。あまり早期にこれを行なえば、コンクリートを害するおそれ

がある。湿砂吹付け方法は、処理作業を何度も繰返す必要のない最も信頼性のある確実な方法とされ、経済的であるとされている。

リフト表面を、のみ、その他を用いてチップングを行なうことは、コンクリート中の骨材をゆるませたりする欠点があるので、凍害を受けたとか、欠陥があるとか、やむをえない場合のほかは、これを行なってはならないのである。

#### 49 条 収縮継目

収縮継目は、表面の清掃を行ってから新コンクリートを打継ぐものとする。特に、継目グラウチングを行なう収縮継目面に、突起、モルタルなどの付着物、その他よごれなどがある場合には、継目にグラウトがよく行きわたるように、これを除去しなければならない。

【解 説】 収縮継目表面の不純物は、取除くように清掃する。アーチダムの横収縮継目や重力ダムの縦収縮継目のように、ダムを一体的に造る目的で継目グラウチングを行なう場合には、その継目表面に突起、モルタルなどの付着物、よごれなどがあるとグラウチングに支障をきたしたり、グラウトの密着を妨げたりするので、これを除去し、完全なグラウト効果を得るようにしなければならない。

中程度の規模のダムでは、縦収縮継目を底部の幅の広い部分にのみ設け、途中で止めることがある。その上端には円孔を設けるなどの設計が行なわれるが、ひびわれの発生を防止し、かつ、十分な止水を得るように、コンクリート打込みは、設計に従い、入念に行なわなければならない。

横収縮継目の止水板は、一般に銅板、不銹鋼板等を加工したものが多く用いられているが、最近は塩基性重合体（合成ゴム、塩化ビニール等）の止水板を用いた例がある。止水板は、その品質を確かめて用いなければならないのはもちろんであるが、その施工にあたっては、取付け位置の保持、止水板材料の保護、保存等に対して適当な対策を講じる必要がある。また、止水板が完全でも、周囲のコンクリートの品質がよくなないと、その目的を達することができないので、止水板周囲のコンクリートの打込みは、特に材料の分離をできるだけ少なくするよう、入念に行なわなければならない。

## 9 章 養 生

### 50 条 養 生

(1) コンクリートは、その打込み後、低温度、急激な温度変化、乾燥、荷重、衝撃等の有害な影響を受けないように、十分これを保護しなければならない。

(2) コンクリートは、その打込み直後表面をシートなどでおい、あるいはコンクリートが養生作業によって害を受けない程度に硬化した後、直ちに表面に水をためたり、絶えず散水するなど、適当な方法で湿潤状態に保たなければならない。また、せき板が乾燥するおそれのあるときは、これにも水をかけなければならない。

(3) 養生の期間については、責任技術者の指示を受けなければならない。

(4) この条(3)の期間以後における養生については、現場の状況により異なるが、できるだけ表面が乾燥しないように養生しなければならない。

【解 説】 (1) について 無筋・鉄筋 127 条 解説 参照。

(2)、(3)、(4) について ダムのコンクリート内部の自由水が、蒸発によって失われるには、相当の日時を要するから、内部コンクリートは十分硬化が行なわれるけれども、表面は乾燥して、ひびわれを起こしやすいから、十分長い間湿潤状態で養生する必要がある。養生の期間は一般には普通または中庸熱ポルトランドセメントを用いる場合には 14 日間、フライアッシュセメント、高炉セメント、シリカセメント、フライアッシュを用いる場合等には 21 日以上湿潤養生を行なうことが必要である。

## 10 章 型 わ く

## 51 条 総 則

(1) 型わくは設計図に示された位置、形状および寸法に正しく一致させ、堅固で、荷重、乾燥、振動機の影響等によって、くるいの起こらない構造としなければならない。

(2) 型わくの形状および位置を正確に保つため、適当な施設をしなければならない。

(3) 型わくは、容易にかつ安全に組立て および取りはずしができ、モルタルの漏れない構造にしなければならない。

【解説】(1)、(2) について ダムのコンクリートの打上がり速度は、他の構造物に比較して遅いから、型わくに作用する側圧は比較的小さいが、強力な振動機を用いること、粗骨材の最大寸法が大きいこと等のため、側圧が局部的に大きくなることもある。また、単位セメント量が少ないこと、セメントの一部をフライアッシュで置換えること、なるべく低い温度のコンクリートを打つこと等の理由によって、コンクリートの硬化および強度の増進が遅い場合もある。これらのことを考慮して型わくは十分に堅固な構造のものでなければならない。

アーチダムでは、水平方向および鉛直方向に曲面をなしている部分が多いから、所定の形状のものを造ることのできる構造の型わくでなければならない。

ダムでは片持ばり式の型わくが用いられるのが普通で、シーボルトなどの支保工を支える構造の設計、施工が不完全であると、型わくの形状および位置を大きく くるわせる おそれがあるので、特に注意しなければならない。

(3) について 型わくは、その組立て作業が容易に正しくでき、また、その取りはずし作業がコンクリート、その他に振動、衝撃を及ぼしたりすることなく、安全にかつ容易に行なわれるような構造としなければならない。また、せき板の継目からモルタルが漏れるような構造であってはならない。

## 52 条 せ き 板

(1) せき板は、組立てが容易であって、支保工によって堅固に支持される構造のものでなければならない。

(2) 木材せき板は、死ぶし、その他の欠点のないものとし、露出面となるコンクリートに接するせき板表面は平らに仕上げなければならない。

(3) せき板は再びこれを用いる前に、コンクリートに接する面を清掃しなければならない。この際、鋼製せき板の場合には、砂吹付けや、ワイヤブラシで傷を付

けてはならない。また、運搬、組立てに際しても、その板面を損傷しないように注意しなければならない。

【解説】(1)、(2) について 鋼製型わく、木製型わくのいずれを用いるかは工事の規模、ダムの形状等によって決められる場合が多いが、一般にダム工事では、型わく再使用の回数が多いので、鋼製型わくが用いられている。ただし、鋼製せき板は木製せき板に比べて、砂あばたや豆板ができやすく、また、再使用の回数を重ねるとせき板の面にひずみが生じやすいので、十分に注意しなければならない。なお、鋼製せき板のタイロッド用孔あけは、電気ドリルなどで丁寧に行ない、不要になったときの修復には、穴ふさぎ金物を用いて、平らに仕上げなければならない。

寒中あるいは暑中にコンクリートを打つ場合、鋼製型わくは、気温、直射日光等の影響を受けやすいから、コンクリートの温度を所定のものとするための処置を行なう必要がある。

木材せき板は、コンクリートとせき板との付着を防ぎ、コンクリートの露出面を平らで完全なモルタル面とするため、これを平らに仕上げなければならない。せき板の仕上げは一般にかんな仕上げとする。

鋼製せき板は、メーカーによって、組立および支保工との連結の方法、構造等が異なっているから、これらの調査、比較を行なって、適当なものを選定することが必要である。

(3) について 一度使ったせき板の面には必ずモルタルが付いているから、再使用に先立ち、その面を清掃し、必要があればせき板に塗布材料(55条参照)を塗らなければならない。

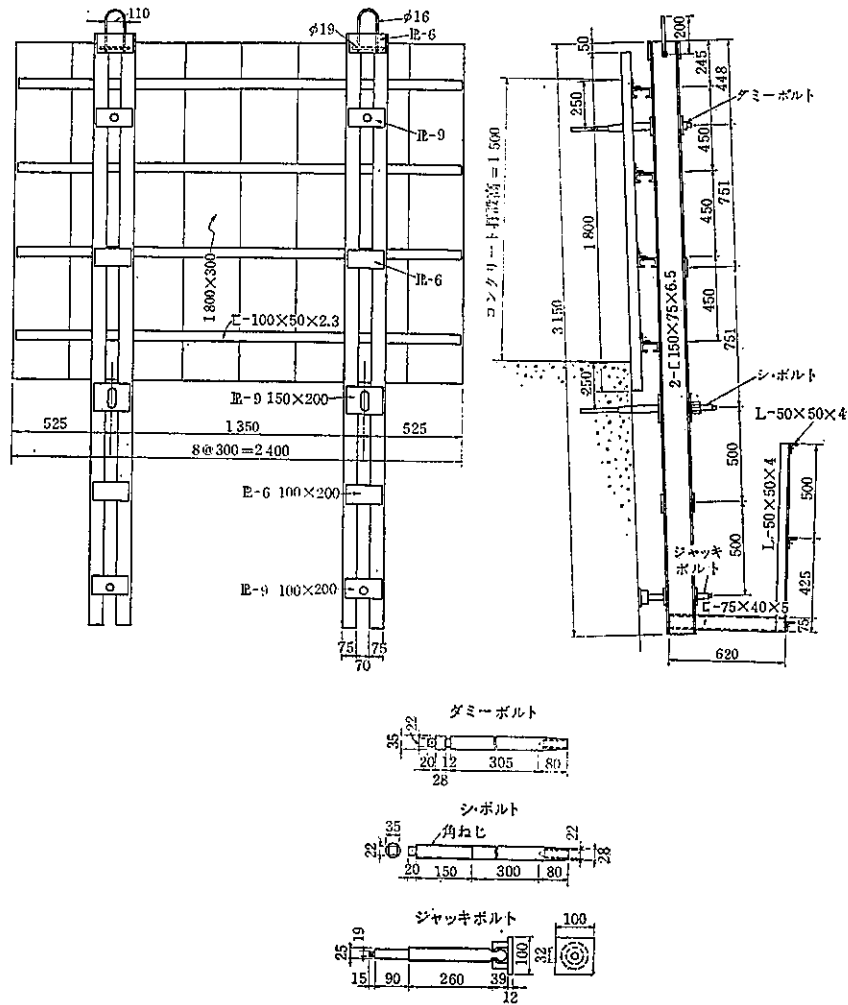
鋼製せき板の場合、その板面に傷ができると、せき板にコンクリートが付着するおそれが多くなる。それでこのように規定したのである。

