

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	291
1条 適用の範囲	291
2条 定義	291
2章 コンクリートの品質	294
3条 総則	294
4条 強度	294
5条 単位重量	295
3章 材料	295
6条 総則	295
1節 セメント	296
7条 セメント	296
2節 水	296
8条 水	296
3節 細骨材	297
9条 総則	297
10条 粒度	297
11条 粒度変化の許容範囲	298
12条 有害物含有量の限度	299
13条 耐久性	300
4節 粗骨材	300
14条 総則	300
15条 比重	300
16条 粒度	300
17条 有害物含有量の限度	301
18条 耐久性	302
19条 すりへり減量の限度	302
5節 混合材料	302
20条 総則	302
21条 混合材	303
22条 混合剤	303
6節 材料の貯蔵	304
23条 セメントの貯蔵	304

24 条 骨材の貯蔵	305
25 条 混和材の貯蔵	306
26 条 混和剤の貯蔵	306
4 章 配 合	307
27 条 総 則	307
28 条 配合強度	307
29 条 単位水量	308
30 条 AEコンクリートの空気量	308
31 条 単位セメント量	310
32 条 コンステンシー	312
33 条 細骨材率	313
34 条 配合の表わし方	313
5 章 材料の計量	314
35 条 材料の計量	314
6 章 練りませ	316
36 条 総 則	316
37 条 ミキサ	316
38 条 練りませ	317
7 章 コンクリート打ち	318
1節 準備作業	318
39 条 連搬装置の清掃	318
40 条 打込み箇所の準備	318
2節 コンクリートの連搬 および 打込み	319
41 条 総 則	319
42 条 バケット	320
43 条 コンクリートの打込み開始	320
44 条 コンクリートの打込み	321
45 条 1リフトの高さ および 打上がり速度	322
3節 締 固 め	324
46 条 総 則	324
47 条 振動締固め	324
8 章 繙 目	325
48 条 総 則	325
49 条 水平打継目	326
50 条 収縮継目	328
9 章 養 生	328
51 条 養 生	328

10 章 型 わく	329
52 条 総 則	329
53 条 せき板	330
54 条 型わくおよび支保工	330
55 条 組立て	331
56 条 塗 布	331
57 条 型わくの取りはずしおよび移動	332
58 条 型わく取りはずし後の処理	332
11 章 表面仕上げ	333
59 条 表面仕上げ	333
12 章 寒中コンクリート	334
60 条 総 則	334
61 条 材 料	335
62 条 練りませおよびコンクリート打ち	335
63 条 養 生	336
64 条 型わくの取りはずしおよびおおいの除去	337
65 条 凍害をうけたコンクリート	337
13 章 暑中コンクリート	337
66 条 総 則	337
67 条 材 料	338
68 条 コンクリート打ち	338
14 章 コンクリートの冷却	339
69 条 総 則	339
70 条 プレクーリング	339
71 条 パイプクーリング	341
15 章 繙目グラウチング	342
72 条 総 則	342
73 条 グラウチング	342
16 章 プラグのコンクリート	344
74 条 総 則	344
75 条 コンクリートの打込み	344
76 条 グラウチング	345
17 章 品質管理	346
77 条 総 則	346
78 条 材料の管理	347
79 条 機器の管理	347
80 条 コンクリートの試験	348

81 条 圧縮強度によるコンクリートの品質検査	350
82 条 報告	352
18章 工事記録	353
83 条 工事記録	353

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、ダムのマス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、高さ 80 m 程度までのダムのマス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。

それで、この示方書は、ダムの規模、重要性、応力状態、等によっては十分でなく、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、個々のダムの特性に応じた示方書を作らなければならない。その場合には、この標準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。

2条 定義

この示方書の用語を つぎのように定義する。

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、等を締め切るコンクリート工作物をいう。この示方書ではこれをダムという。

責任技術者——工事に責任をもつ技術者をいう。

セメント——JIS(日本工業規格) 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つくるために、セメントおよび水と練りませる砂、碎砂、砂利、碎石、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、練りませのさいに必要に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て、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、不溶性の化合物をつくるようなシリカ質物質を含んだ微粉状態の材料をいう。

AE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チー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おそくるために用いる材料をいう。

エントレインドエアー——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ー——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、最小寸法のふるい目の開き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し引いた水をいう。

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。

骨材の表乾比重——表面乾燥飽水状態の骨材粒の比重をいう。

セメントペースト——セメントおよび水を練りませてできたものをいう。

モルタル——セメント、細骨材および水を練りませてできたものをいう。混和材料を加えたものもモルタルという。

コンクリート——セメント、細骨材、粗骨材および水を練りませてできたものをいう。混和材料を加えたものもコンクリートという。

AEコンクリート——エントレインドエアー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

配合割合——コンクリートまたはモルタルにおいて、これらをつくるときの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圧縮強度をいう。

記号: σ_r

設計基準強度——コンクリート部材の設計において基準とした圧縮強度をいう。

記号: σ_{ck}

単位量——コンクリート1m³をつく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——ブリージングにともない、コンクリートまたはモルタルの表面に浮び出で沈んでした物質をいう。

コンシスタンシー——主として水量の多少によるやわら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。

ワーカビリチー——コンシスタ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。

プラスチシティー——容易に型につめることができ、型をとり去るとゆっくり形をかえるが、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。

収縮継目——コンクリートの収縮によってひびわれるのである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。

プレクーリング——コンクリートの練り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——コンクリートに埋め込んだパイプに冷たい水を通して、コンクリートを冷やすことをいう。

グラウト——セメント、多量の水、ときとしては、混和材料、砂、等をまぜてできたものをいう。

グラウチング——グラウトを注入する作業をいう。

プレパックドコンクリート——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つめ、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。

【解説】無筋コンクリート標準示方書（以下無筋と省略する）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、また熱応力による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とくに水密性および気象作用にたいする耐久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つく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、十分な練りませ、所要の養生を行ない、適当な継目を設ければならないのである。

また、熱応力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について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、つね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つくることが必要なのである。

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、圧縮強度のほかに引張強度、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のちに設計荷重をうけるのが普通であり、また水和熱発生の

少ないセメントを用いたり、ポゾラン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で、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はなく、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365日の強度は、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ぞましい。

5条 単位重量

(1) コンクリートの単位重量は、 2.30 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 ダム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、つねに所要の単位重量をもつようコンクリートをつくらなければならない。

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をして定めなければならない。

重力ダムでは単位重量の大きなコンクリートをつくることが一般に有利である。

従来のわが国の実例では、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 t/m^3 をこえているから、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。

3章 材 料

6条 総 則

材料はこれを用いるまえに、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、財産におよぼす影響も非常に大きく、きわめて重要な構造物であるから、ダムに用いる材料はかなら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。

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、中庸熱ポルトランドセメント、フライアッシュセメント、高炉セメント(A種・B種)およびシリカセメント(A種)は、それぞれJIS R 5210ポルトランドセメント、JIS R 5213フライアッシュセメント、JIS R 5211高炉セメントおよびJIS R 5212シリカ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6条解説参照。

(1)についてダム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、等におよぼす影響がきわめて大きいから、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。とく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、水和熱発生の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な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365日の強度が材令91日の強度を下まわ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つくるためには、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。

(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C種高炉セメント、B種およびC種シリカセメントがあり、また、高硫酸塩高炉セメント、その他も研究が進められている。これらのセメントは、その品質を十分調査、試験をしたうえで、ダムのコンクリート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、有機物、等、コンクリートの品質に影響をおよぼす物質の有害量を含んでいてはならない。

