

講 座

コンクリート・ダム特論 IV

ダム用コンクリートの配合の設計 と均質の保持について

正 員 大 野 祐 武*

1. 概 説

ダムに使用されるコンクリートは、主として、次の諸条件を満足することが必要である。

1. 耐久性が大きいこと。
2. 水密であること。
3. 十分な強度を有すること。
4. 単位容積重量が大きいこと。
5. 容積変化が小さいこと。
6. 経済的であること。

之等の条件を満足させるために、ダム用コンクリートの配合は、次の方針によつて行われる。

1. 水和熱発生量の少いセメントを、出来るだけ少く使用する。
2. 水の使用量を、ウォーカビリテイの許す限り、少くする。
3. 水セメント比を、出来るだけ小さくする。
4. 細、粗骨材共、粒度のよいものを使用する。
5. 粗細骨材を、セメント・ペースト使用量を最小にする様にきめる。
6. 骨材の最大寸法を大きくする。
7. 空気を適量連行させる。

ダム用コンクリートの配合を決定するに際しては、現場の事情をよく勘案し、又、ウォーカビリテイ、耐久性、水密性、強度、単位重量、熱特性、アルカリ骨材反応等に関する総合的な試験を行つて、その計画に最も適した配合をえらぶべきであつて、たゞ単に、他の設計例のみによつて、よい加減な試験だけで、決定してはならない。高さの高い、重要なダムを建設する際には、耐久性、透水率、アルカリ骨材反応等に関する複雑且つ、長期に亘る試験を行わなければならないから、試験期間には、充分余裕を見込んで置く必要がある。

2. セメントの種類と使用量

マス・コンクリート用ポルトランド・セメントは、昔から、High Silica Low Alumina が鉄則とされている。ポルトランド・セメントの主成分をなす C_2S 、 C_3S 、 C_3A (C は CaO 、S は SiO_2 、A は Al_2O_3 の略号) の中、 C_2S は初期の発熱量が最小で、総発熱量も

最も少いが、初期強度の発生に対する寄与が最も小さい。 C_3S は、之等の性質が C_2S に次ぐ。 C_3A は初期及び総発熱量が最大で、又、その外にも好ましくない種々の性質をもつているので、マス・コンクリート用セメントは、この成分の含有量が最小であることが必要である。ダム用として使用される低熱又は、中庸熱ポルトランド・セメントは、 C_3A の含有量を最小にし、前者は C_2S 、後者は (C_2S+C_3S) の含有量を多くしたものである。前者は後者よりも、初期及び全期発熱量は小さいが、初期強度の発生速度が小さく、又価格も高い。之等2種のダム用セメントは、夫々異なつた特長をもつているから、何れがダム用として優れているかと云うことは、一概に決められない。

ダム用ポルトランド・セメントとして、今一つ考慮しなければならないことは、 Na_2O と K_2O の様なアルカリ類の含有量である。之等のアルカリは、或る種の骨材と反応して、膨脹性の破壊を生ずる。この反応を起すおそれのある骨材を使用することは、出来るだけ避けなければならないが、普通の骨材を使用する場合でも、之等のアルカリ類の含有率の少いセメントを使用することが、万全の策である。

ダム・コンクリートに使用されるセメントの単位使用量は、近時ますます少くなつて行く傾向にある。セメントの使用量をへらせば、コンクリートの単価を、最も有効に切下げることが出来、又、発熱量が少くなるから、温度降下に際して起るひびわれを、最小にすることが出来る。米国に於ける最近の実例を見ると、セメントの使用量が 130 kg/m^3 又は、それ以下のものが数例あり、 167 kg/m^3 (3 sacks/cu yd) にすることは、極く普通のことになつて来ている。表-1 は、米国陸軍工兵団で最近竣功、又は、建設中のダム・コンクリートの配合の代表例を示す。

しかしながら、セメントの使用量を、この様に極度にへらすためには、製産されるコンクリートの均質性を保持するために、骨材の粒度(砂も含む)及びその含水量、水の使用量、連行空気量等を常に一定に保ち、

* 建設技術研究所員

且つ、スランブの非常に小さいコンクリートを密実にむらなく打設し得る様な、仮設備の計画、性能のよい機器、及び、厳重な管理を必要とする。我が国に於ては、建設用機器の性能が悪く、従業員の経験も浅い場合が多いから、セメントの使用量を一挙に下げると云うことは、余程検討を要する問題である。土木学会制定の重力ダムに関する“コンクリート標準示方書”（以下“標準示方書”と略称する）にも、セメント使用量は、内部コンクリートに対して 180 kg/m^3 以上、外部コンクリートに対して 245 kg/m^3 以上でなければならないことが規定されている。