## 53 条 支 保 工

支保工は十分な強度をもち、また変形の少ないものでなければならない。

【解説】ダムのコンクリートの型わくは、バケットから排出されたコンクリートの衝撃、振動締固め等の影響を受けるほか、バケットがぶつかると考えられるから、十分堅固に設計しなければならない。

最近では、堅固で、組立てが容易なうえ、コンクリートの打込みおよび締固めが容易になる利点のあるスライドフォームと呼ばれる片持ばり式の型わくがよく用いられる。この種の型わくでは、縦ばたと呼ばれる片持ばり式の支保工を丈夫に設計することが重要である。しかし、過大な断面のものを用いると重くなって、組立てや取りはずしが困難となる。また、変形に対してはたわみの計算を行なって、あらかじめ補正するようしなければならない。なお、この形式の支保工を用いれば、上部のタイロッドや支柱が、不要にな

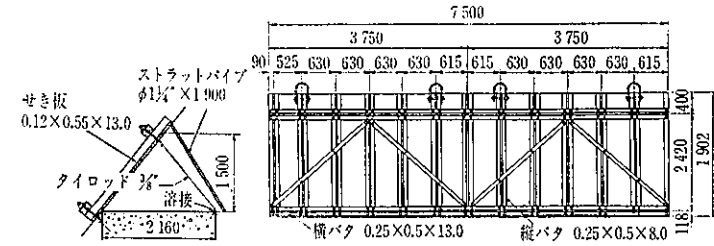


解説 図 2 片持ばり式型わくの例 (単位 mm)

るか、もしくは簡単なものです。解説 図 2 にこの型わくの例を示す。

片持ばり式のほか、下のリフトのコンクリートにアンカーで、上部をタイロッドで保持する場合もあるが、型わくが、内側に倒れるのを防ぐため、コンクリートが相当に打上が

るまで型わくを支持する仮の控えの支柱が必要な場合もある。この型わくの例を 解説 図 3 に示す。スライドフォーム以外の普通型わくは、建込みや取りはずしが面倒でくるといので、最近あまり用いられないが、着岩面付近および ぐう角部付近に採用するときには十分堅固な支柱を用いる必要がある。



解説 図 3 片持ばり式でない型わくの例 (単位: mm)

54 条 組 立 て

- (1) 型わくパネルを組立てるには、原則としてボルトまたは継目金具を用いるものとする。
- (2) 責任技術者の承認を得てからでなければ、鉄線を締付け材として用いてはならない。

【解 説】 (1) について 締付け用ボルトは、荷重に対し十分なものとし、組立てに際しては、十分にこれを締付けなければならない。型わくパネルの継目は、つなぎボルト、継目金具等を用いて締付け、型わくが変形しないようにしなければならない。

片持ばり式の型わくでは、タイロッドを用いないのが原則であるが、シーボルトの締付けが不十分となった場合にはタイロッドを用いて補強しなければならない。

(2) について 締付け材として鉄線を用いると、鉄線の伸びによって起こる型わくのくるといのは避けられないので、原則としてこれを用いてはならないのである。

55 条 塗 布

せき板内面に塗布する材料は、汚色を残さない鉱油または責任技術者の承認を得たものでなければならない。

【解 説】 無筋・鉄筋 146 条 (2) 解説 参照

コンクリートがせき板に付着するのを防ぐために、また、型わくの取りはずしを容易にするために、せき板内面には、離剤を塗布する必要がある。

はく離剤はせき板の材質、その他を考慮してこれを選ばなければならない。また、はく離

剤は責任技術者の承認を得たものでなければ使用してはならない。

#### 56 条 型わくの取りはずしおよび移動

(1) コンクリートを打ってから型わくを取りはずすまでの期間は、セメントの種類、配合、コンクリートの温度、気温、天候および風通し等を考えて慎重にこれを定めなければならない。

(2) 型わくは、コンクリートがその自重および施工中に加わる荷重を受けるのに必要な強度に達するまで、これを取りはずしてはならない。

(3) 型わくの取りはずしは、構造物に害を与えないように、できるだけ静かにこれを行なわなければならない。

(4) 型わく取りはずしの時期および順序については、責任技術者の承認を得なければならない。

(5) 型わくを上部のリフトに移動する方法は、容易に、かつ迅速に行なえるものでなければならない。

【解説】(1)、(2)、(3)、(4) について 無筋・鉄筋 149 条 解説 参照。

型わくを取りはずしてよい時期の大体の標準は、鉛直に近い面においてはコンクリートの圧縮強度が 35 kg/cm<sup>2</sup> に、監査廊、その他ダム内部のアーチなどの開口部においては 100 kg/cm<sup>2</sup> に、それぞれ達したときである。

型わくを取りはずすときのコンクリートの温度が、外気温よりも相当に高い場合に、型わくを取りはずすと、コンクリートが急に冷やされてその表面にひびわれができるおそれがあるから、コンクリート表面をおおって、コンクリートが徐々に冷やされるようにしなければならない。

(5) について 片持ばり式型わくの場合は、一つの面の型わく全体を一体として、上部のリフトに移動させ、再び組立てる方法が行なわれている。このためには、クレーン、ホイスト、フレーム等の適当な設備を用いる必要があり、型わくの取りはずしから再び組立てるまでの時間は、コンクリートの打込み計画に合うように、所定の時間内に組立てられるものとしなければならない。

#### 57 条 型わく取りはずし後の処理

(1) コンクリート表面に生じた豆板、ボルトの穴、型わく取りはずしの際生じた損傷、不陸等は、型わく取りはずし後に、これを適当な方法で処理しなければならない。

(2) ボルト、棒鋼、パイプ等は、コンクリートの表面から 2.5 cm 以内にこれを残してはならない。

【解説】(1)、(2) について コンクリート表面にできた豆板、その他締固めの不良の部分は、型わく取りはずし後、直ちにこれを取除き、清掃し、十分に湿潤にした後、硬練りモルタルで詰めなければならない。型わくパネルの組立てに用いたボルト、棒鋼、パイプ等がコンクリート表面に残っている場合は、表面から 2.5 cm 以上の深さでこれを切り、そのときできたコンクリート面の穴およびシーボルトの穴に対しても上記と同様の処理をしなければならない。したがって、タイロッド、ストラット、アンカーボルト等もあらかじめ表面の部分に残らない構造にするのが便利である。不陸の処理については、58 条 を参照して行なうのがよい。

## 11章 表面仕上げ

### 58条 表面仕上げ

(1) せき板に接して露出面となるコンクリートは、せき板に接して完全なモルタルの表面が得られるように、適当な打込みおよび締固めをしなければならない。

(2) コンクリートの上面は、しみ出た水を取除いて、木ごてでこれを平らに仕上げなければならない。ただし、こて仕上げは過度にならないように注意しなければならない。

(3) ダムの越流部のコンクリート表面仕上げは、すりへりに耐えるよう、特に入念に行なわなければならない。

(4) コンクリートの表面にできた突起、すじ等は、これを除いて平らにし、空げきまたは欠けた箇所は、その不完全な部分を取除いて水でぬらした後、適当な配合のコンクリートまたはモルタルを詰めて平らに仕上げなければならない。

【解説】(1) について ダムのコンクリートの表面は、通常特殊の仕上げを行わないから、露出面となるコンクリートの表面は、粗骨材や、細骨材が表われない完全なモルタルの表面でなければならない。これは美観上必要であるばかりでなく、表面の水密性および耐久性を大きくするうえからも大切である。このためには、せき板の表面が平らであること、せき板の継目が水密であること等はもちろん、打込みおよび締固めに十分注意しなければならない。なお、ダム越流部を除いた表面全部にわたり、各リフトの水平の境界線に小さなV字形の目地を設けるのがよい。この目地の見通しは正しい直線で、その大きさは一定であり、かつ、型わく取りはずしにあたりV字形目地のかどを害しないように注意しなければならない。