【解説】無筋7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コンクリートの強度、耐久性をもととして判断するのがよいのである。

碎砂も、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、岩質あるいは破碎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、破碎機の選定にとくに注意する必要がある。形の悪い細骨材を用いるととくにコンクリートのワーカビリティーを害し、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。

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
10~5	0~5
5~2.5	5~15
2.5~1.2	10~25
1.2~0.6	10~30
0.6~0.3	15~35
0.3~0.15	12~20
0.15以下	3~10

ふるい分け試験はJIS A 1102によるものとする。

【解説】細骨材の単価が同じであるとき、細粗粒が適当に混合していれば、粒の大きさがそろっているときよりも細骨材の空げきが小さいから単位セメント量が比較的小なくて、強度、耐久性、水密性、等、所要の品質をもつコンクリートを経済的につくること

ができるのである。

したがって 経済的見地から、なるべく細粗粒が適当に混合している細骨材をえらぶのがよいのである。しかし、実際 現場付近でこのような細骨材の得られない場合も少なくない。この場合、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ことがらである。

表 1 に示した程度のものを用いると、実験上 および 経験上 普通の場合、経済的に所要の目的を達するコンクリートができるのである。

この場合における細骨材の粒度は、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くら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。とくに 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せしめ、ワーカビリティーをよくすることが明らかにされている。とくに碎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つくるためにも、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が変化するものである。とくに粒径が 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くらべて、0.20 以上の変化を示したときは、配合をかえなければ その細骨材を用いてはならない。

【解説】 細骨材の粒度がコンクリートの配合をき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 ワーカビリティーに大きい影響をおよぼして、工事に支障をきたすことがある。とくに 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いちじるしく影響される。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つくるためには、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に便利であるので、一般に粗粒率が用いられている。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たい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くらべて 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か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、示方された範囲をこえる場合には、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かえるか、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ぞましい。

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 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う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		1.0
洗い試験で失われるもの		
コンクリートの表面が すりへり作用をうける場合		3.0*
その他の場合		5.0*
0.3 mm ふるい にとどまる材料で比重 2.0 の液体に浮くもの		0.5

* 碎砂の場合で 洗い試験で失われるものが碎石粉であり、粘土、シルト、等を含まないときは、最大値をおおのの 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 うす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 こい場合でも、その砂でつく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 7 日 および 28 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 10 条 解説 参照。

13条 耐久性

- (1) 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。
安定性試験はJIS A 1122によるものとする。
- (2) 損失重量が(1)に示した限度をこえた細骨材は、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たいして満足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。
- (3) 損失重量が(1)に示した限度をこえた細骨材は、これを用いた実例がない場合でも、これを用いてつく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11条解説参照。

4節 粗骨材**14条 総則**

粗骨材は清浄、強硬、耐久的で、適当な粒度をもち、うすい石片、細長い石片、ごみ、どろ、有機物、等の有害量を含んでいてはならない。

【解説】無筋12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あらわす目安となるものであり、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。従来のわが国の実例では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。

16条 粒度

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。

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	80~40	40~20	20~10
150	35~20	32~20	30~20	20~12	15~8
80	—	40~20	40~20	25~15	15~10
40	—	—	55~40	35~30	25~15

ふるい分け試験はJIS A 1102によるものとする。

【解説】表3はダムのコンクリートに用いる粗骨材にたいして適當な細粗粒の混合程度の標準を示したものである。

コンクリートをつくる場合、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150mmを限度としているので、表3では粗骨材の最大寸法を150mm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180mmとした例もある。たとえば黒部ダム、坂本ダム、等である。

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うけなければならない。

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
やわらかい石片	5.0
洗い試験で失われるもの	1.0*
比重2.0の液体に浮くもの	1.0

* 砕石の場合で、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。

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、やわらかい石片の試験はJIS A 1126によるものとする。

【解説】無筋14条解説参照。

18条 耐久性

- (1) 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。
安定性試験はJIS A 1122によるものとする。
- (2) 損失重量が(1)に示した限度をこえた粗骨材は、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たいして満足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。
- (3) 損失重量が(1)に示した限度をこえた粗骨材は、これを用いた実例がない場合でも、これを用いてつく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15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とを示すものである。すりへり試験の結果が、この条件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たいする抵抗が大きく、また骨材の取扱い中における破損等も少ないのでこのように定めたのである。

5節 混合材料

20条 総則

混合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う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合材料は、一般に、混合材としてはフライアッシュ、混合剤としては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ーの改善、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、ワーカビリティーが改善され、凍結融解にたい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、これらの混合材料を用いて所期の効果を得るためにには、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。とくに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、その適否をたしかめなければならないのである。

21条 混合材

- (1) 混合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、とくに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)以外の混合材は、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合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ジランとくら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、品質のばらつきの少ないことをたし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ジランについては、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およぼす影響や経済性について、十分に調査、試験をして、その適否をたし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 混合剤

- (1) 混合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(案)」および「減水剤規格(案)」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合剤は、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21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倉庫またはサイロに通風をさけて貯蔵し、入荷の順にこれを用いなければならない。
- (2) 袋詰めセメントは、地上30cm以上の床の上に積み重ね、検査や搬出に便利なように配置して貯蔵しなければならない。
- (3) 袋詰めセメントは、13袋以上積み重ねてはならない。
- (4) ばらのままセメントを貯蔵する場合は、底にたまつてでない部分ができるないようにしなければならない。
- (5) 貯蔵中に、いくぶんでもかたまつたセメントは、これを工事に用いてはならない。
- (6) 長期間貯蔵したセメントおよび湿気をうけた疑いのあるセメントは、これを用いるまえ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うけなければならぬ。
- (7) 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】セメントは長時間貯蔵したり、湿気をう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、ダムの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。

(1),(2),(3),(4),(5)について 無筋22条解説参照。

(6)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ヵ月以上も貯蔵するとその強度が大約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うけても強度は減少する。それで3ヵ月も貯蔵したり、湿気をうけた疑いのあるセメントは、用いるまえ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うけなければならないのである。

(7)について 温度が過度に高いセメントを用いると、偽凝結をお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の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°C~60°C以下に、あるいは引渡し時の温度を40°C~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150mm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) 練りませたコンクリートの温度がき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す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しなければならない。
- (6) 骨材は冰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つくるためには、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さすのである。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、これら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 mm
40~20 mm
20~5 mm

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ー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つてはならないし、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%以上あつてはならない。

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ー、空気量など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、山積みその他のさい取り扱いが不適当であれば、粒が分離したり破碎したりして、ミキサに入るときの骨材の粒度が変化するから、粗骨材の取り扱

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等、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出すさい、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るに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ともなう温度上昇を小さくするため、練りませ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(67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つくるには、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(61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いちじる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はん雑となり、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ー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くなる原因の一つが、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つくるうえに、骨材の表面水量を一定に保つことがきわめて大切なのである。

細骨材の場合、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23条解説参照。

25条 混合材の貯蔵

- (1) 混合材はなるべく防湿的な倉庫、サイロ、等に貯蔵し、入荷の順にこれを使いなければならない。
- (2) ポゾランは一般に比重が小さく飛散しやすいものであるから、その取り扱いに注意しなければならない。

【解説】(1), (2)について 無筋24条(1), (2)解説参照。

26条 混合剤の貯蔵

- (1) 混合剤は、ごみ、その他の不純物の混入しないよう、粉末状の混合剤は吸湿したり固まったりしないよう、液状の混合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。