在来のダムでは、外気又は、水に接する部分を、或る厚さだけ富配合にするだけでなく、内部コンクリートの配合も、それが受ける主圧縮応力の大きさに応じて、セメント使用量を変えていたが、最近では、配合を内部と外部との2種類に止めることが多い。之は主として、ダム・コンクリートの圧縮応力に対する安全率が大きいから、内部コンクリートのセメント使用量を全体的にへらして、発熱量を少くし、配合を1種類とした方が、総合的に見て合理的な設計となり、又、現場に於ける施工も簡単になり、他面、経済にもなるからである。外部コンクリートは、風化に対する抵抗や、溢流水のすりへり作用に対する抵抗を大にし、又、不滲透層を造るために富配合とする。その厚さは、通常、 $2\sim 3 \text{ m}$ で充分である。

3. 水の使用量及び水—セメント比

セメントの水和作用に必要な水の量は極めて少いが、ウォカブルな配合を得るためには、水和作用に必要なよりも、ずつと多量の水を使用しなければならない。水は、骨材やセメントよりも比重が軽いから、水和作用にあずかる以外の水は、コンクリートの打設直後、上方に浮き上ろうとする傾向を生じ、コンクリート内部に、鉛直方向の水みちをつくつたり、骨材やセメント粒子の下面に水膜を形成したり、之等粒子の間に水膜網をはりめぐらしたりする。このため、コンクリートは強度だけでなく、耐久性、水密性を著しく害される。この有害な作用を防ぐためには、水の使用量をウォカビリチの許す範囲で、最小にすることが望ましい。米国では、表—1に示す様に、水の使用量を 100 kg/m^3 前後にすることが多い。我が国の“標準示方書”では、すべての場合に対して、 150 kg/m^3 以下であることが規定されている。又、スランブに関しては、内部振動機を使用する場合、打込み場所に於て、 $4.0\sim 6.5 \text{ cm}$ であることが定められている。

コンクリートの耐久性、水密性、強度等を、主として支配するものは、水—セメント比であることは、云

うまでもない。一般に、水—セメント比が 0.55 を超えると、耐久性、水密性は急激に減少すると云われる。“標準示方書”にも、耐久性を主とする場合には、この比の値が 0.55 以下でなければならないことが規定されている。ダム内部のコンクリートは、前にも述べた様に、セメント使用量が少いから、水—セメント比をこの値まで小さくすることは困難であるが、この場合でも、ウォカビリチの許す限り、この比の値を小さくすることが望ましい。最近では、パイプレーターのパフォーマンスが非常に進歩し、又、AE材を使用する様になつたので、相当スランブの小さいコンクリートでも、充分締固めることが出来る様になつて来た。此の締固めを充分行い得ると云うことが、セメント使用量をへらす要件の一つである。

水に関して注意しなければならないことは、その使用量を、出来るだけ少くすると共に、常に（バッチ毎に）一定に保つと云うことである。このことは、見掛けは、たやすい事の様であるけれども、実際にやつて見ると、なかなか厄介なことである。即ち、ミキサーに加えるべき水量は、骨材殊に砂の含水量だけ減じなければならない。砂の含水量は、設備を適当に計画しないと、ストックの多少、天候、取出しの時期等によつて大きく変動する。分級機から出て来たばかりの砂は、 20% 以上の水を含んでいるから、砂の含水量を一定にするためには、充分な容積をもつたストック・パイル、又は、貯蔵ビンをもつたストック・パイル、又は、貯蔵ビンを3個以上設け、含水量が一定率以下になつたものから、順次使用して行く様にななければならない。又、降雨の多い我が国に於ては、雨水が乾いた砂を再び濡らすおそれがあるから、之等のパイル、又は、ビンを屋根で覆つた方がよい。屋根の費用は、大抵の場合、かなり高額になるであろうけれども、品質のよい、均質なコンクリートを造ることによつて、必ず償うことが出来るものと信ずる。砂の含水量を一定にするために、多額の費用を投じて設備を造つても、砂の製産がコンクリートのそれに追われれば、水で過飽和状態にある砂を、常に使わなければならない様な状態になるから、骨材の採取及び篩分け設備は、ミキシング・プラントより強力にして、パイル、又は、ビンを、常に充滿させて置く必要がある。充分なストックをもつと云うことは、質の面だけでなく、量の面から見ても大切なことである。