(2) について コンクリートの上面にはブリージングが起りやすい。この余分の水は表面にレイタンス、細かいひびわれ等ができる原因となるから、こて仕上げを行なう前に取去らなければならない。また、過度にこて仕上げを行なえば材料の分離により、表面にセメントペーストが集まって収縮、ひびわれ、またはレイタンスのできるおそれがあるから注意しなければならない。

(3) について ダムの越流部のコンクリートは、キャビテーション、砂利、砂などによるすりへりにより損しょうを受けるおそれがあるから、特に入念な表面仕上げを行ない、型わくに接しない面の仕上げは、かなこてを用いて入念に行なう必要がある。表面の不陸は次のような限度内におさめるのがよい。型わくに接する面の局部不陸は、1.5mの定規ではかり、流れに平行な方向の場合 8mm、流れに平行でない場合 3mm、全面的な不陸は 6mm、また、型わくに接しないすべての面に対して 3mの定規ではかったとき 6mmとする。

不陸を限度内におさめるためには表面の小さい突起はグラインダーなどを用いて研磨し、所定の限度内に仕上げなければならない。

## 12 章 寒中コンクリート

### 59 条 総 則

現場の平均日気温が  $4^{\circ}\text{C}$  以下になるおそれのあるときは、コンクリートの製造、打込み および養生につき、適当な処置をとらなければならない。

【解 説】 現場の平均日気温が  $4^{\circ}\text{C}$  以下になるような気象条件のもとでは、夜間あるいは早期等において、コンクリートの表面が凍結するおそれがあるので、コンクリートの製造および養生につき適当な処置をとらなければならないのである。

一般に気温  $4^{\circ}\text{C}$  までは常温の施工方法でよく、 $4\sim 0^{\circ}\text{C}$  では簡単な注意と保温によって施工できる。 $0\sim -3^{\circ}\text{C}$  の気温では、相当程度の保温が必要であると同時に必要に応じ、水だけか、または水および骨材を熱する必要がある。 $-3^{\circ}\text{C}$  以下では、水および骨材を熱してコンクリートの温度を高めるだけでなく、必要に応じ適当な保温、給熱によって打込んだコンクリートを相当な温度に保たなければならない。適当な保温、給熱の方法は現場の状況によって異なるから、責任技術者の指示に従わなければならない。

### 60 条 材 料

- (1) 凍結しているか または 氷雪の混入している骨材は、そのままこれを用いてはならない。
- (2) 水および骨材を熱する装置、方法、温度等については、責任技術者の承認を得なければならない。
- (3) セメントはいかなる場合でも直接これを熱してはならない。
- (4) コンクリートの硬化を促進させるために使用する混和剤は責任技術者の承認を得たものでなければならない。

【解 説】 無筋・鉄筋 165 条 (2), (3), (4), (5) 解説 参照。

### 61 条 練りませおよびコンクリート打ち

- (1) コンクリートの練りませ、運搬および打込みは、熱量の損失をなるべく少なくするようにこれを行なわなければならない。
- (2) 熱した材料をミキサに投入する順序は、セメントが急結を起こさないようにこれを定めなければならない。
- (3) 型わく、施工面、埋設物等に氷雪がついている場合、および施工面が凍結している場合には、これを適当な方法で溶かした後に、コンクリートを打込まなければ

ばならない。

- (4) 打込むコンクリートの温度は、 $5^{\circ}\text{C}$  以上でなければならない。

【解 説】 (1) について ダムのコンクリートは、それが練りませられ、運搬され、また、打込まれるときに大きい体積で行なわれるので、その間にコンクリートの温度が急速に冷却されることはないが、それでもできるだけ熱量の損失を少なくし、所定の温度で打込まれるようにコンクリートの取扱回数や回数を少なくしたり、打込みのとき寒風に直接さらされたりしないように注意する必要がある。

(2) について 無筋・鉄筋 167 条 (3) 解説 参照。

(3) について 型わく、施工面、埋設物等に氷雪が付いている場合、および打込みの旧コンクリートなどの施工面が凍結している場合には、湯または蒸気を用いてこれを溶かした後でなければコンクリートを打込んではいない。旧コンクリート面が凍結している場合にはカンパスでおおって その中に蒸気を送って これを溶かすなど適当な設備をコンクリートの打込み箇所において容易に用いることができるように準備しておく必要がある。

(4) について 打込むコンクリートの温度が  $5^{\circ}\text{C}$  以下であると、気温が急に低下したときコンクリートの表面が凍結するおそれがあるのでこのように定めたのである。打込むコンクリートの温度は、外気温、風速および打込み時の露出時間等によって適切に定めるべきものであるが、一般には  $10^{\circ}\text{C}$  ぐらいが適当である。ダムのコンクリートは、コンクリートが凍結するおそれのない範囲内で、できるだけ低い温度でこれを打つのがよく、必要以上に高くしないことが大切である。

### 62 条 養 生

- (1) コンクリートは、打込み後、凍結しないよう十分に保護し、特に風を防がなければならない。
- (2) コンクリート打込み後、圧縮強度が  $50\text{ kg/cm}^2$  以上になるまで  $5^{\circ}\text{C}$  以上の温度に保ち、さらに次の 3 日間はコンクリートが凍結しないように保護しなければならない。
- (3) コンクリートの養生温度を保つため、これを熱するときは、コンクリートが乾燥しないように注意しなければならない。また、コンクリートを過度に熱したり、部分的に熱してはならない。

【解 説】 (1), (2) について コンクリートの打込み後、直ちにコンクリートの温度を  $5^{\circ}\text{C}$  以上に保つように保護しなければならない。ダムのコンクリートは一般に体積が大きいから、コンクリートの内部が  $5^{\circ}\text{C}$  以下になることは少ない。しかし、表面だけは凍結しやすいから、表面を保護して凍結を防ぐ必要がある。一般にコンクリートの表面を適度に保護をし、熱の放散を防いでコンクリートの硬化熱を利用すれば、コンクリート表

面の温度を 5°C 以上に保つことができる。

たとえば気温が -6~-7°C のとき 10°C のコンクリートを打込み、打込み後、直ちにその上面を防水シートでおおえばこの規定の温度で養生することができるといわれているのであり、現場の状況に応じて適当な方法を用いるのがよい。冷たい風がコンクリートの表面にあたると、気温があまり低くなくても表面は直ちに凍るから、いかなる場合でも寒風だけは防がなければならない。また、同様に型わくの外側にシート、むしろあるいは発泡ウレタン板などをあてて型わくの外面が直接寒風にふれないようにするのがよい。

断熱マット、保温マット等を用いれば、これらの養生が効果的にできることが報告されている。AE コンクリートの場合、一般に圧縮強度が 50 kg/cm<sup>2</sup> に達すれば、コンクリートの初期凍害に対して安全であることが認められているので、この条(2)の養生期間を定めたのである。

**(3) について** 一般にマスコンクリートにおいては、熱の放射を防げば(2)の規定の養生を行なうのにコンクリートに給熱する必要はほとんどない。しかし、気温が特に低いときは給熱してコンクリートの温度を 5°C 以上に保たなければならない。このためには、コンクリート上面をキャンバスでおおい、その中に蒸気を通すのがよい。給熱の際、乾燥しないように、コンクリートに十分に水分を与えることが大切である。

材令の若い時期において、高い温度で養生したコンクリートは低温で養生したコンクリートより品質が著しく劣るものであるから、必要以上に養生温度を高くしないように注意しなければならない。

#### 63 条 型わくの取りはずし および おおいの除去

コンクリートを所定の期間養生した後、型わくあるいは おおい を除去するとき、コンクリートの表面が急に冷えて、ひびわれが生じないように注意しなければならない。

**【解説】** 寒中においては、型わくは、鋼製のものを除きコンクリートを保護するのに有効であるから、なるべく長期間型わくをそのまま存置しておくのがよい。

型わく、または おおい を除去するとき、コンクリートを急に低い温度にさらすと表面にひびわれができるおそれがあるから、コンクリートの表面が徐々に冷えるようにしなければならない。この場合の温度降下の割合は 24 時間に 10°C 以下となるように注意しなければならない。