(2) 混合剤に異状を認めたときは、これを用いるまえ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、その混合剤を用いてはならない。

【解説】(1), (2)について 無筋24条(3), (4)解説参照。

4章 配合

27条 総則

コンクリートの配合は、所要の強度、単位重量、耐久性、水密性をもち、硬化のさいの温度上昇が小さく、かつ、作業に適するワーカビリティーをもつ範囲内で、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つく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、

- 1) 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
- 2) 適当な空気量のAEコンクリートとすること
- 3) 適当な粒度および形状の骨材を用いること
- 4) 最大寸法の大きい粗骨材を用いること
- 5) 細骨材率を小さくすること

等が大切である。

単位水量がきまれば、所要の強度、耐久性、水密性、等を得るために単位セメント量をきめればよいのである。また、重力ダム等においては所要の単位重量をもつコンクリートをつくることが重要なのである。

28条 配合強度

コンクリートの配合強度 σ_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えて定めなければならない。すなわち、圧縮強度の試験値がつぎ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 σ_{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 σ_{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たい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 さ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。本条では、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 σ_{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 設計基準強度にたいして小さくならないように、「試験値は設計基準強度 σ_{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。

29 条 単位水量

(1) 単位水量は 作業ができる範囲内で、できるだけ少なくなるよう、試験によつ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たいしては、セメント量が少くなり、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つくるためには、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、きわめて少ないものである。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。

30 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 ワーカビリチーをもととする場合、所要のワーカビリチー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) 単位混和剤量は 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 1117 (水柱圧力法)、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。

【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たいする耐久性が きわめてすぐれているので、きびしい気象作用をうけ、露外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ぬ。この場合の適当な空気量は、運搬、締固め後において 表 6 に示す程度の値が一般的の標準である。

きびしい気象作用をうけない部分に AE コンクリートを用いる場合には、所要のワーカビリチーが得られる範囲内でなるべく 小さい空気量とすることが必要である。

なお、とくにきびしい気象作用をうけるコンクリートの場合、または とくに貧配合のコンクリートのワーカビリチーをよくするの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 6 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 手で取り除くことになる。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 33 条, 34 条 解説 参照。

31 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とくに耐久性、水密性の大きいように、これを定めなければならない。

(2) 単位セメント量は材料の性質、施工設備、作業管理の程度、等によって定めるものであるが、一般にその最小量は、内部コンクリートにおいて 160 kg 程度、外部コンクリートにおいて 220 kg 程度とする。

(3) 耐久性をもととして、外部コンクリートの単位セメント量を定めるときの水セメント比は、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 はげしい場合、凍結融解がしばしば繰返される場合	気象作用が はげしくない場合、氷点下の気温となることがまれな場合
55	60

(4) 水密性をもととして、外部コンクリートの単位セメント量を定めるときの水セメント比は 55% 以下を標準とする。

(5) 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ぬ。この場合配合強度 α_f 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 σ_{ck} に、一般の場合 図 1 の曲線に示す係数をかけて割り増したものとする。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。

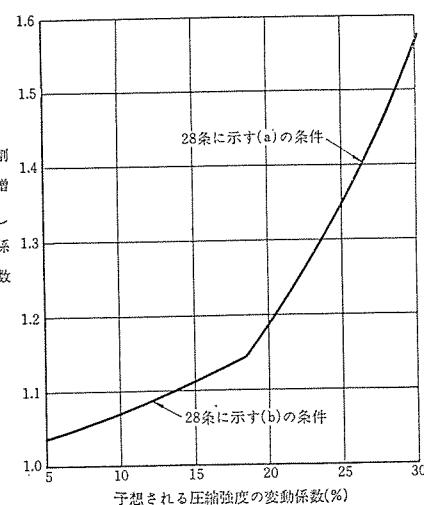


図 1 配合の設計に用いる割増し係数の標準

【解説】(1), (2)について 所要の耐久性、水密性、および強度をもつコンクリートをつくるためには、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かえ、アーチダムでは同一配合で施工される。重力ダムの場合はアーチダムにくらべて設計基準強度

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たいしては耐久性および水密性、内部コンクリートにたいしては単位重量および十分均等質のコンクリートをつくることができるようなワーカビリティーの点から配合を選定する場合が多い。これにたいして、アーチダムの場合は設計基準強度が大きくなるので、とく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、水密性にたい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も多い。

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あって、この条に示した最小量は、わが国における最近のダムの例を参考として定めた大体の標準である。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、重力ダムの内部コンクリートの単位セメント量は 150~140 kg 程度、重力ダムの外部コンクリートおよびアーチダムのコンクリートでは 210~190 kg 程度という例もある。

この条に示す単位セメント量は、単位水量が 120 kg 以下を使用した場合をもととしているから、外部コンクリートで単位水量が 120 kg をこえるときは、この条(2)に示す単位セメント量では耐久性、水密性からきまる水セメント比を超過することができるから、所定の水セメント比以下になるよう単位セメント量を増すことが必要となる。

この条に示す単位セメント量の数値は、21 条に示すフライアッシュでセメントの一部を置きかえた場合、単位フライアッシュ量と単位セメント量との和を、そのコンクリートの単位セメント量としてよい。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きかえないコンクリートと同等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、その置きかえ率を 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。

(3)について この項は気象作用にたいして、耐久的なコンクリートをつくるための最大の水セメント比を示したもので、表の値は過去の経験をもととして定めたものである。しかし、現場における骨材の表面水量の変動、材料の計量、誤差、等を考慮して表の値より小さい値を用いるのが適当である。また表の値は、コンクリートが適当なワーカビリティーをもち、均等質なコンクリートが得られるように打込み、締固め、十分に養生をした場合におけるものであることに注意する必要がある。したがって、現場における品質変動を考慮して配合強度を定める場合の考え方と同じように、耐久性をもととして配合を定める場合に用いる水セメント比の最大値は、一般に表の値より 2~3 % 程度小さい値としなければならない。

なお、良質のフライアッシュを適當量用いた場合には、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。

(4)について 単位水量が同じであるコンクリートにおいて、水密性は水セメント比の小さいほど大きくなる。水セメント比が 55 % 以上になると急激にコンクリートの

水密性は小さくなるものであることが、従来の経験および実験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。

(5)について 強度をも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うまでもない。この場合、コンクリートの配合強度 σ_r はコンクリートの品質の変動を考慮して設計基準強度 σ_{ck} を割り増したものとし、28条(a),(b)の条件を満足するよう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28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れば28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ゆくのが適当である。

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。

32条 コンシスティンシー

(1) コンクリートは、作業のできる範囲内で、できるだけかた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ィ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3~5cm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 やわ練りのコンクリートを用いれば、コンクリート作業は容易であるが、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、かつ安全につくることができる範囲内で、できるだけかた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ィンシーの測定には、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、とくにかた練りの場合には適当な測定方法で

はないし、また40mm以上の骨材をとりのぞ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、かなら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か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ィ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ィ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3~5cmである。どうしても振動機を用いることができない場所では、所要の品質が得られるように配合をかえて、突固めによって締固めてもよい。

33条 細骨材率

細骨材率は、所要のワーカビリティー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32条解説参照。

34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。

表7 配合の表わし方

粗骨材寸法 の最大 寸法 (mm)	スラン プの範 囲 (cm)	空気量 (%)	水セメン ト比 $\frac{W}{C+F}$	フライア ッシュ比 $\frac{F}{C+F}$	細骨材率 $\frac{s}{a}$	単位量 (kg/m³)				
						水 W	セ メント C	フライ ッシュ F	細骨 材 S	粗骨材 G
						mm	mm	mm	mm	mm

