

## 1 章 適用の範囲 および 定義

### 1 条 適用の範囲

この示方書は無筋コンクリート構造物の設計 および 施工についての一般の標準を示すものである。

【解 説】 この示方書でいう無筋コンクリート構造物とは、コンクリート舗装 および 高さ 15 m 以上のダム以外の、無筋コンクリートでつくる一般の構造物をいうので、無筋コンクリートの橋台、橋脚、アーチ、擁壁、基礎、等をさすのである。特別の無筋コンクリート構造物 または 特殊な場合にたいしては、この示方書の精神をもとにして、実際の事情に適應するように、設計、施工を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。

無筋コンクリート——鋼材で補強しないコンクリートをいう。ただしコンクリートの収縮ひびわれ 他にたいする用心のために、鋼材を用いたものは無筋コンクリートとする。

責任技術者——工事を監督する主任技術者をいう。

セメント——JIS (日本工業規格) R 5210 ポルトランド セメント (土木学会規準 1 章), JIS R 5211 高炉セメント (土木学会規準 2 章), JIS R 5212 シリカ セメント (土木学会規準 3 章) 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 水と練り混ぜる砂、砕砂、砂利、碎石、その他これに類似の材料をいう。

ふるい——土木学会規準 17 章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、練り混ぜのさいに必要なに応じてコンクリートの成分として加える材料をいう。

ポゾラン——混和材料の一種で、それ自体には水硬性はないが、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。

A E 剤——混和材料の一種で、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。

エントレインド エア——A E 剤によってコンクリート中にできた空気をいう。

エントラップト エア——コンクリート中に含まれる、エントレインド エア以外の空

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 の一組を用いて、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。

骨材の表面乾燥飽和状態——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。

骨材の比重——表面乾燥飽和状態の骨材粒の比重をいう。

粗石——15 cm 目の網ふるいにとどまり、1 個の重量が 45 kg 以下の割石 または 玉石をいう。

セメント パースト——セメント および 水を練り混ぜてできたものをいう。

モルタル——セメント、細骨材 および 水を練り混ぜ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 水を練り混ぜ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。

A E 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、骨材が表面乾燥飽和状態であるとしたときのセメント パースト中における 水とセメントとの重量比をいう。

配合——コンクリート または モルタルにおいて、これらをつくる時の各材料の割合をいう。

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、骨材は表面乾燥飽和状態であり、細骨材は 5 mm ふるいを通るもの、粗骨材は 5 mm 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。

単位量——コンクリート 1 m<sup>3</sup> をつくる時に用いる材料の量をいう。

単位セメント量——セメントの単位量をいう。

単位水量——水の単位量をいう。

単位骨材量——骨材の単位量をいう。

単位細骨材量——細骨材の単位量をいう。

単位粗骨材量——粗骨材の単位量をいう。

単位 A E 剤量——A E 剤の単位量をいう。

単位ポゾラン量——ポゾランの単位量をいう。

絶対細骨材率——骨材のうち 5 mm ふるいを通る部分を細骨材、5 mm 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。

細骨材率——骨材のうち 5 mm ふるいを通る部分を細骨材、5 mm 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重量比を百分率で表わしたものをいう。

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。

レイトランス——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て沈んだ物質をいう。

コンシステンシー——主として水量の多少による 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。

ウォーカビリティー——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。

プラスチシティ——容易に型に詰めることができ、型を取り去ると ゆっくり形を変えるが、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——練りずつ、コンクリート材料を練り混ぜるミキサをいう。

練り直し——コンクリート または モルタルが、まだ固まり始めないが、練り混ぜ後相当な時間がたった場合、材料が分離した場合、等に再び練り混ぜる作業をいう。

練り返し——コンクリート または モルタルが固まり始めた場合、再び練り混ぜる作業をいう。

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。

ショットクリート——セメント、細骨材 および 水を圧縮空気で吹き付けてつくるモルタルをいう。

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。

プレパックド コンクリート——所要の品質のコンクリートがえられるように、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えられたものをいう。

【解説】 責任技術者について この項で主任技術者とは、無筋コンクリート構造物の設計 および 施工に関し学識経験のある人で、その工事に責任をもつもの、または この責任者から、各個の工事につき、責任の一部の分担を命ぜられた者をいう。

ふるいについて コンクリート用ふるいとしては、従来、粗骨材には円孔板ふるいが、細骨材には 網ふるい が用いられてきた。このようにするよりは、粗骨材にも 網ふるい を用

いる方が便利であるので、この示方書では、粗骨材にたいしても細骨材にたいしても、網ふるいを用いることにしたのである。

土木学会規準 17 章は JIS Z 8801 に準じたものであり、JIS との相違点は、網ふるいだけを規定していること、呼び寸法を改めたこと、等であって、ふるい目の開き、針金の直径、等は JIS と全く同様である。

**細骨材 および 粗骨材について** 細骨材と粗骨材との区別は全く任意的に定めたもので、これを定める理論的根拠はない。この規定は わが国従来の習慣に従って 定めたものである。現場における骨材は ふるい分けが完全でないため、普通、粗骨材の中に 5 mm ふるいを通るものを含んだり、細骨材の中に 5 mm ふるいにとどまるものを含んだりする場合が多い。それで おのおの場合につき、15% の余裕を設けたのである。

**混和材料について** 混和材料としては いろいろのものが市販されている。この示方書では、ボゾラン、AE 剤、セメント分散剤、ウォーカビリチー剤、ガス発生剤、硬化促進剤、防水剤、等を総称して混和材料としているのである。

**ボゾランについて** この示方書では、フライアッシュ、けい藻土、火山灰、等をボゾランと いうているのである。

**AE 剤について** コンクリートを練り混ぜるときに 物理的作用によって、微小な独立した空気の あわがコンクリート中に できるようにするものを AE 剤というのである。アルミニウム粉末などのように、化学作用によって あわ ができるようにするものはガス発生剤という。セメント分散剤には、エントレインド エアーが できるものが多いが、AE コンクリートをつくるために用いられる場合には、AE 剤として取り扱うのである。

**エントレインド エアー および エントラップト エアーについて** エントレインド エアーは、コンクリートの品質を改善するために、AE 剤を用いて 計画的にコンクリート中に できさせた微小な独立した空気の あわ をいうのである。エントラップト エアーは、AE 剤を用いない場合にもコンクリート中に含まれている空気であって、空気の あわ の大きさはエントレインド エアーより大きい。AE コンクリート中にも 1~2% 程度のエントラップト エアーは含まれていると考えられるのであって、AE コンクリートの空気量とは、エントレインド エアーの量とエントラップト エアーの量との和をいうのである。

**骨材の粗粒率について** 骨材の ふるい分け試験を行なった場合、たとえば、10 mm ふるいを通らない全部の量というものは、80 mm、40 mm、20 mm および 10 mm ふるいにそれぞれとどまっている試料の量の総和である。解説 表 1 に、粗骨材のふるい分け試験結果から粗粒率を計算する一例を示す。

解説 表 1 粗骨材の粗粒率の計算例

80 mm ふるいを通らない試料の量	0 %
40 mm	0
25 mm	3.2
20 mm	28.5
15 mm	52.7
10 mm	77.3
5 mm	98.1

2.5 mm ふるいを通らない試料の量

99.6 %

$$\text{粗骨材の粗粒率} = \frac{29+77+98+100+100+100+100}{100} = 7.04$$

粗粒率は、骨材の粒度の大体を示す一つの手段で、骨材粒度の均等性を判断するとき、コンクリートの配合設計のさいに単位水量を推定するとき、等に利用して便利なものである。しかし、同じ粗粒率を与える骨材の粒度は 無数にあることに注意しなければならない。

**粗骨材の最大寸法について** 粗骨材の最大寸法は、その最大粒の最大寸法によって示すのではない点に注意しなければならない。粗骨材には、形のうすっぺらなもの、細長いものがまじっているので、最大粒を単独にはかって最大寸法とすることは 実際上適当でないから、このように規定したのである。解説 表 1 にあげた例では、粗骨材の最大寸法は 25 mm である。

**骨材の表面水について** 骨材に含まれる水量（骨材の含水量）を骨材の表面水と骨材粒の内部に吸収されている水とに区分したのは、骨材の表面水はコンクリート練り混ぜに用いる水量の一部と 考えなければ ならないからである。

**骨材の比重について** この示方書でいう骨材の比重とは骨材を粉末にして求めた真比重というのではない。コンクリートの配合設計 その他においては、骨材の含水状態に関しては表面乾燥飽和状態を基準とするのであるから、比重も表面乾燥飽和状態の骨材粒の比重が必要になるのである。

**配合について** 各材料というものは、セメント、水、細骨材、粗骨材 および AE 剤、ボゾラン、等のことである。

**単位量について** 「コンクリート 1 m<sup>3</sup> をつくるときに用いる」という言葉を簡単にするために「単位」という言葉を用いたのである。

各材料の単位量はコンクリートの でき上がり容積から計算する。

**絶対細骨材率について** 従来は、骨材のうち 5 mm ふるいを通る部分を細骨材、5 mm ふるいにとどまる部分を粗骨材として算出した、粗骨材量と細骨材量との重量比をとり、粗骨材重量比と称して用いていたが、AE コンクリートの場合には絶対細骨材率を用いる方が便利であり、AE 剤を用いないコンクリートの場合でも これを用いて不便はないので、この示方書では これを採用することに改めたのである。ある骨材の絶対容積 (m<sup>3</sup>) は、その表面乾燥飽和状態における重量 (kg) を その骨材の (比重×1 000) で割って求める。

**細骨材率について** 細骨材と粗骨材との比重が等しい場合には、絶対細骨材率と細骨材率とは同じ値となる。

**コンシステンシー および ウォーカビリチーについて** コンシステンシーはウォーカビリチーの重要な一要素で、スランブ試験によって、かなり正確にこれを測定することができる。ウォーカビリチーを測定する試験方法は従来多数考案されたが、一般の現場に適するものは今のところ ない。それで作業に適するウォーカビリチーは、経験のある技術者が、これを判断しなければ ならないことになる。スランブ試験はコンクリートのウォーカビリチーを判断する補助手段として用いられる。