#### 64 条 凍害を受けたコンクリート

凍結によって害を受けたコンクリートは、これを除かなければならない。

**【解説】** 無筋・鉄筋 171 条 解説 参照。

## 13 章 暑中コンクリート

### 65 条 総 則

コンクリートの打込み温度が 25°C 以上になるおそれのあるときは、コンクリートの材料および施工について適当な処置をとらなければならない。

**【解説】** 暑中にコンクリートを施工すると、単位水量が増加したり、セメントの凝結時間が短くなり水が過早に蒸発するためスランプロスが增加してワーカビリティが悪くなったり、急速な乾燥によってコンクリートの表面にひびわれ(プラスチック クラック)がでたり、コンクリートの温度上昇が增加してこれが冷えたときにコンクリートの収縮が非常に大きくなったり、いろいろの困難が起こる。

したがって、暑中にコンクリートを打つときには、コンクリートの温度を低くするように骨材の貯蔵、練りませ、養生等に十分な注意と処置とが必要である。

### 66 条 材 料

- (1) 長時間炎天にさらされた骨材は、これを冷やしてから用いなければならない。冷やす方法については責任技術者の指示を受けなければならない。
- (2) 水はできるだけ低温のものをいなければならない。

**【解説】** (1)、(2) について 長時間炎天にさらした骨材を、そのまま用いるとコンクリートの温度が高くなってコンクリートのワーカビリティが悪くなるばかりでなく、コンクリートが冷えたとき、その温度差が大きくなって、ひびわれの原因となる。気温が 30°C 以上にも達する場合、炎天にさらされた粗骨材をそのまま用いると、でき上がったコンクリートの温度が 40°C 以上にもなり、コンクリートが急結することがある。だから骨材は日光の直射を避けるために、おおいをし、炎天に直接さらされないように貯蔵しなければならない。暑中においては、打込むときのコンクリート温度を低くすることが望ましい。このため骨材の温度が高いときは、骨材を冷却して用いなければならないのである。粗骨材を冷やすには、使用前に冷水をかけるなど責任技術者の指示する適当な方法をとる必要がある。

練りませに用いる水を冷却することは、コンクリートの温度を低くするのに有効な方法である(70 条 参照)。

### 67 条 コンクリート打ち

- (1) 打込みのときのコンクリートの温度は、なるべくこれを低くしなければならない。



らない。

(2) コンクリート打ちは、夜間にこれを行なうのがよい。

(3) 打上がり速度は、44条(4)に規定する速度よりもなるべくこれを遅くしなければならない。

(4) コンクリートは、その打込み中およびその直後、日光の直射を避ける設備をするか、または散水して、湿潤状態に保たなければならない。

【解説】(1)、(2)、(3)、(4)について 日光の直射を避け、コンクリート温度の上昇を少なくするためには夜間作業が有利であるから、十分な照明のもとに夜間作業を行なうのがよいのである。

暑中は打込むコンクリートの温度が高くなり、硬化熱による上昇温度も大きくなりやすいものである。低温の季節と同様なコンクリートの打上がり速度で打上がって行くと、熱の放散が小さくなってコンクリート内部に熱が蓄積される結果となり、冷却したときの温度差が大きくなるから、暑中においては、リフトの上面からの熱の放散を十分に、コンクリートが適当に冷却してから打継ぐ必要がある。すなわち、打上がり速度を相当に遅くする必要があるわけである。適当な熱の放散日数は現場の状況によって異なるものであるから、打上がり速度は責任技術者の指示に従わなければならないのである。

暑中におけるダムコンクリートの打込みは相当にやっかいなものである。日光の直射、乾燥等に対しては特に注意する必要がある。打込んだコンクリートが日光の直射を受けると、乾燥して表面にひびわれ(プラスチッククラック)のできるおそれがあり、また、コンクリートの温度も高くなるから日光の直射や乾燥を避ける手段をとらなければならないのである。打ったばかりのコンクリート表面を保護するには適当な防水布の類をかぶればよい。また、湿潤状態に保つため霧を吹付ければ、表面を湿潤状態に保つほかに周辺の空気を冷却する効果もある。給水装置は十分に用意し、乾燥、湿潤の繰返しが生じないようにしなければならない。

また、遅延性減水剤を適当に用いることは、打込み中におけるコールドジョイントの発生を防止するのに有効なものである。

## 14章 コンクリートの冷却

### 68条 総 則

コンクリートの冷却は、ダムの規模、ダム地点の温度条件、コンクリートの打込み温度、使用材料、打上がり速度、継目グラウチング等の実状に応じ、ダム設計上の温度規正計画に基づいて、これを行なうものとする。

【解説】コンクリート冷却の主な目的は、コンクリートの温度上昇およびコンクリート内の温度勾配をできるだけ小さくして、ひびわれの発生を防ぐことであり、また、アーチダムにおいては、継目グラウチング後の温度応力を小さくする目的に対して行なう場合がある。

コンクリートの温度上昇を小さくするためには、小規模のダムでは自然熱放散、低熱型セメントの使用、フライアッシュの混和等の方法ですむことが多いが、大規模のダムでは人工冷却を、あわせて行なう場合が多い。人工冷却については、ダムの規模、ダム地点の温度条件、コンクリートの打込み温度、使用材料およびコンクリートの性質、打上がり速度、継目間隔等から決定されるものである。

人工冷却には、プレクーリングとパイプクーリングの二つの方法がある。人工冷却をする場合に、プレクーリングによるか、パイプクーリングによるか、あるいは両者を併用するかは、その工事の諸条件を総合検討して決定しなければならない。

プレクーリングはコンクリート材料を冷却して行なうもので、打込み温度を低くする場合に有効な手段である。一方、打込まれたコンクリートの温度は、セメントの水和熱および外気温の影響による温度上昇率が比較的大きな場合が多く、したがって、プレクーリングによって初期の温度を規正するだけでは不十分な場合もあり、また、継目グラウチングのための二次クーリングを必要とする場合もあって、パイプクーリングが有効に用いられる。このような理由から、人工冷却は一般にパイプクーリングによって行なう実績が多い。しかし、ダムコンクリート施工の急速化の目的で、横収縮継目の省略、リフト高さの増大などによって施工の能率をはかる場合には、パイプクーリングとともに、プレクーリングを十分に行なうことが必要になるものである。

### 69条 パイプクーリング

(1) パイプクーリングは冷やした水または自然河川水を用い、打込みリフト面上に布設した冷却管に通水してこれを行なうものとする。

(2) 冷却管はコンクリートの打込みおよび締固めをするとき、移動、変形等のないように、これを設置しなければならない。

冷却管はコンクリートを打込む前に 圧力ある水または空気を通して これを検査

し、漏れのないようにしなければならない。また、コンクリートの打込み中においても、冷却管に異状があるかどうかの検査を随時行ない、異状がある場合はこれを補修または止水し、特に打込み中のコンクリートに害を与えないよう必要な措置を講じなければならない。

(3) 通水は、コンクリート打込み開始後、直ちにこれを始め、設計に定められた期間、中断することなくこれを続け、コンクリートが所要の温度になるようにしなければならない。

(4) 継目グラウチングのために行なうパイプクリーニングは、この条(3)の作業が終ってから、適当な期間がたった後通水を再開し、コンクリートが所定の温度になるまで通水を続けなければならない。

(5) パイプクリーニングを行なうとき、冷却管周囲のコンクリートに急激な温度変化の起こらないようにしなければならない。

(6) クーリング作業が完了した後、ダム内に埋設したクーリングパイプはグラウチングしなければならない。

【解説】(1) について パイプクリーニングは、新しいコンクリートを打込む前に、クーリング用のパイプを水平に配置し、その中に冷やした水または自然河川水を通し、コンクリートの水和熱を取去り、コンクリートの温度を低下させるものであって、クーリングパイプは、普通外径 25mm 程度の鋼管を用いる。

パイプの径と間隔、通水量、通水温度、通水の時期および期間、冷却管の1コイルの長さ等パイプクリーニングの計画は、コンクリートの熱的性質と温度状態、ダムの工程、継目グラウチングの時期、冷却作業の経済性等を総合検討して、ダム工事ごとに定めなければならない。

一般的には、1冷却管の1コイルの標準長さは、150~300m であり、通水量は1コイルあたり、毎分 15ℓ 程度が標準である。

パイプの標準間隔は、1.0~2.5m で、ダムによっては夏期の岩着部のパイプ間隔が0.7m 程度のものがある。

これらの諸元のうち、クーリングの効果を大きくするには、パイプの間隔を狭くすること、水温を低くすること、が有効であるが、流量、パイプの径、冷却管の1コイルの長さを変化させることは、あまり効果的でない。

パイプは主に 解説 図 4 に示す堤内配管と呼ばれる冷却管と、給水用として 解説 図 5 に示す、堤外配管と呼ばれる水流切替装置をもつメインヘッダーとディストリビューターとに分けられる。このうち冷却管のサプライ、リターン両ヘッダーは、解説 図 6 に示すグースネックにより、下方リフトのコンクリート中に確実に埋設して設置し、コンクリート打込み時に弱点とならないように配慮しなければならない。また、メインヘッダーに設けた水流切替装置は、通水中に適時水流の方向を切替え、ダムの温度を均等に低下させるためのもので、その切替時期は、ダムの温度、リターンの水温等から決定する必要がある