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

(2) 示方配合は、細骨材は5mmふるいを全部通るもの、粗骨材は5mm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。

(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35条解説参照。

5章 材料の計量

35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、定期的に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、または混和剤をうすめるのに用いた水は単位水量の一部とする。
- (5) 計量誤差は、1回計量分にたいし、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 および 混和剤溶液	1
セメント および フライアッシュ	2
細 骨 材	2
粗 骨 材	3

- (6) 計量装置は、定期的に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5mm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、5mmふるいにとどまる細骨材の量または5mmふるいを通る粗骨材の量、等を考えて示方配合を現場配合に直さなければならぬのである。

(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およぼす影響が大きいものであるから、現場の実情に応じ、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 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、容積で正確に計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つくるためには、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率よくつくるため、材料ごとに計量装置を設けるべきで、とくに骨材については、ふるい分けられた各群ごとに計量装置を設け、累積計量はさ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ともなう。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もとづく特定なものと、材料を計量器に供給するときに生ずる不特定なものとがある。

前者については、ばかりの狂いを検定重量によって明らかにできるから、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ば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さけることができる。したがって、各材料の計量誤差が、目標とする計量値にたいして表 8 の限度以内にはい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 のとおりである。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、この許容誤差内にはいる確率を求めてみると、68~100%の値となり、許容誤差の限界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。とくに水、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くら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、とくに水の計量精度は、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 の許容誤差内にはいる確率 (%)
水	0.7~1.0	84.6~68.4
セ メ ン ト	0.9~1.5	97.4~81.8
フライアッシュ	粉末の場合	2.0
	ペーストの場合	1.0
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回の計量分量がもっと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。とくに水の計量器にたいしては精度を高める考慮が大切である。また、ばかりの狂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ようにしなければならない。

6 章 練りませ

36 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様で、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。

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

37 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、可傾式バッチミキサでなければならない。

(3) ミキサは、練り上がりコンクリートを排出するときに、材料の分離をお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きわめて重要である。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ものであるから、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、可傾式のミキサを用いることが必要である。

38 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 ³)	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、あら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。

【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ィンシー、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き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、つぎのように連続してこれを行なうのがよい。

まず、水から投入をはじめ、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はじめる。材料の投入を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ったのち、なるべくすみ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はいり終ったのち、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とりのぞ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62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、つぎ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、なるべくすみやかに投入し終るようにする。

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、練りませ時間が長す

ぎると骨材が破碎し、その結果ワーカビリチーが変化し、AEコンクリートの場合には空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ぬ。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。

7章 コンクリート打ち

1節 準備作業

39条 運搬装置の清掃

コンクリート打ちを始めるまえに、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41条 解説 参照

40条 打込み箇所の準備

(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。わき水 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ち継ぐ場合の準備は、49条または50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、開口した夾脈、ひびわれの多い部分にたいする処理、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たいする安定 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きわ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まえに岩盤から、油、どろ、岩くず、浮石、木片、固まったモルタル、有機物などを完全に取り去らなければならない。このためには、高圧の水、エアーウォーター ジェット、サンド ブラスト、ワイヤー ブラシ、その他を用い十分に洗うことの大切である。

わき水、締切りからの漏水、等が、岩盤上を流れたり、たまり水ができてたりするとコンクリートと岩盤との密着はのぞみえないものである。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

41条 総則

- (1) 練り上がりコンクリートは、すみ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ち込まれるまでのコンクリートの取扱い回数ができるだけ少なくして運搬し、打ち込まなければならない。

すこ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) 雨天のさいのコンクリート打ちについては、責任技術者の指示をうけなければならない。

【解説】(1), (2)について 練り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チーが悪くなるから、練り上がったコンクリートは、すみ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、一般にこれに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おこしやすいから、材料の分離を防ぐことについてとくに注意する必要がある。

コンクリートの取り扱い回数とは、運搬中において、コンクリートを移しかえる回数のことである。コンクリートは移しかえるたびごとに多少の材料の分離がおこり、時間もそれだけ長くかかるので、移しか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パケットによるのがもっともよい。トランス ファーカーからパケットに移しかえる場合には、トランス ファーカーは分離をお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、パケットで打ちにくい箇所で、やむをえず縦シートなどを用いてコンクリートを打ち込む場合は、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なうための設備をして、入念に打ち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り扱いに手間だったため、少しでもかたまり始めて、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 夜間作業がむしろのぞましい。しかし、夜間十分の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とどかず事

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ぞましい。

(4)について 雨がコンクリートの中によると、水セメント比が大きくなるから、降雨のさい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、モルタルをしく面積 および 打ち継ぐ面積ができるだけ小さくして、シートなどでおおいをして、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、打ち上げたコンクリートはシートなどでおおい、モルタルの流出を防止するとともに、打ち終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 4 mm 程度の雨量までは、上記の方法によって打ち込むことができるとされているが、現場の状況によって一概にはいえないで、それぞれの場合について 責任技術者の指示をう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。

42 条 バケット

バケットの構造は、コンクリートの投入 および 排出のさい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、すみやかなものでなければならぬ。

【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 パッチの大きさ、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。

43 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、モルタルを塗り込み、ただ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、この上に打ち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り込むのに 適当なコンシスティンシーをもつものとする。

(4) モルタルの厚さは、岩盤では 2 cm、打継面では 1.5 cm を標準とする。

【解説】(1)について コンクリートを打込むに先立って、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 コンクリートを打ち込む岩、または 水平打継面のコンクリートはあらかじめ湿润にして、十分に吸水させたうえで表面の水を除き、モルタルを塗り込む。

モルタルを塗り込んでから、打ち継ぐまでの時間は、季節、天候、等により異なるが、30 分以内とするのがよい。モルタルはワイヤー 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 ペーストを塗り込むのがよい。

(3)について 打込み面に塗り込むモルタルは、この上に 打込まれるコンクリートから粗骨材を取り去ったモルタル程度の配合とすれば、スランプ 15~20 cm 程度の、適当なコンシスティ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 打込み面に塗り込むモルタルの厚さは、あまりうすいと打継ぎの施工が うまくい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つくることとなるから、一般的の標準に従って このように定めたのである。なお、岩盤の場合に 2 cm としたのは、岩盤面の でこぼこ を考えたからである。

44 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 1 m 以下に達するまで、これをおろし、打込み箇所にできるだけ近くコンクリートを排出し、コンクリートを再び移動させる必要のないように しなければならない。

(2) コンクリートの 1 層の厚さは 40~50 cm 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ち込まなければならない。やむをえず中絶した場合には、49 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 エアーホースを操作して、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、かつ材料の分離をおこすおそれがある。それで、操作の便をも考えて、その最大限度を 1 m としたのである。

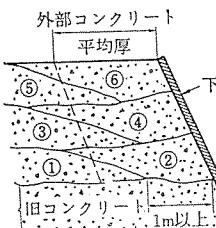
また、コンクリートを目的の位置から遠い所におろせば、これを さらに横方向に移動

させることになり、二度手間となるから注意する必要がある。

(2)について 新しく打ったコンクリートを十分に締固め、かつまえに打ったコンクリートと十分密着させるためには、打ち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、締固めたのちに 40~50 cm 程度以下となるようにするのがよい。

(3)について ダムの内部と外部でコンクリートの配合をかえる場合には、その移り目で配合の急変をさけるようにコンクリートを打ち込まなければならない(解説 図 1 参照)。