**プラスチシチーについて** まだ固まらないコンクリートのプラスチシチーは、ウォーカビ

リチーに非常に関係のあるものでコンクリートがプラスチックでなければ、一般の場合水セメント比法則が適用できない。

練り直し および 練り返し について 練り直し および 練り返し という言葉は、同意義に用いられたこともあり また コンクリート または モルタルの練り混ぜ後、固まり始めた場合に再び練り混ぜる作業を 練り直し という人もあるので、間違いをおこすおそれがある。それで この定義のように明らかに区別したのである。

ショットクリートについて これは、従来グナイトと呼ばれていたものである。グナイトは商品名であるので一般名に改めたのである。

プレパックド コンクリートについて 特定の粒度をもつ粗骨材というのは、15mm ふるいを通る量が非常に少ない粒度の粗骨材のことであり、特殊なモルタルというのは、流動性が大きく 材料の分離が少なく、かつ収縮の少ないモルタルのことである。

## 2 章 コンクリートの品質

### 3 条 総 則

コンクリートは所要の強度、耐久性、水密性、等をもち、品質のばらつきが少ないものでなければならない。

【解説】 コンクリートが構造物の設計において基準とした強度をもたなければならないことは当然である。また、所要の耐久性をもつ品質のものでなければならないことも明白である。水密性を必要とする構造物では水密的なコンクリートを用いなければならないことは当然であるが、水密性の大きいコンクリートをつくることは構造物を耐久的にするためにも大切なのである。またコンクリートの品質のばらつきが大きい場合に、構造物の安全度を確保しようとするとき相対的に大きな割増し係数(26条参照)を用いて配合を設計しなければならないとなり、一般に不経済となるので、この条のように規定したのである。

### 4 条 強 度

コンクリートの強度は材令28日における圧縮強度を基準とする。

【解説】 無筋コンクリート構造物に用いるコンクリートに必要な強度としては、圧縮強度のほか、曲げ引張強度、せん断強度、等がある。曲げ引張強度、せん断強度、等は必ずしもコンクリートの圧縮強度に比例するものではないが 適当な設計施工によってつくったコンクリートの強度は大体において、その圧縮強度で判断することができる。

また、コンクリートの圧縮強度はコンクリートの品質を判断する資料ともなる。それで、コンクリートの強度、および品質を表わす基準としてその圧縮強度を用いるのが一般であ

るから、この示方書もこれに従っているのである。

コンクリートの圧縮強度は材令とともに増加するものであるが、一般の構造物で28日後において圧縮強度が大いに増加するような養生を期待することはできない場合が多い。それで、実際に構造物が用いられるのは数箇月の後であるとしても大体28日の圧縮強度を標準とするのが安全である。

材令28日以前に載荷する場合は、構造物を設計するさいに、載荷するときの圧縮強度を標準としなければならぬことは当然である。

### 5 条 圧縮強度試験

コンクリートの品質を確かめるため、工事着手前 および 工事中に圧縮強度試験をしなければならない。工事中に行なった試験の結果は、99条に示す条件を満足しなければならない。

コンクリートの圧縮強度試験は JIS A 1108 (土木学会規準34章)によるものとする。

【解説】 所要の品質のコンクリートをつくるため、また、所要の品質のコンクリートがつけられているかどうかを確かめるためには、工事着手前 および 工事中に圧縮強度試験を行うことがぜひ必要である。

工事中に行う試験の結果が、99条に示す条件を満足するように、施工設備をととのえ、またコンクリートの配合を定めなければならないのである。

急速を要する工事その他で、やむをえず工事着手前における試験を省略する場合でも、工事中には必ず強度試験を実施しなければならない。

## 3 章 材 料

### 6 条 総 則

材料はこれを用いるまえに、試験しなければならない。

【解説】 適当な材料を用いることは、所要の品質のコンクリートを経済的につくるために必要であり、材料の適否を定めるには試験をしてみなければならないので、このように規定したのである。

## 1 節 セ メ ン ト

### 7 条 セメント

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、早強ポルトランドセメント、高炉セメント および シリカセメントはそれぞれ JIS R 5210 ポルトランドセ

メント（土木学会規準1章）、JIS R 5211 高炉セメント（土木学会規準2章）、JIS R 5212 シリカセメント（土木学会規準3章）に適合したものでなければならない。

【解説】 現在市販されているセメントの種類は多く、それぞれ特徴があり、それらの品質は相当に違っている。従って、工事に用いるセメントを選定する場合には、所要の品質のコンクリートが経済的にえられるようなセメントを選ぶ必要がある。この条には、従来一般に用いられている5種のセメントを示した。これらのうち中庸熟ポルトランドセメントは、長期材令における強度が大きいこと、収縮が少ないこと、硬化熱が少ないこと、等の利点があるので、重要な土木構造物にはこれを用いることが望ましい。

この条に示す以外のセメントには、アルミナセメント 他がある。これらのセメントについては、十分に調査し試験した上で、使用しなければならない。

## 2 節 水

### 8 条 水

水は油、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】 実験および経験によると水が酸化亜鉛、砂糖、等を含む場合のほかは、かなりきたないと思われる水を用いても、コンクリートの強度に大きい影響をおよぼさないようである。不純物の有害量は、一般に、試験してみなければわからない。従って水の性質について疑いのあるときは、清浄な水を用いたときのコンクリートの強度と比較して使用の可否を定めるのが安全である。沼の水、酸を含む疑いのある水、等は試験するのが適当である。

## 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】 細骨材に含まれるごみ、どろ、有機物、等の有害物含有量の限度は11条に、細骨材の耐久性は12条に、粒度は10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制定されていないから、その細骨材を用いてつくったモルタルまたはコンクリートの強度、その他の試験結果から責任技術者が判断しなければならないのである。

### 10 条 粒 度

(1) 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	ふるいを通るものの重量百分率
10 mm ふるい	100
5 mm ふるい	95 ~ 100
2.5 mm ふるい	80 ~ 100
1.2 mm ふるい	50 ~ 85
0.6 mm ふるい	25 ~ 60
0.3 mm ふるい	10 ~ 30
0.15 mm ふるい	2 ~ 10

ふるい分け試験は、JIS A 1102（土木学会規準18章）によるものとする。

(2) 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】 (1)について 細骨材の単価が同じであれば、細粗粒が適当に混合しているときは、粒の大きさがそろっているときや細粒が多いときにくらべ強度、耐久性、水密性、等の点で所要の品質のコンクリートを、比較的少ない単位セメント量で経済的につくることができるのである。ゆえに、経済的見地からなるべく粒度のよい細骨材をえらぶのが正当である。しかし、実際、現場付近でこのような細骨材のえられない場合も少なくない。この場合他から細粗粒が適度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である。表1の標準は各国の規定や実験の結果をもととして定めたもので、この表に示した程度のもを用いると、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。

一般に細骨材の粗粒率は2.3から3.1の間にあるのがよい。また表1に示す連続した2つのふるいの間の量の百分率は45をこえてはならない。空気が3%以上で単位セメント量が250kg以上のAEコンクリートの場合、またはAE剤を用いないコンクリートで単位セメント量が300kg以上の場合には、表1の0.3mmふるいおよび0.15mmふるいを通る量の最小値をそれぞれ5%および0%に減らしてよい。貧配合のコンクリートの場合、細粒の粗骨材を用いてウォーカービッチーのよいコンクリートをつくらうとする場合、等においては、比較的細粒に富んだ細骨材がよいのであって表1の粒度範囲で各ふるいを通る量が最大値に近いような細骨材が望ましいのである。

(2)について 均等質のコンクリートをつくるためには、現場へ供給される細骨材の粒度は一定でなければならない。この規定は通常の工事現場における細骨材の粒度変化の許容範囲を示したものである。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、その細骨材を用いないか、または、これを用いるならば所要の性質のコンクリートがえられるようにコンクリートの配合

をかえなければならぬのである。

A Eコンクリートを用いる場合には、粒度変化の許容値を前記の値より小さく規定することが望ましい。

### 11 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 **

\* 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、シェール、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。

\*\* 高炉スラグからつくった砕砂には適用しない。

洗い試験は JIS A 1103 (土木学会規準 19 章) に よるものとする。

### (2) 有機物

(a) 天然砂に含まれる有機物は JIS A 1105 (土木学会規準 21 章) 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えて用いてよい。

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 中層熱ポルトランド 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 22 章によるものとする。

【解説】(1) について 粘土は、砂の表面に密着しないで均等に分布しているものであれば、貧配合のときには 必ずしも有害でないが、砂の表面に密着していたり、相当量がかたまり となっていたりすると はなはだ有害である。かたまり になっていない粘土、ごみ、等の量は、洗い試験の結果から判断できるのである。

比重 2.0 の液体に浮く材料は、シェール、石炭、亜炭、等であって、これらは弱いから有害なのである。

比重 2.0 の液体は、4 塩化炭素 (比重 1.58) と 4 臭化アセチレン (比重 2.97) との混合物、またはプロモホルム (比重 2.88) とモノプロモベンジン (比重 1.49) とを混合してつくとよい。これらの液体は有毒であるから取扱い には注意が必要である。

表 2 に示す値は、一般に これを こえてはならない値であって、重要な構造物に用いるコンクリートの場合には、これらの値より小さい値を示方するのが適当なのである。

(2) (a) 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物の大体の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 こいときは、その砂を用いないのが一般に安全である。

(b) について (a) に示した標準試験方法は、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 決定的の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う必要のあることを示すだけである。よって、この試験に不合格の砂でも (b) に示したモルタルの強度試験に合格すれば用いてもよいのである。強度試験の方法は米国材料試験協会 (ASTM) の規定を参考にして 定めたものである。

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、十分攪拌したのち、そのまま約 1 時間放置しておけばよい。なお、洗いを流すときに、目の こまかい布その他を用い、砂の微粒分が失われないように 注意しなければならない。

### 12 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 回くり返したときの細骨材の損失重量 (百分率) の限度は、一般に 10% とする。安定性試験は JIS A 1122 (土木学会規準 25 章) 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 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えて、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。