4. 粗骨材の最大寸法と粒度

粗骨材の最大寸法は、配合の面からだけ見るならば、大きい程、所要モルタル量が減るから、経済的になるわけであるが、実際には、余り大きくなりすぎると、機器の損耗や故障が多くなり、計量、練り混ぜ、及び

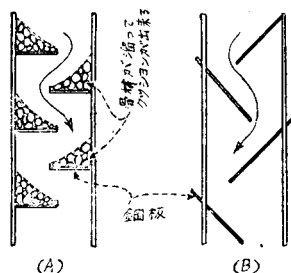
打設の諸作業が困難になり、又、コンクリートが分離しやすくなるので、却つて不経済になり、コンクリートの品質も落ちる。一般に、大規模のダムでは、最大径を150mmにすることが多い。しかし、天然骨材を使用する場合、150~100mm程度の粒径のものが非常に少い様な際には、わざわざクラッシャーを設備してまで、最大径を150mmにすることに固執するのは、経済的に見て、必ずしも当を得た計画と云うことは出来ない。

粗骨材の粒度は、大小粒がむらなく適当に混合しているものがよいことは云うまでもない。一般に、粒径の大きいものの配合率を多くした方が、セメントの使用量が少なくて済む。表-1を参照されたい。以前は、粗骨材の配合を、単位重量が最大になる様に決めた例が多かつたが、最近では、特に単位重量だけを目安にして、その配合をきめる様なことはしない様である。骨材の粒度を理想的なものにし、又、均質なコンクリートを製産するためには、骨材を出来るだけ細かい範囲に篩分け、その際生ずる不要の粒径のものを捨て、或いは不足の粒径のものを補う必要がある。骨材の最大の径が150mmの時には、ダムの重量度に応じて、砂も含めて、5種類、又は、4種類にふるい分ける。勿論、容積の小さいダムで、ふるい分けを3種類位に止め、セメント量を増した方が、経済的になる場合には、強

いて4種類に篩分ける必要はない。

骨材をふるい分けてから、ホッパー・シュートを通したり、貯蔵したりする回数が多いと、骨材は、ふるい分けられた範囲内で分離したり、或いは、破碎されたりして、計量機で計量する頃には、骨材の粒度がふるい分け当時のものと全く異つたものになる。そのため、骨材配合を現場で配合し直しても、設計配合通りにならず、又、粒度がバッチ毎に異なる様なことにもなるから、均質な配合を得ることが出来なくなる。又、骨材を1回篩に通しただけでは、篩分けの精度が充分でないことが多い(米国の開拓局では、規定の篩目の%の開きを有する篩に止まるもの0%、%の開きを有する篩を通るもの2%以下であることを要求している。我が国に於ても、篩分けの精度は、計量の精度

図-1 骨材はしご



と釣合う必要があるから、やはり2%前後の精度は必要であると思ふ)。この欠点をさけるために、米国の大きいダムは、計量機の直上で仕上げ篩を行い、篩を出た骨材は、

骨材はしご(図-1)を用いて、計量骨材ピンの中央に真直に落ちる様に設計したものが有り、今後は、殆んどこの形式を採用するのではないかとと思われる。仕上げ篩いに要する費用は、品質のよい、均質なコンクリートを製産し得ることにより、充分償うことが出来ると云われる。普通の規模のダムでも、篩分けは、出来るだけミキシング・プラントに近寄せて行つた方が、品質の面から見て、優秀なコンクリートを得ることが出来る。“骨材はしご”とは、図-1に示す様な簡単な構造のものであつて、骨材の分離を少くし破碎を防ぐのに効果があり米国では広く使用されている。