が、一般的には 1~2 日ごとに水流方向を切替えることが望ましい。

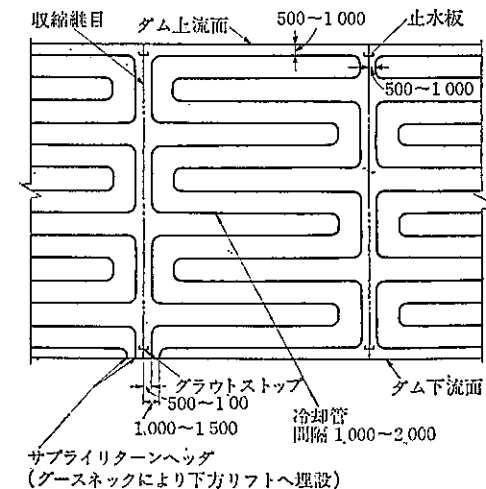
(2) について 冷却管は水平打継目の処理後、設計図に従って水平方向に配管するのが通例であるが、この際、冷却管は打込み、締固めに際して移動したり変形したりすることのないようにしなければならない。また、冷却管の破損部、接続部等からの漏水のために、その付近のコンクリートの品質が悪くならないように、配管後、圧力ある水または空気を通して検査し、漏れのないようにしなければならない。打込み、締固めの際に冷却管を破損しないように特に注意しなければならない。

(3) について コンクリート打込み開始後、直ちに行なうパイプクリーニングは、コンクリートの温度上昇を小さくしてコンクリートのひびわれを防ぐために行なうものである。パイプクリーニングは、一般に冷却パイプの上にコンクリートを打込むと同時にこれを開始し、冷却計画によって定められた期間できる限り中絶することなく通水する必要がある。

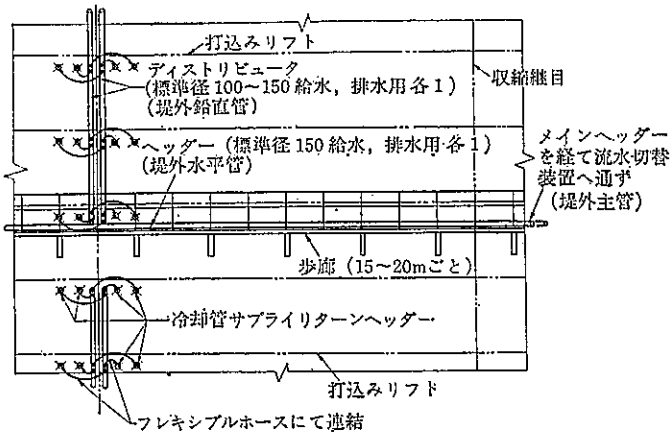
この通水期間は、一般に 4 週間程度である。

(4) について 継目グラウチングのために行なうパイプクリーニングは、一般に、冷却計画および継目グラウト計画によって定めた冷却ゾーンのいくつかのリフトのコンクリートに対して、ほぼ同時に通水を開始し、継目グラウチングに必要な温度に達するまで、通水を続けるのである。

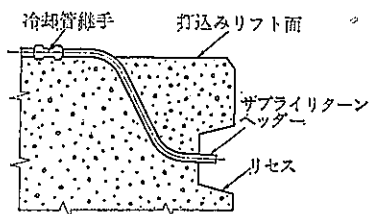
(5) について 冷却管に通す水の温度が低過ぎると、冷却管周囲のコンクリートは急激な温度変化を受け、ひびわれ発生の原因となるので、周囲のコンクリート温度と通水温度との差は約 20℃ を越えてはならない。このためには、コンクリート中の温度を測定しておく必要がある。



解説 図 4 冷却管標準配置 (単位: mm)



解説 図5 ダム下流面標準配管



解説 図6 グースネックの取付け

(6) について クーリングのためにダム内に埋設したパイプは、クーリング作業が終了した後、継目グラウチングを行なう際に、これをグラウチングすることが必要なのである。

## 70条 プレクーリング

- (1) プレクーリングは、冷やした水、冷やした粗骨材、氷等を用いてこれを行なうものとする。
- (2) 各材料の冷却は、練上がりコンクリートの温度が著しい変化を起こさないように、均等にこれを行なわなければならない。
- (3) 練りまぜに用いる水の一部として氷を用いる場合には、その氷はコンクリートの練りまぜが終るまでに、完全に溶けていなければならない。

【解説】(1),(2),(3) について プレクーリングは、主として夏期に用いられるものであって、コンクリート材料の一部または全部をあらかじめ冷却し、コンクリートの打込み温度を低下させる方法である。プレクーリングによって何度のコンクリートを造るかは、気温、打上がり速度、コンクリートの熱的性質、セメントの種類、単位セメント量等によって異なるが、一般に温度 10°C 程度以上のコンクリートとするのが望ましい。

しかし夏期は、コンクリートの練上がり温度を外気温度よりも 10~15°C 低くしている例が多い。

プレクーリングには、気温に応じて、冷水を用いる場合、冷水と氷とを用いる場合、冷水、氷および冷却した粗骨材を用いる場合等がある。セメントおよび細骨材の冷却は効率がよくないので普通には用いられない。プレクーリングにあたっては、コンクリートの練上がり温度が著しい変化を起こさないように、均等に各材料の冷却を行なわなければならない。

粗骨材の冷却には、空気による冷却方法と水による冷却方法とがあり、これはいずれも骨材ビン内に 1~4°C の冷風、または冷水を循環させて冷却する方法であるが、空冷方式が多く採用されている。粗骨材の冷却によるコンクリートの温度低下は 6~9°C 程度で、他の材料を冷却する場合に比べて冷却効果は最も大きい。空冷方式による場合、ビンの中の貯蔵骨材量が少ないと、冷たい空気は抵抗の少ない部分、たとえば円すい状の底をもった貯蔵ビンでは、まわりの壁に近い部分を通過し、中央部の骨材は十分に冷却されないおそれがある。そして骨材を取出すとき、この十分冷却されない中央部の骨材が、周辺のものより先に抜出ようとする傾向がある。したがって、常に一定量以上の骨材をビンの中に確保し、滞留時間を長くするとともに、冷たい空気が一様に回るようにして、粗骨材の温度が不均一にならないようにしなければならない。

練りまぜに用いる水の一部として氷を用いる場合には、ミキサ内で氷が完全に融解しないと、練上がったコンクリートの中に氷が混入し、品質の悪いコンクリートができるおそれがあるので、氷の量は、練りまぜに用いる水量および練りまぜ時間を考慮して決めるとともに、氷の形状についても塊状のものを使用しないことが必要である。氷の使用量は、一般に練りまぜ水量の 10~40% 程度で、これによるコンクリートの温度低下は 3~7°C 程度である。さらに温度低下を大きくする必要があるときは、60~80% も使用する場合もあるが、氷の使用量が多いと、冷却効果は大きいですが、練りまぜ時間が長くなり、コンクリートの打込み能率はかなり低下する。氷としては一般にはチューブアイスあるいはフレークアイスが用いられている。

暑中などにおいて、打込み温度が高くなるのを防ぐために、練りまぜに冷水を用いる場合は、水の温度を 2~5°C 程度に冷却して用いられ、これによるコンクリートの温度低下は、通常 1~2°C 程度である。

## 15章 継目グラウチング

### 71条 総 則

設計上、一体として働く必要のある箇所に収縮継目を設ける場合には、継目グラウチングを実施するのを原則とする。

継目グラウチングは、施工計画に基づいて、コンクリートが所定の温度に低下した後、これを実施するものとする。

【解説】 継目グラウチングは、ダム<sup>1</sup>のコンクリート温度が、一般に、重力ダムでは最終安定温度に、アーチダムでは設計条件で定められた所定温度になって、グラウチングに必要な開きができるときにこれを行ない、ダムを一体的にしなければならないのである。継目の開き<sup>2</sup>があまり小さいと、グラウト注入作業が困難であり、グラウト注入に必要な継目の開きは、最小 0.5 mm 程度とされている。

継目グラウチングにおいては、たくさんパイプを開閉しなければならないが、その順序、操作を誤らずに適当な圧力で注入するには、非常な経験と熟練とを必要とするものである。