(4) 気象作用をうけない構造物に用いる細骨材は、この条 (1)、(2) および (3) について考えなくてもよい。

【解説】(1) (2) (3) について 風雨、寒暑の作用にたいして 耐久的なコンクリートをつくるためには、耐久的な細骨材を用いることが必要である。細骨材の耐久性は、その細骨材を用いた過去の経験から、これを判断するのが適当である。しかし、過去の経験のない場合には、硫酸ナトリウム試験、凍結融解試験、等の促進耐久試験を行い、その結果から判断することにしたのである。

気象作用と、促進耐久試験との関連性については、まだ不明の点も多いが、促進試験の結果で細骨材の耐久性を大体判断することができるのである。

硫酸ナトリウム試験の代わりに、硫酸マグネシウムを用いる試験を行なってもよい。その場合における損失重量の限度は、15%程度とするのが適当である。

(4) について 気象作用をうけない構造物とは、建築物の内部またはタイル、テラコッタ、等で保護した表面、等のことである。

### 4 節 粗 骨 材

#### 13 条 総 則

粗骨材は清浄、強硬、耐久で、適当な粒度をもち、うすぺらな石片、細長い石片、有機物、等の有害量を含んでいてはならない。特に耐火性を必要とする場合には、耐火的な粗骨材を用いなければならない。

【解 説】 粗骨材に含まれている ぐみ、どろ、等の有害物含有量の限度は 15 条、耐久性は 16 条 に規定してある。

強硬の程度については、JIS A 1121 (土木学会規準 24 章) または JIS A 1120 (土木学会規準 23 章) あるいは JIS A 1126 (土木学会規準 26 章) による試験結果、その粗骨材を用いたコンクリートの強度試験結果、等によって判断するのがよい。適当な粒度については 14 条 に規定してある。

うすぺら または 細長い石片の量は 試料から拾い出して測定するのであるが、その有害量は責任技術者の判断によらなければならないのである。

耐火的な粗骨材の一例は、スラグ、シンダー、れんがくず、等多孔質のものである。しかしこれらの粗骨材には強度が小さい欠点がある。それで、耐火的であるとともに強度、水密性、耐久性、等を必要とするコンクリートの場合には、強度が大きくて耐火的な粗骨材、たとえば石灰岩、トラップ、等を用いなければならない。

鉄筋コンクリート標準示方書 (以下鉄筋と省略する) 126 条 解説 参照。

#### 14 条 粒 度

(1) 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

ふるいの呼び 寸法 (mm)	ふるいを通るものの重量百分率										
	100	80	60	50	40	25	20	15	10	5	2.5
粗骨材 の大きさ (mm)											
50 ~ 5	—	—	100	95~100	—	35~70	—	10~30	—	0 ~ 5	—
40 ~ 5	—	—	—	100	95~100	—	35~70	—	10~30	0 ~ 5	—
25 ~ 5	—	—	—	—	100	95~100	—	25~60	—	0 ~ 10	0 ~ 5

20 ~ 5	—	—	—	—	—	100	90~100	—	20~55	0~10	0~5
15 ~ 5	—	—	—	—	—	—	100	90~100	40~70	0~15	0~5
80 ~ 40	100	90~100	45~70	—	0~15	—	0~5	—	—	—	—
60 ~ 40	—	100	90~100	35~70	0~15	—	0~5	—	—	—	—
50 ~ 25	—	—	100	90~100	35~70	0~15	—	0~5	—	—	—
40 ~ 20	—	—	—	100	90~100	20~55	0~15	—	0~5	—	—

ふるい分け試験は JIS A 1102 (土木学会規準 18 章) によるものとする。

(2) 粗骨材の最大寸法の定め方は 27 条 による。

【解 説】 (1) について 粗骨材の粒度がコンクリートのウォーカビリティーにおよぼす影響は、細骨材の粒度ほど大きくはないが細骨材におけると同様に、所要の性質のコンクリートを経済的につくるためには大小粒が適当に混合しているのがよいのである。表 3 は各国の規定や実験の結果を参考として定めたもので、これによれば、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つくられるのである。

(2) について 27 条 粗骨材の最大寸法の解説参照。

#### 15 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**

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

\*\* 高炉スラグからつくった碎石には適用しない。

洗い試験は JIS A 1103 (土木学会規準 19 章) に、やわらかい石片の試験は JIS A 1126 (土木学会規準 26 章) によるものとする。

【解 説】 この条は 11 条 の細骨材における解説と同様な理由で設けたものである。

#### 16 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 回くり返したときの粗骨材の損失重量 (百分率) の限度は、一般に 12% とする。安定性試験は JIS A 1122 (土木学会規準 25 章) 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え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。

(4) 気象作用をうけない構造物に用いる粗骨材はこの条(1)、(2)および(3)について考えなくてもよい。

【解説】この条は12条の細骨材における解説と同様な理由で設けたものである。

硫酸ナトリウム試験の代わりに、硫酸マグネシウム試験を行ってもよい。その場合における損失重量の限度は、18%程度とするのが適当である。

### 17条 スラグ

(1) スラグは責任技術者の承認をえた場合でなければこれを用いてはならない。

(2) スラグは強硬、耐久的で、均一な材質と密度とをもち、うすべらな片、細長い片、ガラス質スラグ、等の有害量を含んでいてはならない。

(3) スラグの単位容積重量は $1100 \text{ kg/m}^3$ 以上でなければならない。

【解説】(1)について スラグは鉄溶鉱炉から出る銹さいを空气中でひやして砕いたものであり、耐火コンクリートや軽量コンクリートをつくるのに適している。しかしスラグは製鉄の場合にできる副産物であるから、骨材として適当なものもあるし、不適当なものもある。だから、スラグを用いる場合は、必ずコンクリート供試体をつくり、強度その他の試験をして責任技術者の承認をえなければならないのである。

(2)について 粗骨材として要求される性質は普通の粗骨材の場合と同様である。ガラス質スラグはモルタルとの付着力が小さく、コンクリートの強度を減らすから、有害である。有害物質の有害量については責任技術者の判断によらなければならないのである。

(3)について あまり軽いスラグは弱いからこのように規定したのである。

## 5節 粗石

### 18条 粗石

粗石は清浄、強硬、耐久的で、強度はコンクリートの所要強度以上のものでなければならない。

【解説】粗石が、清浄、強硬、耐久的でなければならないことは、細骨材または粗骨材の場合におけると同様であるが、その程度については、やはり責任技術者の判断にまづかはないのである。

## 6節 混和材料

### 19条 総則

混和材料を用いる場合には、責任技術者の承認をえなければならない。

混和材料の品質 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】混和材料の種類は多く、使用の目的によって分けると、その主なものはつぎのようである。

1. A E剤(2条定義参照)
  2. セメント分散剤、すなわち、コンクリートのウォーカビリチーをよくするためにセメント粒子を分散させる目的のもの。
  3. ウォーカビリチー剤、すなわち、コンクリートの単位水量を少なくしたり、材料の分離を少なくしたりしてウォーカビリチーをよくする目的のもの。
  4. ガス発生剤、すなわち、まだ固まらないモルタルまたはコンクリートを膨脹させるためガスを発生させる目的のもの。
  5. 硬化促進剤、すなわち、コンクリートの硬化を促進させる目的のもの。
  6. レターダー、すなわち、まだ固まらないコンクリートにおける、セメントの凝結を遅らせる目的のもの。
  7. ポズラン(2条定義参照)
  8. 防水剤、すなわち、コンクリートの水密性を増す目的のもの。
- 一つの混和材料で、これらの目的の多くを達するものもある。

混和材料を用いて利益がえられるかどうかは、用いる混和材料の性質、工事現場の事情、構造物の種類、等によっていちじるしく相違するもので、混和材料の使用の適否について一般的に示すことはできない。それでこの条のように規定したのである。混和材料の使用を許すまえに、責任技術者は、混和材料を用いることの利点および欠点について十分に調査研究しなければならない。すなわち、用いようとする混和材料の均等性について調査するとともに、その混和材料がコンクリートのウォーカビリチー、強度、耐久性、水密性、容積変化、等におよぼす影響を調査しなければならない。また、混和材料を用いなくても、骨材粒度の改善、単位セメント量の増加、等によって所期の結果がえられるかどうかについて検討しなければならないのである。

A E剤については20条に規定してある。フライアッシュはJIS A 6201(土木学会規準28章)の規格に適合したものをいなければならない。塩化カルシウムについては69条解説に書いてある。

防水剤には効果の確実なものもないではないが、一般にその効果は疑わしい。それで、土木構造物には一般に使用しないのが望ましい。建築用の防水剤についてはJIS A 6101があるが、これは土木構造物を対象としたものではない。



**20条 A E 剤**

A E 剤は土木学会規準 27 章 に適合したものとす。

【解説】 現在、市販されている A E 剤の種類は相当に多く、セメント分散剤でエントレインド エアがでるようなものも A E 剤として用いられることが多い。エントレインド エアがコンクリートの諸性質に およぼす影響は、空気量を同じくした場合でも、用いた A E 剤によって相違する。また、市販されている A E 剤には均等性について疑わしいものもある。そこで この条のように規定したのである。

土木学会規準 27 章は、A E 剤がコンクリートのウォーカビリチー、強度、凍結融解にたいする耐久性、乾燥収縮、等におよぼす影響について 規定したものである。この規準に示してある耐久性試験や長さ変化試験 (JIS A 1124, 1125) を行うためには、完備した実験設備が必要である。また、ブリージング試験は、細骨材の粒度を均等に保つこと、その他に特に注意しないと 満足な結果が えられないことに注意しなければならない。

粉末状の A E 剤は一般に吸湿性が強く、液体状の A E 剤には低温度において沈んでんをおこすものもあるから、A E 剤を保存する場合には 変質させないよう 注意しなければならない。また、保存中に変質した A E 剤は 使用前に再試験しなければならないのである。