骨材として、碎石、又は、くだけやすい天然骨材を使う時には、ミキサの粉碎作用を考慮に入れて、現場配合を決めなければならない。砂も又、この作用を受け、その粒度が

表-1 米国陸軍工兵団が施工のダムのコンクリート配合例

種別	ダム名		Harlan County		Bugs Island		Bull Shoals	
	内部	外部	内部	外部	内部	外部	内部	外部
粗骨材の種類	人工(玄武岩)		人工(細粒花崗岩)		人工(細粒花崗岩)		人工(細粒石灰岩)	
細骨材の種類	天然砂(珪酸質)		全上		全上		全上	
セメント使用量 kg/m^3	167	223	140	223	167	223	167	223
スランプの範囲 cm	45~75	30~90	13~25	25~50	32~102	57~102	32~102	57~102
水-セメント重量比	0.51~0.59	0.42~0.46	0.69~0.73	0.47~0.50	0.61~0.66	0.50~0.55	0.61~0.66	0.50~0.55
運行空量(40以下)%	33~53	31~58	45~60	40~57.5	52~65	39~55	52~65	39~55
〃(全量に対する)%	20~32	20~37	2.6~3.4	23~33	2.8~3.5	2.1~3.1	2.8~3.5	2.1~3.1
砂-全骨材比	0.221	0.234	0.23	0.21	0.22~0.26	0.22~0.26	0.22~0.26	0.22~0.26
圧縮強さ(28日) kg/cm^2	175~224	240~294	126~185	308~371	160~224	280~346	160~224	280~346
(90日)	-	-	161~245	336~441	-	-	-	-
材料配合	ポルトランド・セメント		ポルトランド・セメント		ポルトランド・セメント		ポルトランド・セメント	
水	88	95	100	111	106	116	106	116
砂	485(21.6)	512(23.4)	496(23.0)	432(21.0)	520(23.7)	505(23.7)	520(23.7)	505(23.7)
5mm以下	350(15.5)	385(17.7)	302(14.0)	288(14.0)	319(14.5)	310(14.5)	319(14.5)	310(14.5)
20~40mm	410(18.3)	382(17.5)	324(15.0)	329(16.0)	235(10.7)	228(10.7)	235(10.7)	228(10.7)
40~80mm	486(21.6)	414(19.0)	453(21.0)	432(21.0)	570(25.9)	553(25.9)	570(25.9)	553(25.9)
80~150mm	516(23.0)	488(22.4)	582(27.0)	576(27.0)	553(25.2)	537(25.2)	553(25.2)	537(25.2)
計(コンクリート単位重量)	2,502	2,497	2,397	2,391	2,468	2,470	2,468	2,470
篩分試験を行った時期	計量時	混合後	計量時	混合後	計量時	混合後	計量時	混合後
骨材の粒度	5.00以上		5.00以上		5.00以上		5.00以上	
2.50~1.20	23	23	0	0	3.0	3.0	3.0	3.0
1.20~0.60	9.5	9.5	13.8	9.7	13.8	11.2	13.8	11.2
0.60~0.30	16.9	16.5	19.2	14.3	19.2	13.5	19.2	13.5
0.30~0.15	25.4	24.2	18.2	17.1	18.1	15.0	18.1	15.0
0.15~0.08	27.2	27.2	20.3	21.5	20.0	19.7	20.0	19.7
0.08~0.04	10.7	11.2	18.3	20.8	16.9	18.5	16.9	18.5
粗粒率(砂)	3.1	3.2	6.1	10.5	5.5	4.7	5.5	4.7
	10.3	11.4	10.2	16.6	8.8	19.1	8.8	19.1
	7.2	8.2	4.1	6.1	3.3	11.2	3.3	11.2
	2.70	2.65	2.59	2.21	2.75	2.36	2.75	2.36

[註] 1.人工砂は何れも、ロッド・ミルで製造された。
 2.砂の粒度が混合後細くなるのは、ミキサの粉碎作用による。
 3.*印括弧内は、全骨材量に対する重量百分率を示す。
 4.印は、ミキサー2台の粉碎作用試験結果の平均から推定した値

著しく変動することがある。表-1を参照され度い。

5. 粗細骨材比及び砂の粒度

マス・コンクリートの粗細骨材比は、所要のウォーカーピリチイが得られる範囲で、セメント・ペーストの所要量が最小になる様に、試験によつて決めなければならない（“標準示方書”）。一般に、粗細骨材比を大きくすると、所要のウォーカーピリチイを得るための、セメント・ペースト量は減つて来るが、余り大きくすると、コンクリートが荒々しくなつて来る。換言すれば、この比の値には、一定の限度があるのであつて、その値は、試験によつてしか決めることが出来ない。骨材の最大径が大きくなると、この比の値も段々大きくなる。ダム用コンクリートに於ては、骨材の最大径を150mmにした場合、この値を3前後に決めることが多い。AEコンクリートにした場合には、ウォーカーピリチイがよくなるから、この比の値は更に大きくしてもよい（表-1参照）。