### 72条 グ라우チング

(1) グ라우チングのために必要なグラウト止め、配管系統等は、設計によって定められた位置に正しくこれを設置しなければならない。

グラウト止めは、特に水の漏れないように、また、グラウチングを行なう前にこれを破損しないように注意しなければならない。

配管系統は、グラウチングを行なう前にこれを詰まらせたり、破損したりしてはならない。

(2) グ라우チングを行なうときは、その準備作業として、継目の開きを調べ、全配管系統および継目に、注入圧力とほぼ同じ圧力のある水または空気を通して、清掃および試験を行ない、配管系統、グラウト止め、継目等からの漏れの有無を調べなければならない。漏れのある場合には、適当な処置をとらなければならない。

継目は、試験および清掃を完了した後、グラウチングを行なう直前までその間げきに水を満たしておかななければならない。

(3) グ라우チングを実施しようとする継目に隣接する収縮継目には圧力水を満たすとともに、上方のリフトの継目には水を循環させなければならない。

(4) グラウトに用いるセメントは、一般に、粉末度の高いものを原則とする。また、凝結のあまり早いものであってはならない。

(5) グ라우チングは、責任技術者の指示に従ってこれを行なわなければならない

い。

(6) グ라우チングのための設備およびダムの上下流面、通廊、たて坑等に付着したグラウトによるよごれは、グラウチング終了後、直ちに清掃しなければならない。

【解説】 (1) について 継目グラウチングのために必要なグラウト止めは、特に水の漏れないように注意しなければならない。またコンクリートの打込み作業中にこれを破損すれば、グラウト漏れをおこす原因となるから、グラウチングを行なう前に、これを破損しないように十分注意しなければならない。

堤体内に埋設するヘッダー、ライザー、ベンド、コンジッドボックス等の配管系統はコンクリートの打込み作業中に じゃまになるため破損しやすく、また、詰まりやすいのでこのようなことのないように十分注意しなければならない。

(2) について 継目グラウチングは、一般に、やりなおしができないから慎重に準備する必要がある。それで注入作業を実施する前に、圧力のある水または空気を通して試験を行ない、漏れないことを確認しておかねばならないのである。漏れのある場合には責任技術者の指示に従って、その漏れを止めなければならない。漏れを止めるにはペースト、糸鉛、まきはだ等を詰めこむ方法、木の くさび をたたき込む方法等がある。試験の際にみつからなくて、グラウト作業中に注入圧力を維持できないような漏れの場合も、上記の方法に準じてその漏れを止めなければならない。

(3) について 注入している面に隣接する継目に水を満たし、あるいは通水するのは、グラウトの注入圧力とつり合いを保たせ、過剰な たわみ がブロックに起こることを防ぐとともに、これらの継目の面の配管系統がグラウト漏れによって詰まることを防止するためである。この水は注入後 6 時間程度残しておくのがよい。

(4) について グラウトに用いるセメントは、一般にその粒の細かいほど継目の小間げきに入りやすくなるので、粉末度の高いことが大切である。一般に 0.15 mm ふるいを 100% 通過し、0.088 mm ふるいを 98% 以上通るものが望ましい。また、継目がグラウトでん充される前に配管系統を詰まらせることのない程度に、凝結の遅いものがよいのであって、一般には中唐熟ポルトランドセメントまたは普通ポルトランドセメントが用いられている。また、グラウトの分離を少なくし、あるいはその流動性を高めるため、ベントナイトとか減水剤などを混和する場合もある。

(5) について 継目グラウチングは、特に熟練した技術と経験とを必要とするものであって、注入の順序および方法については、ダム工事ごとに、十分技術的な検討をしたうえで決定しなければならない。

注入圧力は、グラウトリフトの高さ、その周囲の状態および収縮継目の開き等を考慮して決定するものであって、圧力が高いほど継目間に形成するグラウト膜は密実となるが、圧力があまり高過ぎるとブロックに好ましくない応力を起こさせたり、また、ブロックを動かしたりするおそれがある。継目グラウチングを実施しているときは、継目の開き、ブ

ロックのたわみ等を絶えず観測するなど、十分な注意を払わなければならない。一般に、グラウトリフトは15m程度、また、注入圧力はグラウトリフトの頂部において2~4 kg/cm<sup>2</sup>程度である。グラウトの水セメントの重量比は、まず8:1程度の薄いものから開始し、だんだん濃度を濃くして、0.6:1程度にするのがよい。

工程、その他の事情で、計画的に再注入工法を採用する場合があるが、その場合の実施および注意は、おおむねこの条によるものとする。

## 16章 プラグのコンクリート

### 73条 総 則

仮排水路、その他工事の便宜上設けた堤体内の一時的開口は、すべてこれを適当な時期にコンクリートで完全に詰めなければならない。

【解 説】 ダムの工事においては堤体内に仮排水路を設けて工事中の一時的水路とする場合があるが、湛水を開始するには単にこれを締切るばかりでなく、その中を全部コンクリートで詰めなければならない。なお、仮排水路のコンクリート打込み用斜坑のような堤体内に設けた一時的開口もすべてコンクリートで十分に詰めなくてはならない。

### 74条 コンクリートの打込み

- (1) プラグのコンクリートを打込む方法については、責任技術者の承認を得なければならない。
- (2) プラグのコンクリートは所要の品質をもち、かつ作業に適するワーカビリティをもつものでなければならない。
- (3) コンクリートを打込むとき、締切りからの漏水がある場合には、適当な方法でこれを処置しなければならない。
- (4) コンクリートは温度があまり高くないように、適当な処置をとらなければならない。

【解 説】 (1) について プラグのコンクリートの詰込みが不十分であると漏水の原因となるから、その打込みには十分確実な方法をとらなければならない。

水平あるいは水平に近い開口の場合は特にコンクリートの打込みが困難である。打込みの方法には斜坑を用いる方法、コンクリートポンプを用いる方法、プレパックドコンクリートによる方法等があるから、これらのどれを用いるかについては責任技術者の承認を得ることとしたのである。

(2) について プラグのコンクリートは、ダムのコンクリートとして所要の品質をもたなければならないのはもちろんであるが、コンクリートの打込みの方法に斜坑やコンクリートポンプ等を用いることがあるので、コンクリートのワーカビリティ、粗骨材の最大寸法等は前記の施工方法に適したものとしなければならないのである。

(3) について 堤体内仮排水路の締切りは、通常ダム上流面に設けた角落し、ゲート等によるものであるが、締切りが完全でないと普通多少の漏水がある。この場合には漏水をパイプで下流に導き、コンクリートの詰込みに支障のないようにしなければならない。

(4) について プラグのコンクリートは、コンクリートの温度上昇を小さくし、ひ

びわれのできないようにする点からは、ゆっくりこれを打込むのが望ましいが、一般にはできるだけ速やかにコンクリートを詰込む必要がある場合が多い。しかし、長大なプラグのコンクリートを一度に打込むと、水和熱の放熱が少なく、温度の上昇が大きく、このためコンクリートが冷えたときにひびわれができるおそれが多いので、人工冷却によって温度調節を行なってコンクリートを冷却させる必要がある。

短時間にコンクリートを冷却させるためには、パイプクーリングによるのが最も適当である。

プラグのコンクリートは沈下による収縮と冷却による収縮のため、周囲に間げきができるものであって漏水の原因となるおそれがあるから、その間げきは十分にグラウチングを行わなければならないのである。

### 75 条 グ라우チング

堤体内仮排水路、その他の開口のプラグのコンクリートが十分冷却してから、周囲のコンクリートとプラグのコンクリートとの間げきにグラウチングを行わなければならない。

【解説】 堤体内仮排水路では、74 条（4）の解説に記したようにプラグのコンクリートと周囲のダムコンクリートとの間にできる間げきは、漏水の原因となるおそれがあるからコンクリートが冷却し、その間げきができるときにグラウチングを行わなければならないのである。このためには、あらかじめダムのコンクリートとプラグコンクリートとの接触面に縦目グラウチングの場合に準じた配管をしておくのがよい。

それほど断面が大きくないとか、水圧のごく小さい場合にはグラウチングを行わなくても差支えないが、この場合には、必ずプラグコンクリートの打込み前にプラグのコンクリートに接するダムのコンクリート面を、48 条によって処理しなければならない。

## 17 章 品質管理

### 76 条 総 則

均等質で所要の品質を有するコンクリートを造るため、コンクリートの材料、機械設備、作業等を管理しなければならない。

【解説】 コンクリートの品質が大きく変動すると、ダムの重要な部分に悪いコンクリートが打込まれて、ダムの安全度を害するおそれがあり、また、割増し係数が大きくなり、設計基準強度 ( $\sigma_{ck}$ ) より相当大きな平均強度をもつコンクリートを打込まなければならないから、不経済となる。

したがって、常に均等質の材料を用い、材料の計量を正確にし、十分な練りまぜを行ない、材料の分離を少なくするように運搬、打込み、締固めを行ない、かつ適当な養生をしなければならない。