**7 節 材料の貯蔵****21 条 セメントの貯蔵**

- (1) セメントは、地上 30 cm 以上に床をもつ防湿的な倉庫に貯蔵し、検査に便利ないように配置し、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 これを 13 袋以上積み重ねてはならない。
- (3) 貯蔵中にセメントにできた かたまりは、これを工事に用いてはならない。
- (4) 3 箇月以上倉庫に貯蔵した袋詰めセメント または 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 うけなければならない。

【解説】 この条は、袋詰めセメントを用いる場合だけについて 規定したものである。工事現場にサイロを設備し、ばらセメントを用いることができれば、紙袋の費用が節約できること、セメントが風化する おそれが少なくなること、等の利益がある。

(1) について セメントの貯蔵上 最も注意しなければならないのは、湿気を防ぐことである。特に地面からの湿気を防ぐことが 大切であるから、倉庫の床と地面との間には相当の あきをつくる必要がある。地面から 30 cm 以上 あげることにしたのは、現場の木造倉庫についての 標準を示したものである。

セメントは各荷ごとに識別できるよう、また、検査に 便利ないようにこれを 貯蔵することは、新しく入庫したセメントばかり を用いることのないこと、在庫の数量を知ること、貯蔵

によるセメントの品質の変化を知ること、等のために大切なのである。

(2) について 取扱いが便利なこと、あまり多数積み重ねると下のものが上のものの重量で固まること、等の理由で この制限を設けたのである。貯蔵期間が比較的長くなるときには 7 袋以上積み重ねない方がよい。

(3) について 貯蔵中にできたセメントの かたまりは、これを用いてならないことは明らかである。袋の中で一部が固まったセメントでも、固まらない部分は試験の結果によっては用いてもよい。

(4) について セメントを普通の倉庫に 3 箇月以上も貯蔵すると、その強度は相当に減少する。また、セメントが貯蔵中に湿気をうけても強度は減少する。それで 3 箇月以上も貯蔵したり、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て、その結果により、単位セメント量の増加、その他の処置を 講じなければならない。早強ポルトランドセメントは、一般に粉末度が高いから、湿気の影響を うけやすいので貯蔵について特に注意しなければならない。

**22 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。粗骨材の最大寸法が 60 mm 以上のときは適当な ふるいで大小 2 種にふるい分け、べつべつに貯蔵しておくのがよい。
- (2) 骨材は、表面水が なるべく一様となるよう、適当に これを貯蔵しなければならない。
- (3) 粗骨材を取り扱うときは、大小粒が分離しないように しなければならない。
- (4) 骨材は 氷雪の混入 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。
- (5) 骨材は、暑中においては、日光の直射をさけるため、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) および (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。それで細粗骨材は、まざらないように、べつべつに貯蔵することが ぜひ必要である。細骨材は一般に湿っているから、取扱い中における 大小粒の分離は少ないが、粗骨材は分離をおこしやすい。よって 粗骨材の取扱いにおいては、大小粒の分離をおこさないよう、特に注意しなければならない。ことに最大寸法が大きい場合には 大小粒が分離して 粗骨材の粒度を一定に保つことは 困難となるので、最大寸法が 60 mm 以上の粗骨材においては、大小 2 種の大きさに ふるい分けて べつべつに貯蔵し、これらを一定の割合で使用するのがよい。

重要な工事の場合には、最大寸法が 50 mm 以下の粗骨材でも 2 種以上に ふるい分け、べつべつに貯蔵するのが望ましい。

(2) について 均等質のコンクリートをつくるには、粒度が一定な骨材を用いると同時

に単位水量が一定となるよう骨材の表面水量に応じて加える水量を加減しなければならない。骨材の表面水量が一定でないときは、各バッチごとに水量を加減しなければならない。これは、ほとんど不可能なことであるから、骨材の表面水量が一樣となるように貯蔵することを規定したのである。

(4) について 寒中において、凍結している骨材や氷雪の混入している骨材をそのまま用いると、できたコンクリートの温度が低下し、コンクリートが凍結するおそれがある。それでこの条のように規定したのである。

(5) について 暑中長時間炎熱にさらされた骨材を用いるとコンクリートが急結するおそれがあるので、適当な施設をして貯蔵することが必要なのである。

## 4 章 配 合

### 23 条 総 則

コンクリートの配合は、所要の、強度、耐久性、水密性 および 作業に適するウォーカーカピリチーをもつ範囲内で、単位水量をできるだけ少なくするよう、これを定めなければならない。

【解説】 作業に適するウォーカーカピリチーのコンクリートというのは、コンクリート体の大きさ および 形、コンクリートの締固め方法、等に応じて、型わくの すみずみ までコンクリートが十分ゆきわたるよう打ち込み締め固める作業が容易であると同時に、材料の分離をおこすことが少ないようなコンクリートのことである。

コンクリートの強度、耐久性、水密性、等に最も大きな関係のあるものは、コンクリート中におけるセメントペーストの、水セメント比 および 単位量である。すなわち単位水量と単位セメント量とによってコンクリートの品質は支配されるのである。作業に適する範囲内で単位水量を少なくすれば、所要の品質のコンクリートを えるに必要な単位セメント量が少なくなり、また、コンクリートに ひびわれ のできる おそれも少なくなる。なお単位水量の多いコンクリートを用いると、単位セメント量も多くなって不経済となるばかりでなく、材料の分離がおこりやすく、欠点の少ないコンクリートをつくるのが困難となる。それで、所要の、強度、耐久性 および 水密性をもつコンクリートをつくるためには、作業に適するウォーカーカピリチーが えられる範囲内で、単位水量を できるだけ少なくすることがきわめて大切なのである。

### 24 条 単位水量

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、試験によってこれを定めなければならない。

【解説】 コンクリートのコンシステンシーは作業に適する範囲内で できるだけ小さい

スランプのものでなければならない。所要のスランプを えるに必要なコンクリートの単位水量は、粗骨材の最大寸法、骨材の粒度 および 粒形、混和材料の種類、コンクリートの空気量、等によって相違するから、用いる材料について試験をしてこれを定めるように規定したのである。AE 剤、セメント分散剤、等を 適当に用いると 単位水量を相当に減らすことができる。単位水量を減らす程度は、空気量、混和材料の種類、コンクリートの配合、等によって相違するが、一般に、良好な AE 剤の場合、7~14%、良好なセメント分散剤の場合 13~23% 程度である。

### 25 条 単位セメント量

単位セメント量は、単位水量と水セメント比とからこれを定める。

【解説】 単位セメント量は所要の、強度、耐久性、水密性、等をもつコンクリートが えられるよう、試験によってこれを定めなければならない。これらの試験を行う場合、単位セメント量と強度、耐久性、水密性、等との関係を定めるよりは水セメント比と強度、耐久性、水密性、等との関係を定める方が 便利である。それで、試験の結果から定めた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に 規定したのである。

ただし、耐久性や水密性の試験を行うことは困難な場合が多いから、一般の場合には、耐久性をもととするときは表 5 に、また 水密性をもととするときは 78 条 によるように規定したのである。

### 26 条 水セメント比

水セメント比は、コンクリートの所要の、強度 ならびに 耐久性を考慮して定めなければならない。水密であることを必要とする構造物では、さらにコンクリートの水密性についても考えなければならない。

(1) コンクリートの圧縮強度をもととして水セメント比  $w/c$  を定める場合。

(a) 圧縮強度と水セメント比との関係は、試験によってこれを定めなければならない。このとき、つぎの順序によるものとする。

(i) 適当と思われる範囲内で3種以上の異なったセメント水比  $c/w$  を用いたコンクリートについて試験し、 $c/w-\sigma$  線をつくる。ここに  $\sigma$  は材令 28 日における圧縮強度とする。

各  $c/w$  にたいする  $\sigma$  の値は、2 バッチ以上のコンクリートから つくった供試体における  $\sigma$  の平均値をとる。各バッチから つくる供試体の数は2個以上とする。

AE コンクリートの場合は、前記の供試体は 所要の空気量のコンクリートで つくるものとする。

(ii) 配合の設計に用いる水セメント比  $w/c$  は、前記の  $c/w-\sigma$  線において、目標とする圧縮強度  $\sigma_r$  に相当する  $c/w$  の値の逆数とする。この  $\sigma_r$  は、部材の設計において基準とした材令 28 日におけるコンクリートの圧縮強度  $\sigma_{28}$  に適当な係数  $\alpha$  を

かけて割り増したものとす。この $\alpha$ は現場において予想されるコンクリートの強度の変動係数 および 構造物の重要度に応じて、試験の結果が 99 条 に示す条件を満足するように責任技術者が定めるものとする。

コンクリートの圧縮強度試験は JIS A 1108 (土木学会規準 34 章) によるものとする。

(b) やむをえず試験をしない場合には、普通ポルトランド セメントでつくるコンクリートで、混和材料を用いないときの  $c/w$  と  $\sigma$  との関係として つぎの式を用いてよい。

$$\sigma = -210 + 215 c/w$$

この場合にも、配合設計に用いる  $w/c$  は (a) (ii) におけると同様に定める。

(2) コンクリートの耐久性をもととして水セメント比を定める場合には、ポルトランド セメントを用いる場合、その値は 表 5 以下でなければならない。

表 5 コンクリートの耐久性をもととして水セメント比を定める場合の最大の水セメント比 (百分率)

構造物の種類または位置	断面	気象条件		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	
		気象作用がはげしい場合* 凍結、融解がしばしばくり返される場合*		普通もしくはマッシーな場合	
		薄い場合	普通もしくはマッシーな場合	薄い場合	普通もしくはマッシーな場合
(1) 水面付近でたえず水にひたっていないが、水で飽和されているか、もしくはときに飽和される部分	海水	49	53	49	53
	淡水	53	58	53	58
(2) 水面から離れているが、しばしば水にぬれる部分	海水	53	53	58	62
	淡水	58	58	62	66
(3) 普通の露出状態の構造物 建築物 および 橋の部分で前記のいずれにも属しない場合		58	62	62	66
(4) たえず完全に水中にある部分	海水	58	62	58	62
	淡水	62	66	62	66
(5) 水中コンクリート		—	49	—	49
(6) 直接に地面上に打つコンクリート版	上層	53	—	58	—
	下層	62	—	66	—