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



注: 図中の番号は打込みの順序を示すものである。

(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る、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ち込む必要がある。
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、打ちたし、または打継ぎの面となる箇所の締固めを十分に行ない、打継ぎに便利なようにしなければならない。打込みを再開する場合には、
1) まえ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とくに入念に締固めを行なえばよい。
2) まえ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、ダムの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つくることは、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。

45 条 1リフトの高さ および 打上がり速度

(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ち止めておくことは、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ち止めておいたコンクリートに打ち継ぐときは 0.75 m~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 m~1.0 m リフトの場合は 3 日、1.5 m~2.0 m リフトの場合は 5 日に達したのちでなければ 新コンクリートを打ち継いではならない。

(5) 隣合ったブロックの打上がりの高さの差は、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。あまりうす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くなる。上記のことを考えて、1 リフトの高さの標準を 0.75 m~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ち止めておくと、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つて、ひびわれをおこすおそれがあり、また新旧コンクリートの性質も、異なつてくるものである。したがつて、コンクリートを長い日数にわたって打ち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ち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ち込むと、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つて、ひびわれができるおそれがある。したがつて、打ち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 m~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が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つて、ひびわれのできるおそれが多くなる。このため打上が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打上が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、打上が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り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たい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、うすい部分などのように熱の放散が容易な場合にたいして緩和条項を設けたのである。

3 節 締 固 め

46 条 総 則

- (1) コンクリートは打込み中 および その直後に、これを十分に締め固めなければならない。
- (2) コンクリートの締固めには、内部振動機を用いなければならない。

【解説】(1)について ダムは、硬化熱と体積変化とを少なくするためにかた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を得られ、また、打継目の施工も確実にできるのである。

(2)について 振動機には種々の種類があるが、コンクリートがかた練りで、粗骨材の最大寸法が大きい場合にも十分に締め固めができるから、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。内部振動機の選定にあたっては、コンクリートの締固めに、適當な大きさと性能をもつことに注意しなければならない。

やむをえず内部振動機を用いることができない箇所では、責任技術者の承認を得たうえで、コンクリートの配合をかえて突き固めによって締め固めてもよい。この場合にはコンクリートを 15 cm 程度の層に敷きならして、突き固めるのがよい。

47 条 振動締固め

- (1) 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。
- (2) 振動機は なるべく鉛直にさし込み、コンクリート全体が一様に締め固められるように しなければならない。
- (3) 振動は、コンクリートの体積の減少が認められなくなり、空気あわがでなくなり、水の光が表面にあらわれて、コンクリート全体が均一にとけ合ったようにみえるまで これを行な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 これを引き抜き、あと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 振動機の振動数はコンクリート中で毎分 7 000 以上のものがよい。コンクリートがかた練りになるほど、振動数の大きい高性能の振動機を使用することがのぞましい。近年振動数が毎分 9 000 程度の電気振動機が製造され、使用されてきている。

空気振動機は 冬期には排気孔が凍結するため、いちじる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。電気振動機は 振動数の変動が少なくて性能もよいが、取り扱いが悪いと故障をおこしやすいから取扱いに注意する必要がある。

振動機の数は、同時に使用する数のほぼ 3 倍程度を準備し、打込み場所には、つねに予備を持たなければならぬ。一つの打込み場所に使用する振動機の数は、つぎのパ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これで定める必要がある。1回の打込み量が多く、また、十分な面積がある場合には、施工能率の向上と均一な締固めをはかるため、トラクターに振動機を取り付けたバイブルドーザを使用するなど、振動機を集団的に組合せたものを用いて好結果を得た例がある。

(2), (3)について 振動機は コンクリートになるべく鉛直方向にさし込み、その先端が 10 cm 程度下層に入るように しなければならない。振動機さし込みの間隔は、振動のおよばない部分が残ることなく、振動をうける部分が互いに重なるように、これを定めなければならない。

従来の経験によれば、この間隔は 40~60 cm 程度、1 箇所の振動締固め時間は、5~15 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とけあつたように見えること、コンクリートと せき板との接触面にセメントペーストの線があらわれること、振動機の使用者が手にうける感じ 等から、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。

AE コンクリートの場合、空気の失なわれることをおそれて、振動締固めを不十分にするようなことが あってはならない。

振動締固めにより材料の分離をおこす場合には、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、パ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うめこんで、1 パケットのコンクリートごとに一様なコンクリートになるよう締め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、つづいて運搬されたパケットのコンクリートの継目は、とくに入念に締固めを行なって、それぞれのコンクリートが とけ合って一体となるようにしなければならない。

8 章 繼 目

48 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う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そなえるため設けるもので、ダムのコンクリートが冷却したのちに、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そな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のち、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、等、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1つのリフト内にやむをえず継目を設ける必要のある場合は、責任技術者の指示をう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およぼす影響は、水平打継目においても鉛直打継目においてもきわめて重大であるので、新旧コンクリートの密着を完全にし、ひびわれ、漏水、水の浸入による高い揚圧力などのおこらないように慎重に施工しなければならない。

49条 水平打継目

(1) 各リフトの上面は、大きなでこぼこのない平らな面とし、下流に向い、いくぶん上向きに傾斜させるのがよい。

(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、とく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る場合には、この部分のコンクリートを取り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きつけ、湿砂吹きつけ、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う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きつけて、打継目を清掃し、十分水を除いたのち、43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。表面をでこぼこにつくっても、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、等の大きなでこぼこは、清掃を完全にするための支障となるので、でこぼこ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め固めると、リフト表面は自然とほぼ平らな面になる。

またリフトの表面に、わずかの勾配をつけて、下流に向い、いくぶん上向きに傾斜させると水平方向の滑動にたいする抵抗を大きくすることになり、また表面の清掃に用いた水および分離して上昇してくる水の処理などに便利である。しかし、傾斜をつけることが施工上困難な場合には傾斜をつけないこともある。

ダム軸に直角な方向に隣り合った区画の水平打継面目は、打継面目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いで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 完全な打継目をつくるためには、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つく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、等がおこるから、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、これを取り除かなければならないのである。

(3)について 完全な打継目をつくるためには、適当な時期に旧コンクリート表面の処理を行なったのち、新コンクリートを打ち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がある。硬化前処理方法は、コンクリートが固まるまえに、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の時期は、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り除くおそれがある。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、作業を終ったのち湿砂でおおうか、その他適当な被覆をしなければつぎ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、打継目の面をふたたび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かたまとめたのち、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のち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ち込む直前でよい。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り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ピ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、害をうけたとか、欠陥があるとか、やむをえない場合のほかは、これを行なってはいけないのである。

50 条 収縮継目

収縮継目は、一般に表面処理を行なう必要がない。しかし、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】ダムを一体的につくる目的で、収縮継目に継目グラウチングを行なう場合には、その収縮継目は、一般に表面処理を行なう必要がない。この場合には、せき板を取りはずしたままの旧コンクリート面に、新コンクリートを打ち継げばよいのである。しかしもし、その収縮継目表面に 突起、モルタルなどの付着物、よごれ、等があると、グラウチングに支障をきたしたり、グラウトの密着をさまたげたりするので、これを除去しておかなければならないのである。

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（人造ゴム、塩化ビニール、等）の止水板を用いた例がある。止水板は、その品質をたし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、等にたい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、とくに材料の分離が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