砂の粒度は、粗骨材の場合と同様に、ある粒径の部分が多過ぎたり、又は、少な過ぎたりしないで、なめらかな曲線を描くものがよい。砂は、又、適当な粗粒率をもつていなければならない。一般に、ダム・コンクリートでは、粗粒率が3.0~2.5のものが適当であると云われる。同一のウォーカーピリチイを得るためには、人工砂は、天然砂よりも細くしなければならない。ダムの内部コンクリートの様に、極端な貧配合の場合には、砂の粒度及び粗粒率は、コンクリートの未だ固らない時、及び、硬化後の諸性質に大きい影響を及ぼす。又、連行空気量も、砂の粒度によつて変化する。このため、米国の大きいダムでは、砂を2種、又は、3種に撰別し、砂の粒度を理想的なものに再配合すると共に、均質にする様に努力している。一般に、砂の中、0.6~0.15mmの粒径のものは、連行空気量に重大な関係があり、0.3mm受皿の粒径のものは貧配合の際には適当量存在しないと、ウォーカーピリチイや水密性に悪い影響を及ぼすと云われている。砂の撰別に際しては、砂分級機の形式及び洗浄水量に対して慎重な考慮を払わないと、設計通りの粒径に分けることが出来なかつたり、微細分を全く洗い流したりするおそれがある。我が国に於ては、砂の撰別機を使用して成功した例を余り聞いたことがない。砂の撰別は、我々ダム・エンジニアに課された、大きな研究課題の一つである。

6. 連行空気

コンクリートにAE材を加えて、空気を連行させると、ウォーカーピリチイ、風化に対する耐久性、水密性、アルカリ骨材反応等に対する性質が改善される。殊に

ダムに使用される様な貧配合のコンクリートでは、スランプを一定にした場合、強度も殆んど減少しないか、或いは、却つて増大する。従つて、最近のダムでは、必ずと云つてよい程、AEコンクリートを使用している。

AEコンクリートをダムに使用した場合の、唯一とも云うべき欠点は、その単位重量が減少することであろう。骨材の最大径を150mmにした場合、連行空気の適当量は、 $3 \pm 1\%$ とされているから、コンクリートの単位重量もそれだけ減るわけである。しかしながら、AEコンクリートでは、分離、ブリーディング、或は、ロック・ポケットの様な欠点を生ずることが少いから、実際に於ては、普通のコンクリートに比べて、単位重量の軽減率は、それ程大きくないであろう。又AEコンクリートを用いることによる、種々の性質の改善、工費の節減は、この欠点を補つて余りがあるであろう。

AEコンクリートを使用した場合、同一ウォーカーピリチイを得るためには、水の使用量、粗細骨材比等を変えなければならない。間接的には、セメントの使用量を減らしてもよいことがある。

AEコンクリートに含まれる連行空気量は、一定量のAE材を加えた場合でも、骨材殊に砂の粒形及び粒度、使用水量、セメント量、ミキサーの型式及び大きさ、練り混ぜ時間、コンクリートの温度、締固めの方法及び程度等によつて増減する。空気の連行量が多くなりすぎると、却つて有害な結果を生ずるから、コンクリート製産用の諸設備の計画に当つては、均質な材料を、出来るだけ自動的に供給し得る様な配置構造とし、又、施工に当つては、厳密な管理が必要である。米国のダムの様に、之等のことに慎重な考慮を払つた場合ですら、空気の連行量は、表-1に示す様に、かなり大きい範囲を變動しているから、我国に於ても、この事に関しては、特に注意を払ふ必要がある（この表の値は、月平均値の最大と最小を示すものであるから、個々のバッチでは、もつと大きく變動していることになる）。

7. ポゾランについて

近時米国では、ポゾランの使用がかなり普及し、ダム用としても、Bonneville, Davis, Friant, Big Creek等のダムで使用され、Hungry Horseダムで、現在使用されている。ポゾランは、セメントの水和作用の際に生ずる炭酸カルシウムと常温で化合して、水硬性の物質を生成する無定形珪酸を主成分とするものであつて、蛋白質系統のものと、ガラス質系統のものに2大別され、発熱量の少いこと、水密性を増すこと、アルカリ骨材反応を防止又は、減少すること、価格がポル

トランド・セメントに比べて安いこと等の特長を有する。しかしながら、ポゾランは、その鉱物学的成分、賦存状態によつて、特性が種々異なり、粉砕(通常、セメントよりずつと細かい粉末度を必要とする)、煨焼等の処理を要することが多いから、使用に当つては、個々の材料について、入念な、長期に亘る試験を必要とする。米国に於けるポゾランの使用は、既に40年の歴史を有し、現在の様に多くの種類のポゾランが、各方面に使用される様になるまでには、相当の迂余曲折があつたのである。