\* これらの場合には AE コンクリートを用いるのが望ましい。

特別の場合

(a) 0.2% 以上の硫酸塩を含む土や地下水に接するコンクリート または 塩類にさらされるコンクリートにたいしては 45% を こえてはならない。

(b) 建築物の内部 および 完全に地下水に埋設された 構造物のように気象作用をうけないコンクリートにたいしては、水セメント比はコンクリートの耐久性から定める必要がない。

(3) コンクリートの水密性をもととして、水セメント比を定める場合には、78 条によらなければならない。

【解説】 (1) (a) (i) について コンクリートの圧縮強度と水セメント比 ( $w/c$ ) との関係を決める場合には、セメント水比 ( $c/w$ ) と 圧縮強度との関係がある範囲内では直線的になることを利用すると便利である。それで、コンクリートの圧縮強度とセメント水比 ( $c/w$ ) との関係を示す直線を 試験によって定めることにしたのである。この関係式を求める試験における  $z/c$  (%) の変化の程度は、一般に 10~15 が適当であろう。水理構造物のコンクリートにおいて、良質のポゾランを適当に用いる場合には、 $w/c$  の分母をセメントの重量とポゾランの重量との和としてもよい。

各  $c/w$  に対する  $\sigma$  の値を、2 バッチ以上のコンクリートから つくった供試体における 平均値としたのは、バッチがかわるとコンクリートの強度がかわることを考えたものである。

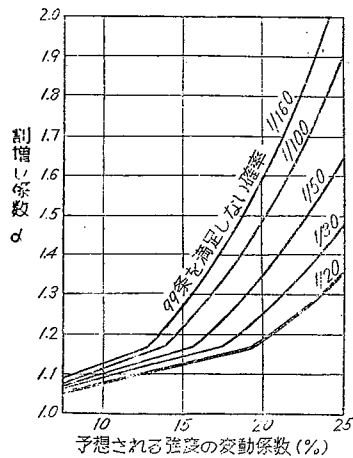
AE コンクリートの場合には、 $c/w$  と  $\sigma$  の関係は空気量によって相違する。しかし空気量が一定の場合には  $c/w$  と  $\sigma$  の関係はほぼ直線式であらわすことができる。それで AE コンクリートの場合の供試体は、所要の空気量のコンクリートで つくるように規定したのである。空気量を一定にしなかった場合には、 $w/c$  の代りに空げきセメント比  $v/c$  を用い、 $v/c$  と  $\sigma$  との関係を試験によって 定めてもよい。ここに  $v/c$  はコンクリートの空気と水との絶対容積の和をセメントの絶対容積で 割って求めるものとする。

(ii) について 均等質のコンクリートをつくるには、まず、均等質の材料を用い、これらを正確に計量して、十分に練り混ぜなければならない。

これらの作業を入念に行なっても、コンクリートの品質がある程度まで変動することは避けられない。部材の設計において考慮した安全度を確保するためには、コンクリートの品質が変動した場合にも、99 条 に示す 許容限界の条件を常に満足するようにしなければならない。これがためには、配合の設計において目標とする圧縮強度  $\sigma_{28}$  を、部材の設計において基準とした  $\sigma_{28}$  を 割り増したものと する必要があるのである。 $\sigma_{28}$  の割増し係数は、現場において予想されるコンクリートの強度の変動係数と、つくろうとする構造物の重要度 その他からきめる危険率、すなわち、99 条 の条件を 満足しないコンクリートの できる確率と から定める。解説 図 1 は、99 条 に示した強度 (各試験値については  $\sigma_{28}$  の 80%、引き続き取る 5 回の試験値の平均値については  $\sigma_{28}$ ) に達しないコンクリートの できる確率を 1/20, 1/30, 1/50, 1/100 および 1/160 としたときに、それぞれの変動係数に応じて、割増し係数  $\alpha$  をいくらにとればよいかの 標準を示したものである。

現場におけるコンクリートの強度の変動係数は、従来の経験、現場の施工設備、用いる材料の品質の変動、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、変動係数を適切に 予想することが困難な場合も多い。その場合には、安全のために、十分大きな  $\alpha$  によって配合を設計し、そのコンクリートを用いて工事を開始し、コンクリートの強度の試験値から 実際の変動係数が 明らかとなるに従って それに応ずるように配合を改めて ゆくのが適当である。

解説 図1 配合の設計に用いる割増し係数 $\alpha$ の標準



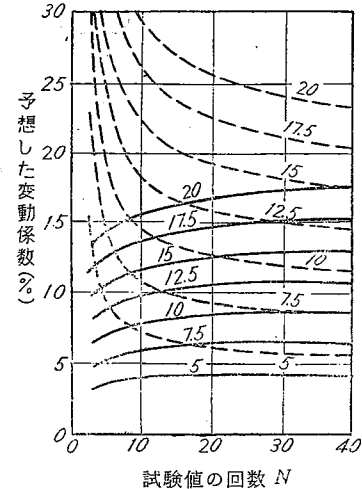
この示方書においては、強度の変動係数は、材令 28 日における圧縮強度の試験値から求めるのを標準とする。材令 7 日における圧縮強度の試験値から求めてもよいが、その場合の変動係数は 材令 28 日の場合の変動係数よりも一般に大きくなる。

現場におけるコンクリートの強度試験値 (99 条 参照) から計算した実際の変動係数が、予想した値と一致しているかどうかを確かめるために 変動係数を計算する場合には、これに用いる試験値は 少なくとも 30 必要である。それよりも少ない試験値から 予想した変動係数の適否を判定するには 解説 図 2 を参考としてよい。

すなわち、たとえば、10 の試験値から えられた変動係数が 15% であったとする。予想した変動係数の値を縦軸にとったとき、この値を示す点が、図の実線のうち 15% の線より下にあれば、予想した変動係数は小さかったことを示し、点線のうち 15% の線より上にあれば、予想した変動係数は大きかったことを示すのである。従って、これらの場合には、変動係数を適当に修正することが必要になるのである。なお、予想した変動係数が、15% の実線と 15% の点線の間にあれば、10 の試験値からは、大体実用上安全であると考えられるが、安全すぎる かもしれないし、危険である かもしれない。それで そのまま作業を続け、さらに多くの試験値がえられるにしたがって、あらためて変動係数を計算し、図によって点検してみることが必要である。

(b) について ここに示した式は 日本国有鉄道鉄道技術研究所、建設省土木研究所 および 電力中央研究所において試験した多数の実験結果 (1950~1955 年) にもとづき、 $w/c$  が 50% から 70% の範囲において十分安全となるように定めたものである。早強ポルトランド

解説 図2 予想した変動係数が適当であったかどうかを判断するための図



註：図中の数字は試験値から求めた変動係数 (%) である。

セメントでつくるコンクリートにたいしては、この式を用いる場合に限り  $\sigma$  を材令 7 日における圧縮強度と考えてよい。

(2) について 表 5 はコンクリートの 耐久性から定まる 最大の水セメント比 を示したものである。

現場における骨材の表面水量の変動、材料計量の誤差、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、規格に合するセメントを用いたウォークアブルなコンクリートを、均等質なコンクリートがえられるように打ち込み、締め固め、適当な温度で十分に湿気を与えて 養生した場合に おけるものであることに注意する必要がある。養生状態が悪い場合には、表の値より相当に小さい値を 水セメント比の最大値 としなければならない。

A E コンクリートは、気象作用にたいする耐久性が非常にすぐれているので、気象条件がきびしい場合には A E コンクリートを用いるのが望ましいのである。

良質のポズランを適当に用いた水理構造物のコンクリートでは、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 ポズランの重量との和としてよい。

27条 粗骨材の最大寸法

粗骨材の最大寸法は 100 mm 以下を標準とし、部材最小寸法の 1/4 を こえてはならない。

粗骨材の最大寸法は 表 6 の値を大体の標準とする。

表 6 粗骨材の最大寸法

構 造 物 の 種 類	粗骨材の最大寸法 (mm)
マッシュなコンクリート (たとえば、大きい橋脚、大きい基礎、等)	80 ~ 100
かなりマッシュなコンクリート (たとえば、橋脚、厚い壁、基礎、大き いアーチ、等)	50 ~ 80
厚 い 版	40 ~ 50

【解説】 粗骨材の最大寸法について制限がない場合、所要の品質をもつコンクリートを経済的に つくるためには、粒度のよい粗骨材ならば、事情の許すかぎり最大寸法の大きい粗骨材を用いるのが一般に有利である。しかし、最大寸法が 100 mm 以上であるような粗骨材を用いるのは、部材断面の大きさからは さしつかえないとしても、普通の場合、完全な練り混ぜが できるかどうか疑問であり、また材料の分離をおこしやすく特別の場合のほかは、コンクリートの取扱いに不便が多い。それで、粗骨材の最大寸法を 100 mm 以下に規定したのである。大きい粗骨材を用いたコンクリートを 小さい断面の型わく に入れると、均等質なコンクリートをつくるのが困難であり、上面を平らに仕上げる ことも容易でない。ゆえに従来の経験によって、粗骨材の 最大寸法を部材最小寸法の 1/4 以下に 制限したのである。

表 6 の値は、一般に相当と認められる 粗骨材の最大寸法の 大体の標準を示したものである。

### 28条 コンシステンシー

コンクリートのコンシステンシーは、作業に適する 範囲内で できるだけ小さいスランプのものでなければならない。各種の構造物にたいするスランプの最大値は表 7 の値を 大体の標準とする。

振動機を用いない場合には、一般に スランプの最大値として表 7 の値よりも いくぶん大きいスランプの値を用いてもよい。

コンクリートのスランプ試験は JIS A 1115 (土木学会規準 30 章) によるものとする。

表 7 スランプの最大値

構 造 物 の 種 類	スランプの最大値 (cm)
マッシュなコンクリート (たとえば、大きい橋脚、大きい基礎、等)	5
かなりマッシュなコンクリート (たとえば、橋脚、厚い壁、基礎、大きいアーチ、等)	7.5
厚 い 版	5