コンクリートの品質を数値的に表わす手段として一般にコンクリートの圧縮強度が使用されている。これは管理の手段として比較的簡単であるばかりでなく、コンクリートの圧縮強度からダムのコンクリートの強度のほか耐久性、その他の性質も類推できるからである。

しかし、圧縮強度の試験値が得られたときには、たとえ、そのコンクリートが所要の品質を有していないと考えられた場合でも、ダムに打込まれたコンクリートは容易に造り直すことができない状態になっているものである。したがって、工事中は、責任技術者の指示により、77 条 材料の管理、78 条 機器の管理、79 条 コンクリート試験による管理等によって、コンクリート作業全般にわたって管理を行ない、これをコンクリートの品質の管理に反映させなければならない。

圧縮強度によるコンクリートの品質検査については 80 条 に述べてある。

最近のわが国のダム工事においては、材令 91 日における圧縮強度の変動係数は、管理が十分行なわれている場合は重力ダムで 15% 内外、アーチダムではこれより小さい値になるのが普通である。

### 77 条 材料の管理

- (1) コンクリート材料は、工事中、常に試験を行なって、その品質の変動を知り、これを定められた範囲内にあるように管理しなければならない。
- (2) 試験の項目、方法および試料の取り方は責任技術者の指示による。

【解説】 (1)、(2) について 材料によるコンクリートの品質の変動の主な原因と考えられるものに、次の三つがある。

- (a) セメントおよびフライアッシュの品質の変動
- (b) 骨材の表面水量の変動
- (c) 骨材の粒度の変動

セメントは同一工場で作られた新しいものでも、その強度の変動係数が数%である場合がある。貯蔵期間が長い場合には、その変動はさらに大きくなるおそれがある。また、フライアッシュの品質も相当変動する場合がある。

したがって、セメント、フライアッシュとも製造工場での出荷前の品質管理が重要であって、製造工場では規格試験のほかに、管理限界を設けて均一なものを入力する必要がある。輸送中 および 貯蔵期間中にも、セメントの品質が変動することがあるので、使用前に再試験を行ない品質を確かめなければならない。特に貯蔵期間が長い場合にはその必要があるのはいうまでもない。

セメントの試験は大規模な工事の場合 250~2000 t ごとに行なったり、またセメント貯蔵サイロごとに行なった例がある。

骨材の表面水量、特に細骨材の表面水量は変動する傾向が大きいため、表面水量が常にほぼ一定になるように管理するとともに、常にこれを試験して現場配合における計量水量を調整しなければならない。表面水量の試験の回数は、その変動する状況によって異なるが、1日5回程度以上とするのがよい。

骨材の粒度、特に細骨材の粒度は、常に試験して変動の範囲を小さくするように管理しなければならない。細骨材については 11 条 に示すように、粗粒率が 0.20 以上変化しないように管理する必要があり、粗骨材においては 24 条 に示すようにふるい分けし、また過小粒、過大粒が多量にできないようにしなければならない。粒度の試験はその変動する状況によって異なるが、1日1~3回以上行なうのがよい。

また、混和剤についてもその品質を管理しなければならないのは当然である。

材料の管理のために行なう試験の項目、試験の方法、試料の採取方法およびその回数等については、ダムの規模、現場の状況等を考慮して責任技術者が決定する。

#### 78 条 機器の管理

コンクリートの施工に使用される機器は、定期的に検査し、その性能の変化を確かめ、これを調整しなければならない。

【解説】コンクリートの施工に使用される全般の機器について、一定の期間ごとに検査を行ない、所定の性能を発揮するように調整を行なう必要がある。このため必要ある場合は、一定の期間ごとにコンクリートの打込み休止日を設けるのがよい。

特にふるい、ミキサ、計量器および振動機の調整は重要で、ふるいについては所定のふるい目の寸法を保つように、ミキサについては 36 条 に示すように責任技術者の承認した練りませ性能を保つように、計量器については 34 条 に示す計量の許容誤差以内におさま

るように、振動機については 46 条 に示す性能を保つように、これらを管理しなければならない。計量を管理するには  $\bar{X}-R$  管理図を用いれば計量の異常を容易に検知することができる。

#### 79 条 コンクリート試験による管理

(1) 工事中、少なくとも、次の試験をしなければならない。

- (a) コンシステンシーの試験
- (b) 空気量の試験
- (c) 圧縮強度試験

(2) 試験の方法は、責任技術者の指示する場合を除き、JIS に定められた方法によるものとする。

(3) 試験のための試料を採取する時期および回数は、責任技術者の指示による。

(4) 圧縮強度の試験値は、一般の場合、同一バッチからとった供試体 2 個以上の平均値とする。圧縮強度の材合は責任技術者の指示による。

(5) 試験値により、コンクリートの品質を管理する場合、管理図を用いるのがよい。

【解説】(1) について 無筋・鉄筋 184 条 (1)、(2) 解説 参照。

コンクリートを造る工程に異常がないかどうかを確かめるため、また、打込まれたコンクリートが所要の品質を有しているかどうかを確かめるため、工事中試験を行なわなければならない。一般の場合、少なくともコンシステンシーの試験、空気量の試験、圧縮強度の試験を行なわなければならない。これらの試験は一般に試験方法あるいは供試体寸法によって粗骨材の最大寸法が規定されているので、粗骨材の最大寸法が大きいダムコンクリートにおいては、湿式ふるい分けをした試料によって試験をする場合が多い。湿式ふるい分けをした試料による試験値は、ふるい分けの操作によって大きなばらつきを生じることがあるので注意しなければならない。

(a) コンシステンシーの試験について、コンシステンシーの変動を小さくすることは、作業を容易にするためばかりでなく、均等なコンクリートを造るためにも一般に必要なことである。同じ配合のコンクリートであれば、コンシステンシーの変動と強度の変動の間にはある程度のある関係があることが認められており、また、所要の水量が用いられているかどうか、骨材の粒度が均等であるかどうか等も判断できるので、コンシステンシーの試験を行なうことは、コンクリートの品質を確かめるための補助的な資料として有効である。

コンシステンシーの測定には、従来、一般にスランプ試験が用いられる (31 条 解説 参照)。

(b) 空気量の試験について 空気量は、コンクリートのワーカビリティ、強度、耐久性等に影響を与えるものである。したがって、AE コンクリートの場合は、所要の品質のコンクリートを作るためには、空気量試験を行わなければならないのである。

(c) 圧縮強度試験について ダムコンクリートに必要な強度には、圧縮強度、引張強度、せん断強度等がある。圧縮強度によって引張強度、せん断強度等も大体において判断できるので、コンクリートの圧縮強度試験は、コンクリートの品質を確かめるために重要な試験である。

コンクリートの圧縮強度による品質検査については 80 条 に述べてある。

コンクリートの品質を確かめるための試験として (a), (b), (c) のほかに非破壊試験、コンクリートから切取ったコアの強度試験等があり、必要に応じて適宜行なうのがよい。

(2) について 同じ目的のための試験でも、その方法によって試験値が異なるし、また、べつべつに行なわれた試験値を比較するため、および試験誤差を少なくするためにも試験方法を定めることが必要である。この示方書では原則として JIS の試験方法によることにしたのである。しかし、JIS に規定されていない試験は、責任技術者の指示により適当な試験方法によらなければならない。

(3) について ダムコンクリートの品質を確かめるために行なう試験の試料は、それを採取する時期、回数を誤ると打込まれたコンクリートの正しい性質を知ることが困難となるので、試料の採取については、代表的な試料をとるよう心掛けなければならない。そのため試料は各ロットから無作為にとらなければならないのであって、不注意から誤った方法でとられたり、あらかじめ通知した時刻にとられた試料などは適当ではない。また、試料を採取する回数があまり少ないと、その試料の試験値はコンクリートの品質を代表していると考えることができない。したがって、試験のための試料を採取する時期、回数は責任技術者が決定すべきものとしたのである。試料の採り方は一般に JIS A 1115 「まだ固まらないコンクリートの試料採取方法」によるものとする。

この項は、80 条 圧縮強度によるコンクリートの品質検査のための試験試料採取にも適用されるというまでもない。

(4) について 圧縮強度の試験値として、同一バッチからとった供試体 2 個以上の平均値を用いることにしたのは、試験による誤差を少なくするためである。工事の初期においては、試験による誤差がわからない場合が多いので、同一バッチからとる同一材令の供試体の個数は多くとるのがよい。

圧縮強度試験を行なう材令は、工事の規模、現場の状況等を考えて、責任技術者が定めることが必要である。従来のダム工事においては、7 日、14 日、28 日、91 日、180 日、1 年によった例が多い。管理を目的とした場合の材令は、一般に 28 日あるいは 14 日としている。

(5) について 管理図は一般に  $\bar{X}-R$  管理図が用いられる。管理図は、管理限界線の幅が適当でない役に立たないので注意しないなければならない。また、工程がよい管理状態にある場合でも試験値がまれには管理限界線の外にでることがあるので、試験値