51 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、等の有害な影響をうけないように、十分に 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おい、あるいはコンクリートが養生作業によって害をうけない程度に硬化したのち、ただちに表面水をためたり、たえず散水するなど、適当な方法で養生しなければならない。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) 養生の期間は、普通ポルトランドセメントまたは中庸熱ポルトランドセメントを用いる場合には、少なくとも 14 日間、フライアッシュセメント、高炉セメント、シリカセメントを用いる場合および フライアッシュを混和する場合、等には

少なくとも 21 日間、たえず温潤状態に保たなければならぬ。

(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 52 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、蒸発によって失なわれるには相当の時日を要するから、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おこしやすいから、十分長い間温潤状態で養生する必要がある。それで普通 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 日以上、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 日以上の温潤養生を行なうよう規定したのである。

10 章 型 わく

52 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、乾湿、振動機の影響、等によって、狂いのお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 安全に、組立て および 取りはずしができ、モルタルのも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がある。また、単位セメント量が少ないと、セメントの一部をフライアッシュで置きかえること、なるべく低い温度のコンクリートを打つこと、などの理由によって、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ぬ。

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つくることのできる構造の型わくでなければならない。

(3)について 型わくは、その組立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、衝撃をおよ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もれるような構造であってはならない。

53条 せき板

- (1) 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。
- (2) 鋼製せき板は、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。
- (3) せき板は再びこれを用いるまえに、コンクリートに接する面を清掃しなければならない。このさい鋼製せき板の場合には、鋼が光るほど砂吹つけを行なったり、ワイヤー ブラシでこすったりしてはならない。

【解説】(1), (2)について 木製型わく、鋼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、型わく再使用の回数の多い大工事では、鋼製型わくが多く用いられている。
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、等の影響をうけやすいから、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。このような場合には、むしろ木製型わくのほうがよい場合がある。

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。

鋼製型わくは、メーカーによって、組立て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(56条参照)をぬらなければならぬ。

鋼製せき板の場合、鋼が光るほどに清掃すると、せき板面に傷ができる、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。

54条 型わくおよび支保工

- (1) 支保工は十分な支持力をもつものでなければならない。
- (2) 重要な型わくおよび支保工にたいしては、強度およびたわみの計算を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型わくは、パケットから排出されたコンクリートの衝撃、振動締固め、等の影響をうけるので、十分安全となるよう設計しなければならないのである。なお、たとえばパケットがぶつかるようなことが

考えられるから、十分丈夫につくるのがよい。

大きなダム工事では、適当に設計された片持ばり式の型わくが堅固で、組立てが容易で、かつコンクリートの打込みおよび締固めが容易になる利点がある。この種の型わくでは、各部材は一般に大きな寸法のものを用いるのがよい。片持ばりを、下のリフトのコンクリートに取付けるアンカーは、1列あるいは2列とし、型わくが内側に相当傾いているときは、アンカーを2列とする場合がある。このほか型わくの上部にロッドを設け、これを下のリフトのコンクリートにアンカーする場合もある。型わくが内側に倒れるのを防ぐため、コンクリートが相當に打上がるまで、型わくを支持する振りの控えが必要な場合もある。

55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棒鋼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、荷重にたいし十分なものとし、組立てにさいしては、十分にこれを締め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、等を用いて締め付け、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おこる型わくの狂いはさけられないので、原則としてこれを用いてはならないのである。

56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 65条(2),(3)解説 参照

コンクリートが型わく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、せき板内面にはく離剤を塗布する必要がある。

はく離剤はせき板の材質、その他を考えてこれを選びなければならない。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。

57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う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69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^2 に、監査廊、その他ダム内部のアーチ等の開口部においては 100 kg/cm^2 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 片持ぱり式型わくの場合は、1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。

58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さい生じた損傷、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 ただちにこれを取り除き、清掃し、十分に湿润にしたのち かた練りモルタルでつ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 シーポルトの穴にたい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、11章59条を参照して行なうのがよい。

11章 表面仕上げ

59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、とく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のち、適当な配合のコンクリート または モルタルをつ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なわないから、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、せき板の縫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字形目地の隅角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 ブリージングがおこりやすい。この余分の水は表面にレイタス、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まえに取り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 レイタスが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傷をうけるおそれがあるから、とく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、かなごてを用いて入念に行なう必要がある。表面の不陸はつぎ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たいして3mの定規ではかったとき6mm。

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等を用いて研磨し、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

60条 総則

- (1) 現場の平均日気温が4°C以下になるおそれのあるときは、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。
- (2) 塩化カルシウムの使用については、責任技術者の承認を得なければならぬ。

【解説】(1)について 現場の平均日気温が4°C以下になるような気象条件のもとでは、夜間あるいは早朝、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°Cまでは常温の施工方法でよく、4°C~0°Cでは簡単な注意と保温によって施工できる。0°C~-3°Cの気温では、相当程度の保温が必要であるとともに必要に応じ、水だけか、または水および骨材を熱する必要がある。コンクリートは約-3°Cで凍結する。したがって-3°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、給熱によって打った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。

(2)について 無筋76条(1)解説 参照。

ダムのコンクリートの早期の強度を増進させるために塩化カルシウムを用いた例もある。一般に塩化カルシウムの使用量は、セメント使用量の1%(重量)以下が望ましい。ダムのコンクリートは一般に体積が大きく、またこのため硬化熱の放散が少ないのでコンクリートの内部の温度が63条の養生温度以下となることはまれである。したがって型わくに接しない内部コンクリートに塩化カルシウムを用いる必要はない。

塩化カルシウムを用いる場合でもコンクリートをつくるときの温度および養生の温

度は、62条および63条の規定によるものとする。

61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、どんな場合でも直接これを熱してはならない。

【解説】無筋77条解説 参照。

62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、セメントが急結をおこさないように、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、これらを適当な方法でとかしたのちに、コンクリートを打ち込まなければならない。
- (4) 打ち込むコンクリートの温度は、5°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、また打ち込まれるときに大きい体積で行なわれる所以、その間にコンクリートの温度が急速に冷却することはないが、それでもできるだけ熱量の損失を少なくし、所定の温度で打ち込まれるようにコンクリートの取り扱い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78条(2)解説 参照。

(3)について 型わく、施工面、埋設物、等に氷雪がついている場合、および打継目の旧コンクリート等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とかしたのちでなければコンクリートを打ち込んではならない。旧コンクリート面が凍結している場合にはカンバスでおおってその中に蒸気を送ってこれをとかすなど適当な設備をコンクリートの打ち込み箇所において容易に用いることができるよう準備しておくことが必要である。

(4)について 打込むコンクリートの温度が5°C以上であるとき、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10°Cぐらいが適当である。ダムのコンクリートは、ニ

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。

63 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、とく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 kg/cm^2 以上になるまで 5°C 以上の温度に保ち、さらにつぎの 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 ただちにコンクリートの温度を 5°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°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 $-6^\circ\text{C} \sim -7^\circ\text{C}$ のとき 10°C コンクリートを打ち込み、打込み後 ただちにその上面を防水シートでおおえれば 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が、現場の状況を考慮して適当な保護を行なうのがよい。冷たい風がコンクリート表面にあたると、気温があまり低くなくても表面はただちに凍るから、どんな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 あるいは むしろ、等をかけ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で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^2 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、熱の放散を防げば(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、気温がとくに低いときは 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ぬ。このためには、コンクリート上面をカンバスでおおい、その中に蒸気を通すのがよい方法である。給熱のさい、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いちじるしくおとるものであるから、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。

64 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のち、型わく あるいは おおいを除去するときは、コンクリートの表面が急に冷えて、ひびわれ が で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。