【解 説】 作業に適するウォーカービッチーに相当するコンシステンシーは、コンクリート体の大きさ および 形、コンクリートの取扱い および 締固めの方法 等によって異なるものである。スランプの大きい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がいちじるしくなる。それで、作業に適する範囲内で、できるだけ 小さいスランプのコンクリートを用いることが必要となる。

単位水量を少なくし、スランプを小さくしたコンクリートを用いても、十分な振動締固めを行えば、満足なコンクリートがえられる。この示方書は、締固めには内部振動機を用いるのを原則としているから表 7 に振動機を用いる 場合のスランプの最大値を示したのである。

表 7 の値は、コンクリートの打込み位置におけるスランプの最大値である。表に示す程度の値を用いても作業が容易でないような場合には、配合の変更、その他の処置を講ずる必要がある。

### 29条 絶対細骨材率

絶対細骨材率は、所要のウォーカービッチーがえられる範囲内で、単位水量が最少になるよう、試験によってこれを定めなければならない。

【解 説】 コンクリートの配合設計においては、絶対細骨材率(粗骨材と細骨材の比重が相等しいときは細骨材率に等しい)を 適当に定めなければならない。

一般に、絶対細骨材率を小さくすると、所要のウォーカービッチーのコンクリートを えるために必要な単位水量が減り 従って単位セメント量が少なくなり、経済的になる。しかし絶対細骨材率を ある程度より小さくすると コンクリートが あらあらしくなり、材料の分離する傾向が大きくなり、コンクリートはウォーカーブルでなくなる。細骨材 および 粗骨材が与えられた場合、あるウォーカービッチーにたいして、単位水量が最少になるような絶対細骨材率がある。単位水量が 最少となるような 絶対細骨材率は、用いる細骨材の粒度、コンクリートの空気量、単位セメント量、混和材料の種類、等によって、相違するから、試験によって、これを定めるように規定したのである。

工事中に細骨材の粒度が変化した場合、この細骨材を用いるには、所要のウォーカービッチーのコンクリートが えられるように絶対細骨材率その他を かせなければならないことは当然である(10条 参照)。

### 30条 コンクリートの空気量

A E コンクリートの空気量は、粗骨材の最大寸法 その他に応じて コンクリート容積の 2~6%とする。

A E コンクリートの空気量試験は JIS A 1116 重量方法(土木学会規準 31 章)、JIS A 1117 水柱圧力方法(土木学会規準 32 章)、JIS A 1118 容積方法(土木学会規準 33 章)、等によるものとする。

【解 説】 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る場合には A E コンクリートを用いるのが望ましい。きびしい気象作用の場合に適当な空気量は、打込み後において、解説 表 2 に示す程度の値が一般の標準である。コンクリートの空気量は、運搬、振動締固め、等によって約 1/5 だけ減少することに注意しなければならない。

解説 表 2 A E コンクリートの適当な空気量

粗 骨 材 の 最 大 寸 法 (mm)	空 気 量 (%)
15	6
20	5
25	4.5
40	4
50	3.5
80	3

エントレインド エアーはコンクリートのウォーカービッチーを非常に改善するから、エン

レインド エアーにより 所要のウォーカビリチーを えるに必要な単位水量を 大いに減らすことができる。しかし、コンクリートの強度は空気量が増すと小さくなり、また、コンクリートの品質のばらつきは空気量が増すほど いちじるしくなる傾向がある。それで、気象作用がきびしくないところに AE コンクリートを用いる場合には、所要のウォーカビリチーがえられる範囲内で、なるべく少ない空気量とするのが適当である。

AE コンクリートの空気量は、同じ単位 AE 剤量を用いた場合でも種々の事情によって相当にかわるものである。それで、AE コンクリートの施工においては必ず空気量試験を行わなければならない。

空気量の試験には、重量方法、圧力方法、容積方法の いずれを用いてもよいが、各方法には、それぞれ特徴があり、空気量の試験値も 試験方法が かわると いくぶん相違する。これらの方法のうち、容積方法は、装置が故障する おそれが きわめて少ないこと、試験の誤差が小さいこと、等の利点があるので 工事現場での使用に適するものと思われる。

圧力方法を用いる場合には、重量方法の趣旨に従って試験結果を適宜チェックすることが望ましい。また、圧力方法には JIS A 1117 水柱圧力方法に規定された もののほかに 空気室式のものもある。これは 一定容積内において 所定の圧力とした空気を 気密な容器に詰め た まだ固まらないコンクリートの上面に放出し、そのさいの圧力の減少によって（コンクリート中の空気量が多いほど圧力は減少する）空気量を試験する方法であって、コンクリートの空気量は圧力計で よめるようになっている。この式の測定器には、二、三種があり、便利なものもあるが、試験誤差の大きいものや、故障をおこしやすいものもあるから注意する必要がある。

### 31条 単位 AE 剤量

単位 AE 剤量は、所要の空気量が えられるように、試験によってこれを定めなければならない。

【解説】 所要の空気量を えるに必要な単位 AE 剤量は、セメントの粉末度、単位水量および 単位セメント量、ポゾランの種類 および 使用量、骨材の粒度 および 粒形、練り混ぜ時間、スランプ、コンクリートの温度、等によって相違するから、試験によってこれを定めなければならないのである。

同じ材料を用い、同じ配合でコンクリート作業を進めている場合にも、骨材の粒度その他が いくぶんでも変化すると、AE コンクリートの空気量が相当にかわる場合がある。それで AE コンクリートの施工に当っては、空気量の試験結果にもとづき、所要の空気量が えられるよう単位 AE 剤量を加減しなければならない。

特に、あまり良質でないフライアッシュを用いる場合には、所要の空気量のコンクリートをつくるために必要な AE 剤の単位量が非常に多くなったり、空気量のばらつきが いちじるしくなったりすることが多いから 注意する必要がある。

### 32条 配合の表わし方

(1) 示方配合の表わし方は 表 8 によるものとする。

表 8 示方配合の表わし方

粗骨材 の最大 寸法 (mm)	スラン プの範 囲 (cm)	空気量 の範囲 (%)	単位水 量 W (kg)	単位セ メント 量 C (kg)	水セメ ント比 w/c (%)	絶対細 骨材率 s/a (%)	単位細 骨材量 S (kg)	単位粗骨材量 G (kg)		単位 AE 剤量 (cc または g)
								mm ~ mm	mm ~ mm	

注 (1) この表の細骨材は 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、ともに表面乾燥飽和状態であるとする。

(2) 単位 AE 剤量は うすめたりとかしたりしないものを示すものとする。

(3) 絶対細骨材率  $(\frac{S}{a})$  のかわりに細骨材率  $(\frac{S}{S+G})$  を用いてもよい。

(2) 現場配合は 表 8 に準じて表わすものとする。示方配合を現場配合に直す場合には 骨材の含水状態、5mm ふるいとどまる細骨材の量、5mm ふるいを通る粗骨材の量、等を考えなければならない。

(3) 小工事 または 重要でない工事の場合、骨材量は容積で表わしてもよい。示方配合を現場配合に直す場合には、砂の ふくらみ その他を考えなければならない。

示方配合における骨材の容積は JIS A 1104 (土木学会規準 20 章) に規定する方法で試験したものとする。

【解説】 (1) について 示方配合は示方書 または 責任技術者によって指示される配合をいうのであって、その表わし方を この条のように規定したのは、一般の工事現場における便利、多くの現場で施工されるコンクリートの配合を比較する場合の便利、等を考えたからである。各材料の割合だけでなく、粗骨材の最大寸法、スランプの範囲、等も記すことにしたのは、これらは 配合を定める場合の 重要な要素であるからである。AE 剤を溶かすのに用いた水 または AE 剤を うすめるのに用いた水は 単位水量の一部とする。ポゾラン その他の混和材料を用いる場合には、その量を記さなければならないことは当然である。水理構造物のコンクリートで、良質のポゾランを適当に用いる場合には、ポゾランをセメントの一部と考えて よいこともある。

(2) について 示方配合における骨材は、表面乾燥飽和状態のもので、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、現場の骨材は上記のような状態にないから、骨材の含水量 および 5mm ふるいとどまる細骨材の量、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 直さなければならない。

つぎに換算方法を例題について説明する。

(例題 1) 示方配合は 解説 表 3 のようであったとする。

解説 表 3 示方配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプの範囲 (cm)	単位水量 W (kg)	単位セメント量 C (kg)	水セメント比 w/c (%)	絶対細骨材率 s/a (%)	単位細骨材量 S (kg)	単位粗骨材量 G (kg)
40	5 ~ 6	159	300	53	36	692	1245

現場における骨材の状態は 解説 表 4 のようであったとする。

解説 表 4 現場における骨材の状態

骨材	比重	5mmふるいを通る重量 (%)	5mmふるいにとどまる重量 (%)	骨材の表面水量 (%)
砂	2.62	97	3	3
砂利	2.65	9	91	1

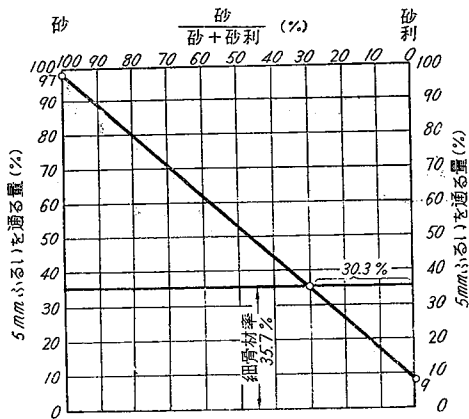
この場合に、現場配合を計算すれば つぎのようである。

まず、砂 および 砂利を表面乾燥飽和状態であるとして、現場で計量しなければならないこれらの重量を求める。この際、つぎの方法で求めるのが便利である (解説 図 3)。

図に示すような 1mm 目の方眼紙上に砂軸 および 砂利軸の 2本の縦軸を 10cm 間隔をへだててえがき、両縦軸の長さを 10cm とする。両軸の間に 1cm 目の方眼ができるように、縦線 および 横線を引く。砂軸の上に 5mm ふるいを通る重量 (%) すなわち 97% を記し、砂利軸の上に 5mm ふるいを通る重量すなわち 9% を記して、これらを結ぶ斜線をえがく。横軸には、砂と砂利との混合骨材中における 砂の重量の割合 (%) を目盛る。