ポゾランは、セメントに比べて価格が安く、又、コンクリートの未だ固らない時の、或いは、硬化後の諸性質を改善することが出来るから、我が国に於ても、之を使用することは望ましいことではあるが、実用化するには、矢張り長期に亘つて、入念な試験、研究を行う必要があるから、現在の段階では、ポゾランをダムのような重要構造物に使用することは、時期尚早と云わなければならない。

8. 均質性の保持について

ダム・コンクリートの配合は、技術的な要請を満足する範囲に於て、最も経済的になる様に決定されなければならない。しかしながら、現場で製産されるコンクリートの配合は、常に実験室で決められた通りであることは出来ず、必ず或る程度変動する。従つて、配合を決める際には、その変動を見込んで、余裕をとつて置く必要がある。此の際、変動率が大きければ、余裕の見込みも大きくなるから、配合は不経済となる。又、変動率が余り大きくなりすぎると、配合に余裕を見る位では追い付かない程、コンクリートの品質が低下する。

したがつて、良質のコンクリートを、経済的に製産するためには、どうしても、その品質を或る一定限度以上に保持出来る様な工事計画及び施工管理を行う必要がある。ダム・コンクリートの製産は、一種の流れ作業による大量製産であるから、その品質管理は、手工業式製産によるコンクリートの品質管理とは、根本的に様式が異なる。即ち、骨材採取、或いは、セメント荷卸から、コンクリートの締固め、養生に至る間の、複雑な工事工程を計画設計するに際しては、製産用機器、仮設備が総て、出来るだけ自動的に一定範囲内の品質のものを製産出来る様に、按配工夫しなければならない。又、施工に際しては、一定様式に従つて、組織的に、科学的に、管理を行う必要がある。

製産されるコンクリートの均質性を保持するために

は、次の事に特に気を付けなければならない：

1. 設備全体を通じて、故障の少ない、性能のよい機器を使用すること。
2. 骨材採取場に於ける骨材の量、品質、粒度を徹底的に調査し、それらの変化に対する対策を予めたて置くこと。
3. 骨材の篩分け種類を、出来るだけ多くすること。勿論、建設の規模に不相応な、設備をする必要はない。
4. 篩分け後の骨材の分離、破碎を最小ならしめること。
5. 篩分け設備をミキシング・プラントに出来るだけ近付けるか、又は、骨材採取場附近で荒篩いをし、ミキシング・プラント附近で仕上げ篩いを行うこと。
6. 砂の排水に努め、含水率の変動を最小にすること。大規模のダムで、機器の性能に自信があるならば、砂を2〜3種に撰別すること。
7. 重量式計量機を使用し、その精度を1〜2%以内に止めること。大規模のダムでは、短時間内に微量計量の出来る自働式を使用すること。
8. 計量機やミキサーから、試料が簡単に採取出来る様な設備をし、粒度や配合その他の試験を頻繁に行うこと。
9. ミキサー、殊に羽根の構造配置をよくして、練り混ぜの程度を、ミキサー全体に亘つて均一ならしめること。
10. 計量機には自働式記録器を、ミキサーには、コンシステンシイ・メーター、或いは廻転度数計をつけること。
11. コンクリートの運搬には、釣替えや開閉が容易で、任意の量を放出出来る様なバケットを使用すること。
12. 性能のよい内部振動機を数多く使用し、且つ、万べんなく行き直る様に、計画的締固めを行うこと。
13. 積極的な養生設備をすること。

以上の様な考慮を払つて、はじめて均質な、自信のあるコンクリートを打設することが出来る。之等の設備や管理をすることは、不経済の様に見えるかも知れないが、実際はそうではない。例えば、之等の設備をすることによつて、セメントをコンクリート1m³当り30kg節約出来ると仮定すれば、50万m³のダムならば、セメント代を運搬費も含めて約1億5千万円浮かせることが出来る。したがつて、之等の設備に1億5千万円まるまるつかつたとしても、コンクリートの品質がよくなるだけ、得が行く勘定になる。製産コンクリートの均質化を考えないで、セメント量を減らしたり、AE材を使用したりすることは、非常に危険なことであつて、ダムの様な重要構造物に於ては、厳につつまなければならないことである。