65 条 凍害をうけたコンクリート

凍結によって害をう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 80 条 解説 参照。

13 章 暑中コンクリート

66 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、セメントが急結したり、水が過早に蒸発したりするために、コンクリートのワーカビリティーが悪くなったり、乾燥によってコンクリートの表面に ひびわれ が でたり、コンクリートの温度が高くなり 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、いろいろの困難がおこる。

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。

67 条 材 料

- (1) 長時間炎熱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ぬ。冷やす方法については責任技術者の指示をうけなければならない。
- (2) 水はできるだけ低温度のものを用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つてコンクリートのワーカビリチー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つて、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さけるために、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の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て圧縮空気を吹付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。

練りまぜ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。

68 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。
- (2) コンクリート打ちは、夜間にこれを行なうのがよい。
- (3) 人工冷却を行なわない場合には、打上がり速度は、45条(4)に規定する速度よりもなるべくこれをおそ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、日光の直射をさける設備をするか、または霧を吹きつけて、湿じゅん状態に保たなければならない。

【解説】(1), (2), (3), (4)について 日光の直射をさけ、コンクリート温度の上昇を少なくするために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。照明は一般に30ルックス程度以上が望ましい。

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つ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して、コンクリートが適当に冷却してから打ち継ぐ必要がある。すなわち、打上がり速度を相当にお

そ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ことがあるから、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。

暑中におけるダムのコンクリートの打込みは、相當にやっかいなものである。日光の直射、乾燥、等にたいしてはとく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うけると、乾燥してひびわれ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さ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せねばよい。

また、遅延剤を適当に用いることは輸送中におけるコンクリートの凝結を遅らせるのに有効なものである。

14章 コンクリートの冷却**69 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、縦目グラウチング、等の実情に応じ、ダム設計上の温度規正計画にもとづいて、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こう配が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、縦目グラウチング後の温度応力を小さくする目的にたいしても行なう場合がある。

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、縦目間隔、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。

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、練り上がりコンクリートの温度が、いちじるしい変化をおこさないうに、均等にこれを行なわなければならない。

(3) 練りませ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せが終るまでに、完全にと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つくるかは、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、コンクリートの練り上がり温度を外気温度よりも $10^{\circ}\text{C} \sim 15^{\circ}\text{C}$ 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。プレークーリングにあたっては、コンクリートの練り上がり温度がいちじるしい変化をおこさないように、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 $1\sim 4^{\circ}\text{C}$ 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 $6^{\circ}\text{C} \sim 9^{\circ}\text{C}$ 程度で、他の材料を冷却する場合にくらべて冷却効果はもっと大きい。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、たとえば円錐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。そして骨材を取りだすとき、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け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まわるようにして、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。

練りませ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、練り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、練りませに用いる水量および練りませ時間を考えるとともに、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、一般に練りませ水量の $10\sim 40\%$ 程度で、これによるコンクリートの温度低下は $3^{\circ}\text{C} \sim 7^{\circ}\text{C}$ 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、 $60\sim 80\%$ も使用する場合もあるが、氷の使用量が多いと、冷却効果は大きいが、練りませ時間が長くなり、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、練りませに冷水を用いる場合は、水の温度を $2^{\circ}\text{C} \sim 5^{\circ}\text{C}$ 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 $1^{\circ}\text{C} \sim 2^{\circ}\text{C}$ 程度である。

71条 パイプクーリング

(1) 冷却管はコンクリートの打込みおよび締め固めをするとき、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ち込むまえに圧力ある水または空気を通してこれを検査し、もれのないようにしなければならない。

(2) 通水は、コンクリート打込み開始後、ただちにこれを始め、普通 $2\sim 3$ 週間これを続け、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。

(3) 継目グラウチングのために行なうパイプクーリングは、この条(2)の作業が終ってから、適当な期間がたったのち通水を再開し、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。

(4) パイプクーリングを行なうとき、冷却管周囲のコンクリートに、急激な温度変化のおこらないようにしなければならない。

(5) クーリング作業が完了したのち、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】 パイプクーリングは、新しいコンクリートを打ち込むまえに、クーリング用のパイプを水平に配置し、その中に自然河水または人工冷却水を通し、コンクリートの硬化熱をとり去り、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 25 mm 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、一連のコイルの長さ等のパイプクーリングの計画は、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。

(1)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、このさい、冷却管は打込み、締め固めにさい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、もれのないようにしなければならない。打込み、締め固めのさいに冷却管を破損しないようにとくに注意しなければならない。

(2)について コンクリート打込み開始後ただちに行なうパイプクーリングは、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。パイプクーリングは、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 $2\sim 3$ 週間程度である。

(3)について 継目グラウチングのために行なうパイプクーリングは、一般に、冷却計画および継目グラウチング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

リートにたいして、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。

(4)について 冷却管に通す水の温度が低くすぎると、冷却管周囲のコンクリートは急激な温度変化をうけ、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°Cをこえてはならない。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。

(5)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のち、継目グラウチングを行なうさいに、これをグラウチングすることが必要なのである。

15章 継目グラウチング

72条 総則

設計上、一体としてはたら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、施工計画にもとづいて、コンクリートが所定の温度に低下したのち、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0.5mm程度とされている。

継目グラウチングにおいては、たくさんの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のには、非常な経験と熟練とを必要とするものである。

73条 グラウチング

(1) グラウ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、とくに水のもらないように、また、グラウチングを行なうまえ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まえにこれをつまらせたり、破損したりしてはならない。

(2) グラウ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

ダムコンクリート

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、等からのもの有無を調べなければならない。もれのある場合には、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のち、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ければならない。

(3) グラウ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) グラウチングは、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。

(6) グラウ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ただ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、とくに水のもら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、グラウトもれをおこす原因となるから、グラウチングを行なうまえに、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、ライザ、ペンド、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ゅまになるため破損しやすく、またつ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まえに、圧力のある水または空気を通して試験を行ない、もれのないことを確認しておかねばならないのである。もれのある場合には責任技術者の指示に従って、そのもれを止めなければならない。もれを止めるにはペースト、糸鉛、まきはだ等をつめこむ方法、木のくさびをたたきこむ方法等がある。試験のさいに見つかからなくて、グラウト作業中に注入圧力を維持できないようなもれの場合も、上記の方法に準じてそのも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、過剰なわたみがブロックにお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もれによってつまるのを防止するためである。この水は注入後6時間程度のこしておくのがよい。

(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は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0.15mmふるいを100%通過し、0.088mmふるいを98%以上通るもののがぞましい。また、継目がグラウトで填充されるまえに配管系統をつまらせることのない程度に、凝結の遅いもののがよいのであって、一般には中庸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、ペ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 縫目グラウチングは、とく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 収縮縫目の開き、等を考慮して決定するものであって、圧力が高いほど縫目に形成するグラウト膜は密となるが、圧力があまり高すぎると ブロックに好ましくない応力をおこさせたり、また ブロックを動かしたりするおそれがある。縫目グラウチングを実施しているときは、縫目の開き、ブロックのたわみ、等をたえず観測するなど、十分な注意をはらわなければならぬ。一般に、グラウト リフトは 15 m 程度、また、注入圧力はグラウト リフトの頂部において $2\sim4 \text{ kg/cm}^2$ 程度である。

グラウトの水とセメントの重量比は、まず 8:1 程度のうすいものから開始し、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

74 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つ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つ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内体に設けた一時的開口も すべてコンクリートで十分につめなくてはならない。

75 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 ワーカビリティー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。