示方配合から細骨材率を計算すれば  $\frac{692}{692+1245} \times 100 = 35.7\%$  となる。砂 および 砂利

解説 図 3



の使用割合は、これらの混合骨材中における 5mm ふるい を通る量が 35.7% となるように定めればよい。従って縦軸の目盛りで 35.7% の所の水平線と、さきに求めた斜線すなわち 5mm ふるいを通る量を示す線との交点の水平目盛 30.3% が混合骨材にたいする砂の割合を示すことになる。

したがって砂 および 砂利の単位量は、

$$\text{砂} = 1937 \times 0.303 = 587 \text{ kg}$$

$$\text{砂利} = 1937 - 587 = 1350 \text{ kg}$$

以上で現場で計算する表面乾燥飽和

状態の骨材の重量が わかったので、骨材の表面水の影響を考慮して 解説 表 5 のように補正する。

解説 表 5

骨材	表面乾燥飽和状態における単位量 (kg)	骨材の表面水量	現場において計量する量 (kg)	
砂	587	3%	$587 \times 0.03 = 17.6 \text{ kg}$	605
砂利	1350	1%	$1350 \times 0.01 = 13.5 \text{ kg}$	1364

現場で計量する水量は、159 kg から表面水量 17.6+13.5=31.1kg を差し引いたものである。骨材が乾燥しているときには、骨材の有効吸水量を加えなければならないのである。

現場のつごう上、セメント 1袋当りの現場配合を示す方が便利である場合には、つぎのように計算する。

$$\text{セメント} \quad 1 \text{袋} = 50 \text{ kg} = \text{単位セメント量の } 1/6$$

$$\text{水} \quad (159 - 31.1) / 6 = 21.3 \text{ kg}$$

$$\text{砂} \quad 605 / 6 = 101 \text{ kg}$$

$$\text{砂利} \quad 1364 / 6 = 227 \text{ kg}$$

(例題 2) 示方配合は 解説 表 6 のようであったとする。

解説 表 6 示方配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	単位水量 W (kg)	単位セメント量 C (kg)	水セメント比 w/c (%)	絶対細骨材率 s/a (%)	単位細骨材量 S (kg)	単位粗骨材量 G (kg)		単位 AE 剤量 (g)
								5~25mm	25mm以上	
50	4 ~ 6	3.5~4.5	128	284	45	29	570	840	560	25

現場における骨材の状態は 解説 表 7 であったとする。

解説 表 7 現場における骨材の状態

骨材	<5 mm (%)	5~25 mm (%)	25~50mm (%)	>50 mm (%)
砂	97	3	0	0
小砂利	9	87	4	0
大砂利	1	7	85	7

この場合に、砂 および 砂利を表面乾燥飽和状態であるとして、現場で計量しなければならないこれらの重量は、つぎの方法で求めるのが便利である (解説 図 4)。

(例題 1) におけると同様にして A (砂軸), B, C (大砂利軸), の 3本の縦軸を 10cm ずつへだててえがき、これらの軸の間に 1cm 目の方眼ができるように縦線 および 横線を引く。B 軸は、A と B との関係を考える場合には小砂利の軸とし、B と C との関係を考える場合には砂と小砂利との混合物の軸とする。A 軸と B 軸との間の横軸は  $\frac{A}{A+B}$  の重量比 (%) を目

盛り、B軸とC軸との間の横軸は  $\frac{B}{B+C}$  の重量比(%)を目盛る。A軸およびB軸にそれぞれ砂および小砂利の5mmふるいおよび25mmふるいを通る量(%)を記してこれらの点を結び、25mmふるいを通る量を示すa線および5mmふるいを通る量を示すb線をえらる。示方配合から骨材全量のうち25mmふるいを通る量(%)を求めると

$$\frac{570+840}{570+840+560} \times 100 = 71.6 (\%) \text{であるから、この水平線を引いてI線をえらる。また}$$

5mmふるいを通る量(%)を求めると  $\frac{570}{570+840+560} \times 100 = 28.9 (\%)$ であるからこの水平線を引いてII線をえらる。

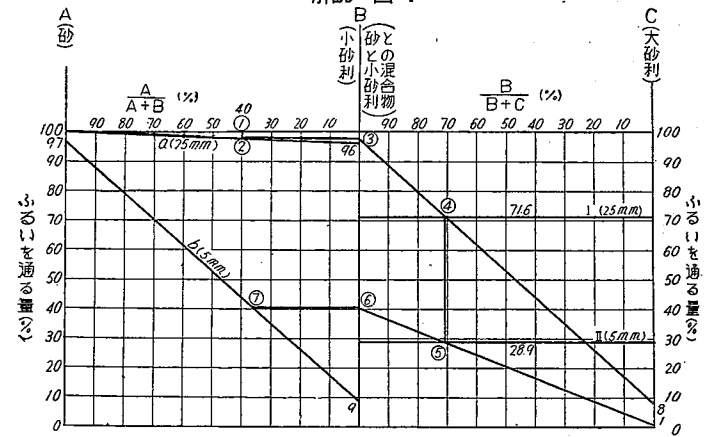
まず  $\frac{\text{砂}}{\text{砂}+\text{小砂利}}$  (%)の近似値を示方配合から求めると  $\frac{570}{570+840} \times 100 = 40.4 (\%)$ であるから、この値をA,B軸間の横軸上にとって①とし、これから縦軸に平行線を引いてa線との交点を②とする。②から横軸に平行線を引きB線との交点を③とする。③とC軸上にとった大砂利の25mmふるいを通る量8%の点とを結びI線との交点を④とする。④から縦軸に平行線を引きII線との交点を⑤とする。C軸上にとった大砂利の5mmふるいを通る量1%の点と⑥とを結びB軸との交点を⑦とする。

I線およびII線で示される関係を満足するような混合骨材をえらるには、砂および小砂利の混合物のうちふるい5mmを通る量は⑥で示される値としなければならぬのである。⑥から横軸に平行線を引きb線との交点を⑦とする。⑦は砂と小砂利との混合割合を近似的に示し④はこの砂と小砂利との混合物と大砂利との混合割合を近似的に示すものである。さらに正確に計算する必要がある場合には⑦から縦軸に平行線を引きa線との交点を②'とし、以後③④……⑦の各点を求めたのと同様な操作をくり返して③'④'……⑦'の諸点を求め、それぞれ前回の対応する点とほぼ一致するようになるまでくり返すのである。

この例題の場合③と③'とはほぼ一致するから、⑦と④'とから骨材の混合割合を定めて実用上十分に正確であることがわかる。一般に現場の骨材の状態たとえば小砂利の中の5mmふるいを通る量や25mmふるいにとどまる量等は、ある程度まで変動するものであるから、これらの骨材の混合割合をあまりにも正確に求めるのは無意味であることが多い。

以上から、示方配合の骨材をえらるには砂35%と小砂利65%(点⑦に示されているのである)と混合し、この混合物71%と大砂利(100-71=29)% (点④に示されているのである)とを混合すればよいことがわかる。すなわち砂、小砂利、大砂利を各  $0.35 \times 71\% = 24.9\%$ ,  $0.65 \times 71\% = 46.2\%$ , 29%用いればよいことを示す。単位骨材量は  $570+840+560=1970 \text{ kg}$ であるから単位砂量、単位小砂利量、単位大砂利量はそれぞれ490 kg, 910 kg, 570 kgとなる。

解説 図4



(3) について 示方配合は重量で表わすのを原則とするのであるが、小工事または、重要でない工事などでは骨材の量を容積で表わしてもよい。表面乾燥飽和状態の骨材でも、その容積は計量方法によって異なるものであるから、配合を容積で表わすためには、骨材の計量方法を一定にする必要がある。それで骨材の容積は JIS A 1104 骨材の単位容積重量試験方法(土木学会規準 20 章)に規定する方法によって試験した場合のものとする。

示方配合を現場配合に直す場合には、細骨材の表面水によるふくらみ、現場での骨材計量方法と JIS A 1104 に規定する方法との違いによる容積の差、等を考えなければならぬ。

## 5章 練り混ぜ

### 33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。骨材の表面水量の試験は JIS A 1111 (土木学会規準 16 章)または責任技術者の指示する方法によらなければならない。骨材が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らなければならない。

(2) 練りの量は、責任技術者の指示によってこれを定めなければならない。

(3) 各材料は、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 AE 剤溶液は、容積で計量してもよい。

(4) セメントおよび骨材の計量の誤差は、1回計量分量の3%以内でなければならない。

(5) 水および AE 剤溶液の計量の誤差は、1回計量分量の1%以内でなければならない。



(6) 計量装置は定期的に検査しなければならない。

(7) AE 剤を溶かすのに用いた水 または AE 剤をうすめるのに用いた水は単位水量の一部とする。

(8) 小工事 または 重要でない工事の場合、配合が容積であらわしてあるときは、骨材は容積で計量してもよい。

この場合、細骨材の表面水による ふくらみ について考えなければならない。

【解説】(1) について 骨材の表面水量 および 有効吸水量が 使用水量に およぼす影響は大きいのであって、表面水量 および 有効吸水量を試験することは 所定の配合の コンクリートをつくるために きわめて重要なことである。

有効吸水量とは、空气中乾燥状態にある骨材が 表面乾燥飽和状態になるまでに吸収する水量をいうのである。

有効吸水量の試験において、骨材に吸水させる時間は、工事現場の事情によって異なるが、一般に 15～30 分が適当である。小工事の場合には、骨材の有効吸水量を無視してもよい。

(2) について コンクリート練りの量は、作業の効率、工費、等に大きな関係をもつものであるから、工事の種類、コンクリートの打込み量、練り混ぜ設備、運搬方法、等に応じて適当にこれを定めなければならないのである。

(3) について 材料をすべて練り分ずつ計量するのは、幾練り分にも相当する量をはかって、いい加減に わけて用いるのでは、正しい配合のコンクリートがえられないからである。