が管理限界線の外にでたときには、その原因が、永続的なものであるかどうかを確かめ、必要な場合、適切な処置を講ずることが大切である。

管理図は、製造工程が安定しているかどうかを表わすものであって、これによって品質を直接検査するものではない。打込まれたコンクリートが、所要の品質を有しているかどうかを判定するためには 80 条 圧縮強度によるコンクリートの品質検査によることが必要である。

#### 80 条 圧縮強度によるコンクリートの品質検査

(1) 圧縮強度によるコンクリートの品質検査は、一般の場合、材令 91 日における圧縮強度によって行なう。

(2) 試験のための試料の採取、回数、試験方法および検査のための圧縮強度の試験値を得るための供試体の個数は、79 条 に準ずるものとする。

(3) 圧縮強度の試験値により、コンクリートの品質を検査する場合、責任技術者の指示によって得られた全部の試験値および一部の連続する試験値を 1 組として検査しなければならない。

(4) 圧縮強度の試験値が  $0.8\sigma_{ck}$  を  $1/20$  以上の確率で下らないこと、および  $\sigma_{ck}$  を  $1/4$  以上の確率で下らないことを適当な危険率で推定できれば、コンクリートは所要の品質を有しているものと判定してよい。この場合の危険率は責任技術者が定めるものとする。

(5) (4) による検査の結果、コンクリートの品質が適当でない場合は、責任技術者の指示により、配合の修正、機械設備の性能検査、作業方法の改善等の適切な処置をとるとともに、打込まれているコンクリートが所要の目的を達し得るかどうかを確かめ、必要に応じて適当な処置を講じなければならない。

【解説】(1) について ダムコンクリートの設計基準強度 ( $\sigma_{ck}$ ) は材令 91 日を標準としているが、コンクリートの品質を早期に判定したい場合、必要に応じて適切な処置ができるように責任技術者の指示に従い早期材令の試験値を用いてもよい。しかし、この場合でも 材令 91 日の検査は 行なわなければならない。早期材令で検査を行なう場合は、あらかじめ試験によって  $\sigma_{ck}$  に対応する早期材令の圧縮強度を求めておく必要があることはいうまでもない。

(2) について 79 条 参照。

コンクリートの計量検査では、コンクリートの品質の変動に比べて試験誤差が小さい一般の場合は、一つの試験値を得るための供試体を数多く造るより、試験値の数を増やす方がその効果が大きい。したがって、試験誤差を小さくするように努め、供試体の数を減らして試験値の数を増やすようにすることが大切である。

(3) について 無筋・鉄筋 190 条 (1) 解説 参照。



(4) について この項は打込まれたコンクリートの圧縮強度の試験値が満足しなければならない条件を示したもので、27条 配合強度の条件と同じである。

採取検査の方法には大別して計数検査と計量検査とがある。コンクリートの場合の計数検査は、試験値を合格品と不合格品の数で表わし、その品質を不合格品の割合で判定するものである。計数検査は計量検査に比べて同じ個数の場合には判定能力が低い、検査、記録、計算等が簡単であるから、試験値の数が多い場合は便利である。

計量検査は品質を計量値とその数で表わし、品質を不良率または平均値と標準偏差で判定する方法である。計量検査は計数検査に比べ同じ個数の場合判定能力が高いので、悪い品質のものが合格と判定される危険率は小さい。それでダムコンクリートの場合は計量検査の方法によって判定するのがよい。

計量検査の方法は、次の通りである。

あるロットの圧縮強度の試験値から、その平均値 ( $\bar{\sigma}_n$ ) と 不偏分散の平方根\* ( $S_n$ ) を計算し、解説図7の  $k_a, k_b$  を用いて、次の関係が成立すれば、所要の品質を有していると判定してよい。 $k_a, k_b$  を合格判定係数という。

$$\begin{aligned} \sigma_n &\geq 0.8\sigma_{ck} + k_a S_n \\ &\geq \sigma_{ck} + k_b S_n \end{aligned}$$

$\sigma_{ck}$  は設計基準強度である。

上段の式が成立すればコンクリートの品質は27条の条件(a)を満足しており、下段の式が成立すれば同じく条件(b)を満足していることを示している。

採取検査では、よい品質のコンクリートが不合格と判定される危険率 ( $\alpha$ : 生産者危険率) および悪い品質のコンクリートが合格と判定される危険率 ( $\beta$ : 消費者危険率) をあらかじめ定めなければならない。これらの危険率は責任技術者が定めるべきものであるが、ダムコンクリートの場合には一般に  $\alpha$  は 0.10~0.15 としよ。

解説図7の  $k_a(k'_a), k_b(k'_b)$  は  $0.8\sigma_{ck}$  の不良率を 1/20,  $\sigma_{ck}$  の不良率を 1/4 としなくても  $\alpha=0.10$  の場合を示したものである。

一般に試験値の数が増えるほど、悪い品質のコンクリートが合格と判定される危険率は小さくなるものである。

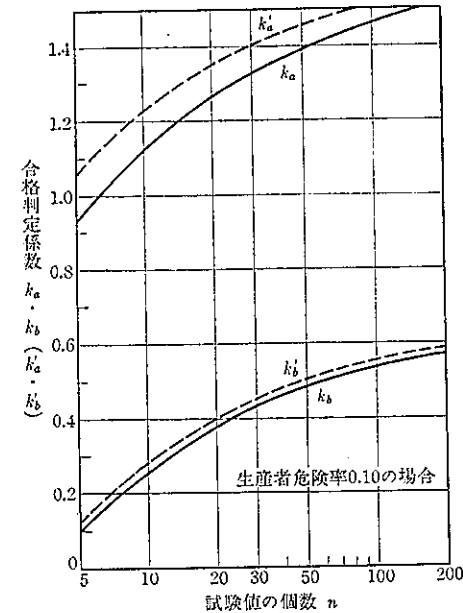
ダムコンクリートの場合、一般に試験値の数は30個程度より多く取るのが望ましい。

工事が進み  $\bar{X}-R$  管理図が安定したと考えられた場合、すなわち、いずれの検査ロットの標準偏差もほぼ同じ値とみなしてよいときには、解説図7の  $k_a, k_b$  の代わりに  $k'_a, k'_b$  を、 $S_n$  の代わりに標準偏差を用いて検査してもよい。

現場において工程の管理が十分に行なわれている場合には、悪い品質のコンクリートが造られていることはまれであるので、ダムコンクリート工事が、この標準示方書の原則に従って順調にすすまれることを前提として、検査方法をこのように定めたのである。し

\* 不偏分散の平方根  $S_n$  は次式より求める。

$$S_n = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_n)^2 + (\sigma_2 - \sigma_n)^2 + \dots + (\sigma_n - \sigma_n)^2}{n-1}}$$



解説図7 合格判定係数

かし、悪い品質のコンクリートが造られている疑いのあるときなどには、責任技術者の判断により、消費者危険率  $\beta$  をおさえて検査することが必要である。

現場における実際の変動係数(標準偏差/平均値)を確かめる方法は、無筋・鉄筋190条(2)解説に述べてある。

コンクリートの配合と耐久性などから定めた場合に、コンクリートの品質を検査する方法は、無筋・鉄筋190条(3)解説に述べてある。

(5) について 無筋・鉄筋190条(4)解説参照。

### 81条 報告

試験の結果は、速やかに責任技術者に報告しなければならない。

【解説】 無筋・鉄筋187条 解説参照。

## 18 章 工 事 記 録

## 82 条 工 事 記 録

責任技術者は工事中，作業の工程，施工状況，養生方法，天候，気温，実施した試験等を必要に応じて記録しなければならない。

【解 説】 無筋・鉄筋 193 条 解説 参照。

無断で転載および複写を禁ず

コンクリート標準示方書解説 昭和 49 年度版 定価 2 900 円

昭和 25 年 12 月 昭和 24 年度版 第 1 刷発行  
 昭和 26 年 6 月 昭和 26 年度版 第 1 刷発行  
 昭和 33 年 12 月 昭和 33 年度版 第 1 刷発行  
 昭和 42 年 7 月 昭和 42 年度版 第 1 刷発行  
 昭和 49 年 9 月 昭和 49 年度版 第 1 刷発行

© 著 者 土木学会コンクリート委員会 委員長 國分正胤  
 専 務 下村 肇  
 出版権者 東京都新宿区四谷 1 丁目 土木学会  
 専務理事  
 発行所 160 東京都新宿区四谷 1 丁目 社団法人 土 木 学 会  
 電話 東京(351)4131 (代表)  
 振替 東京 1 6 8 2 8 番

印 刷 技 報 堂 落丁乱丁本はおとりかえいたします。