ダムコンクリート

(4) コンクリートは温度があまり高くならないように、適當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つめ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 とく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にしたのである。

(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持たなければならぬのは、もちろんあるが、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ー、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、コンクリートのつめ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、コンクリーの温度上昇を小さくし、ひびわれ のないようにする点からは、ゆっくり これを打込むのがのぞましいが、一般にはできるだけすみやかにコンクリートをつめ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 ができるおそれがあるので、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なわなければならないのである。

76 条 グラウチング

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なわなければならない。

【解説】 堤体内仮排水路では、75 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の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、その間げきができたときにグラウチングを行な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継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、グラウチングを行なわなくともさしつかえないが、この場合には、かならずプラグコンクリートの打込みまえ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、49条によって処理しなければならない。

17章 品質管理

77条 総則

均等質で所要の品質を有するコンクリートをつくるため、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(σ_{ck})より相当大きな平均強度をもつコンクリートを打ち込まなければならぬから、不経済となる。

したがって、つねに均等質の材料を用い、材料の計量を正確にし、十分な練りませを行ない、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、かつ適當な養生をしなければならない。

コンクリートの品質を数量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作り直すことができない状態になっているものである。しかたがって、工事中は、責任技術者の指示により、78条 材料の管理、79条 機器の管理、80条 コンクリートの試験等、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81条に述べてある。

最近のわが国の大工事においては、材令91日における圧縮強度の変動係数は、管理が十分に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。

78条 材料の管理

(1) コンクリート材料は、工事中つねに試験を行なって、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、つぎの3つがある。

1) セメントおよびフライアッシュの品質の変動

2) 骨材の表面水量の変動

3) 骨材の粒度の変動

セメントは同一工場でできた新しいものでも、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、管理限界をもうけて均一なものを入手するようとする必要がある。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。とくに貯蔵期間が長い場合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トンごとに行なったり、またセメント貯蔵サイロごとに行なった例がある。

骨材の表面水量とくに細骨材の表面水量は変動する傾向が大きいから、表面水量がつねにほぼ一定になるように管理するとともに、つね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。

骨材の粒度とくに細骨材の粒度は、つね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などについては、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。

79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。

とくにふるい、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37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35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47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。

80条 コンクリートの試験

(1) 工事中、少なくとも、つぎの試験をしなければならない。

- (a) コンシスティンシーの試験
- (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。圧縮強度の材令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107条参照。

コンクリートをつく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。一般的な場合は、少なくとも、コンシスティンシーの試験、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) **コンシスティンシーの試験について** コンシスティ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つく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、コンシスティンシーの変動と強度の変

動の間にはある程度の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、コンシスティ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。

コンシスティンシーの測定には、従来、一般にスランプ試験が用いられる(32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ー、強度、耐久性、等に影響をあたえるものである。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つくるためには、空気量試験を行なわなければならない。

(c) **圧縮強度試験** 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81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)～(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、別々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當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、回数をあやまると 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が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當でない。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 によるものとする。

この項は、81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ことはないまでもない。

(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としたのは、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と役に立たないので注意しなければならない。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出ることがあるので、試験値が管理限界線の外に出たときには、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。打込またれコンクリートが、所要の品質を有しているかどうかを判定するためには 81 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。

81 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。ただし、責任技術者の指示にしたがって、材令 28 日における圧縮強度によってもよい。

(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、80 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一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 σ_{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、コンクリートで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う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(σ_{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、材令28日の試験値を用いてもよいとしたのである。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。材令28日で検査を行なう場合は、あらかじめ試験によって σ_{ck} に対応する材令28日の圧縮強度

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 80 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くらべて試験誤差が小さい一般的な場合は、1つの試験値を得るために供試体を数多くつくるより、試験値の数をますほう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つとめ、供試体の数をへらして試験値の数をますようになることが大切である。

(3) について 無筋 112 条 解説 (1) 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 28 条 配合強度の条件と同じである。

抜取検査の方法には大別して計数検査と計量検査がある。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り合いで判定するものである。計数検査は計量検査にくらべて同じ個数の場合には 判定能力が低いが、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。

計数検査の一例については 無筋 112 条 解説（2）に述べてある。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 計数検査にくらべ同じ個数の場合 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、つぎのとおりである。

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 2 の k_a , k_b を用いて、つぎ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。

σ_{ck} は設計基準強度である。

(1) 式が成立すれば コンクリートの品質は 28 条の条件 (a) を満足しており、
 (2) 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。

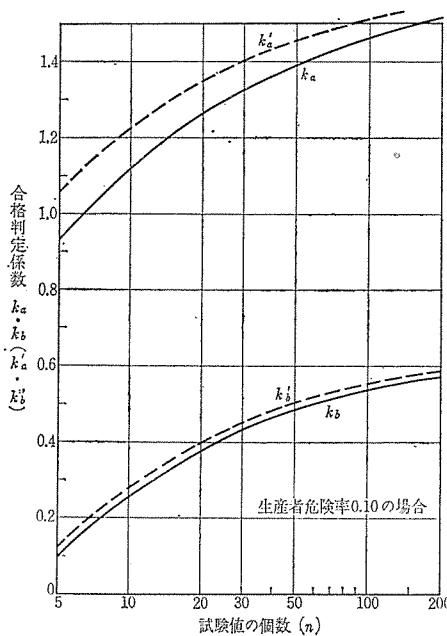
抜取り検査では、よい品質のコンクリートが不合格と判定される危険率 (α : 生産者危険率) および悪い品質のコンクリートが合格と判定される危険率 (β : 消費者危険率) をあらかじめ定めなければならない。これらの危険率は責任技術者が定めるべきものであるが、ダムコンクリートの場合は一般に α は 0.10~0.15 としてよい。

解説 図 2 の $k_a(k_a')$, $k_b(k_b')$ は $0.8 \sigma_{ck}$ の不良率を $1/20$, σ_{ck} の不良率を $1/4$ として, いずれも $\alpha=0.10$ の場合を示したものである。

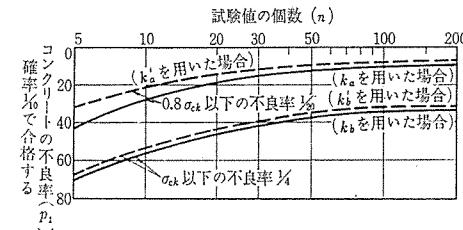
* 不偏分散の平方根 S_n は次式より求める。

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

解説 図 2



解説 図 3



解説 図 3 は、解説 図 2 により $\alpha=0.10$ として検査を行なった場合、試験値の個数が n 個のとき不良率 p_1 のコンクリートが $1/10$ の確率で合格と判定され得ることを示したものである。

この図から試験値の数が多いほど、 p_1 が小さくなることがわかる。したがって、コンシスティンシーの試験値、等、他にコンクリートの品質を判断する資料が十分でない場合には試験値の数を多くとるのがよい。ダムコンクリートの場合、一般に試験値の数は30個程度より多くとるのがぞましい。

工事が進み 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 2 の k_a, k_b のかわりに k_a', k_b' を、 S_n のかわりに標準偏差を用いて検査してもよい。

コンクリートの配合が耐久性などから定まる場合には、コンクリートの圧縮強度の平均値と標準偏差につい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 112 条 解説(2)に述べてある。

(5) について 無筋 112 条 解説(3) 参照。

82 条 報 告

試験の結果は、すみやかに責任技術者に報告しなければならない。

【解説】無筋 110 条 解説 参照。

18 章 工事記録

83 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 113 条 解説 参照。