(4) および (5) について セメントを容積で正確に計量することは非常に困難であるから、どんな場合にも、重量で計量しなければならない。

セメント1袋の正味重量が常に所定量以上である場合には、袋単位で計量してもよい。

この条に規定する計量の誤差は、一般の工事現場を考えた場合の最大値を示したものである。従って重要な構造物のコンクリートの場合には、セメント および 水にたいして1%以内、骨材にたいして2%以内、の誤差で計量できるような方法を用いることが望ましい。

AE 剤溶液の計量装置には、いろいろの型式のものが考案されているから、故障の少ないものを選ぶことが大切である。

ポゾランを用いる場合の計量の誤差は、セメントにおける誤差と同様にしなければならない。

(6) について 各材料の計量装置を、工事前に検査し、所定の精度で計量できるように調整しなければならないのは当然である。このように調整した装置でも、用いていると精度が落ちてくる。それで定期的に検査し、所要に応じて調整し直さなければならないのである。

(7) について 市販の AE 剤は、粉末 または 濃い溶液であるものが多い。それでこれをを用いる場合には 溶かしたり うすめたりして用いなければならない。このために用いた

水は単位水量の一部とするのである。

(8) について 骨材は重量で計量するのが原則である。しかし、小工事 または 重要でない工事の場合には、容積計量を許す場合もある。この場合には、計量方法を一定にすることが大切である。特に細骨材は表面水による ふくらみ があるので、表面水量が一様となるように水を切って用いることが望ましい。

### 34条 機械練り

(1) コンクリートの練り混ぜには、バッチ ミキサを用いなければならない。

(2) 材料をミキサに投入するには、全部の材料を同時に均等に投入するのを原則とする。ただし、水は他の材料より少し早く入れ始め その速度を一定に保ち、他の材料を入れ終わったのち 少したって入れ終るように しなければならない。

(3) コンクリートの材料は、練り上がりコンクリートがプラスチックで均等質となるまで、十分にこれを練り混ぜなければならない。

(4) 練り混ぜ時間は、ミキサ内に材料を全部投入したのち1分30秒以上としなければならない。混和材料を用いるときは 上記よりも いくぶん長くしなければならない。

ミキサの回転外周速度は毎秒約1mを標準とする。

(5) 練り混ぜ時間が、(4)に示した所要の時間の3倍以上になった場合は、一たんミキサの運転をとめなければならない。

(6) ミキサ内のコンクリートを全部取り出したのちでなければ、ミキサ内にあらたに材料を投入してはならない。

(7) 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) について コンチニューアス ミキサによるコンクリートの練り混ぜについては種々の不安があるから、バッチ ミキサを用いることにしたのである。

バッチ ミキサには各種のものがあるが、スランプの小さいコンクリートの練り混ぜには、なるべく可傾式のミキサを用いるのが適当である。最近では、内部の羽根を回転して練り混ぜる固定胴のミキサが用いられ始めた。これはかた練りのコンクリートに適するものである。

ミキサを選ぶ場合には、練り混ぜ性能について、試験するとともに、コンクリートを吐き出す際における材料の分離が少ないものを選ぶなければならない。練り混ぜ性能を試験するには、JIS A 1119 ミキサで練り混ぜたコンクリート中のモルタルの単位容積重量差の試験方法(土木学会規程 41 章)によるほか、ミキサ内の前部と後部とから採取したコンクリートについて単位粗骨材量を求めて比較するのがよい。これらの単位粗骨材量の差が、平均の単位粗骨材量の10%以上である場合には、ミキサの構造が適当でないこと、または練り混ぜ羽根が すりへっていることが多い。

(2) について 材料をミキサに投入する適当な順序は、骨材の粒度、単位水量、単位セメント量、混和材料の種類、等によって相違する。

この項に示す方法は、一般の場合に満足の結果がえられる方法である。

最初のバッチは、ミキサにモルタルが付着するため、所定の配合のコンクリートがえられない。よって、最初に適量量のモルタルを練ってこれを吐き出し、つぎに所定の材料を投入して練り混ぜを行うのが適当である(38条(3)解説参照)。

(4) について 十分な練り混ぜを行うために必要な時間は、ミキサの容量、コンクリートの配合、等によって相違するから、JIS A 1119(土木学会規準 41章)その他による試験結果から、これを定めるのがよい。この項では、現場における種々の事情を考慮して練り混ぜの最少時間を1分30秒と規定したのである。ミキサの容量が大きい場合、スランブの小さいコンクリートやポゾランを用いるコンクリートの場合、等には、練り混ぜ時間を長くするのが適当である。

ミキサの回転外周速度があまり大きいと、遠心力のために、材料が回転胴とともに回転する傾向を生じてかえって、練り混ぜ作用をさまたげることになる。逆に、あまりおそいと練り混ぜの効率がさがる。それでミキサの外周速度を示したのである。この速度は普通のミキサ(0.4m<sup>3</sup>程度)で、1分間の回転数約20に相当する。

(5) について コンクリートをあまり長く練り混ぜると、特にミキサの容量が大きく骨材が強固でない場合には、その間に骨材が砕かれて微粉の量が増したり、AEコンクリートの場合空気量が減ったりして、ウォーカビリティーがいちじるしく変化する。

それで、所定の時間の3倍も練り混ぜたときにはミキサの運転を一時とめるように規定したのである。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適当である。

### 35条 手練り

(1) 小工事または重要でない工事で、責任技術者の承認をえた場合に限り、手練りによることができる。

(2) 手練りは水密性の練り台の上でこれを行わなければならない。練り混ぜは、色合いが一樣で、プラスチックで均等質となるまで、これを続けなければならない。

【解説】(1) について 時間および工費のことを度外視すれば、手練りでもよいコンクリートがつかれないわけではないが、一般のコンクリート工事において、大量のコンクリートを手練りで十分に練り混ぜることは期待できないから、この示方書は、バッチミキサによる機械練りを原則とし、ただ、小工事その他特別の場合で、責任技術者が承認した場合に限り、手練りを用いることを許したのである。

(2) について 手練りに水密性の練り台を用いることは、練り台から漏水しないために大切なことである。手練りを行う順序については特別に規定していないが、まずモルタルをつくり、つぎに粗骨材を加えて十分に練り混ぜることが必要である。

### 36条 練り返し

コンクリートは固まり始めた場合、これを練り返しても用いてはならない。

【解説】 水を加えずに、練り返しを行えば、コンクリートの圧縮強度は増加するが、練り返しを許すと、十分に練り返しが行われないコンクリートを打ったり、水を加えて練り返したりするおそれがある。それで、一般に練り返しコンクリートの使用を禁ずるのである。ただし、パッチングを行う場合、特に収縮の少ないコンクリートをつくらうとする場合、水中コンクリートの施工において特に材料の分離を少なくしようとする場合、等においては、練り返しコンクリートを用いるのが適当なこともある。

### 37条 レデーミクストコンクリート

(1) レデーミクストコンクリートを用いる場合には、JIS A 5308(土木学会規準 44章)によらなければならない。

(2) レデーミクストコンクリートを用いる場合には、コンクリートの打込みに支障のないよう、受取り時期その他について製造者と打合わせをしなければならない。

(3) レデーミクストコンクリートは、すでに打ったコンクリートに害を与えないように、これを運搬しなければならない。

(4) レデーミクストコンクリートの荷おろしの場所および方法は、責任技術者の指示によらなければならない。荷おろしは材料の分離がおこらないように行わなければならない。

(5) いくぶんでも材料の分離をおこしているレデーミクストコンクリートは、打ち込むまえに練り直して用いなければならない。

【解説】(1) について JIS A 5308(土木学会規準 44章)は、レデーミクストコンクリートの製造、試験方法、検査、等について一般的に規定したものである。検査に合格しない場合の処置についてあらかじめ考慮しておくことが大切である。

(2) について レデーミクストコンクリートの製造工場と工事現場とは相当離れていることが多い。従って、コンクリートの打込みを計画どおりに進めるためには、コンクリートの受取り時間について綿密に打ち合わせておくことが特に大切なのである。なお、コンクリートの運搬中に、スランブは相当減少し、AEコンクリートでは空気量もある程度減る。それで、工事現場で所要の性質をもったコンクリートを確実に入手するためには、必要な事項について製造者とよく打ち合わせておくことが重要である。

(3) について レデーミクストコンクリートの運搬車は重量が大きいため、工事現場におけるその出入路を整備しておかないと、すでに打ったコンクリートに振動を与え、コンクリートに害を与えるおそれがある。特に舗装工事のような場合にはこの注意が必要であることが多い。

(4) について レダー ミクスト コンクリートの荷おろしに必要以上の時間をかけることは、製造者の製造計画に支障をおよぼすことにもなるので、できるだけ避ける必要がある。責任技術者は、運搬車の進入径路、荷おろしの場所、荷おろしの設備、運搬車の退出径路、等について、あらかじめ準備し、コンクリートの打込みを手順よく進行させなければならない。

運搬車の構造が適当でないと、荷おろしの際に材料の分離がおこるから注意が必要である。所要のコンクリートに適した運搬車を選ばなければならない。

(5) について 運搬中における材料の分離ができるだけ少なくなるような運搬車を選ぶことが大切である。

## 6章 コンクリート打ち および 養生

### 1節 コンクリート打ち

#### 38条 準備

(1) 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。

(2) 打込みのまえに、打つ場所を清掃し、すべての雑物を除き、コンクリートが凍結するおそれのある場合のほかは、せき板を十分にぬらさなければならない。

(3) コンクリートを打つには、まず、コンクリート中のモルタルと同程度の配合のモルタルを敷くものとする。

(4) 根掘り内の水は、打込みのまえにこれを除かなければならない。また、根掘り内に流入する水が新しく打ったコンクリートを洗わないように、適当な方法でこの水を除いておかなければならない。

【解説】(1) について コンクリート中に固まったモルタル、コンクリート、雑物、等の混入するのを防ぐための注意である。

(2) について 清掃するには、圧力ある水、[圧縮空気、または 両者の併用が有効である。せき板を十分にぬらすことは、せき板とコンクリートとの付着を防ぐために必要なだけでなく完全な清掃をする上からも大切である。厳寒のとき せき板をぬらすとコンクリートが凍結する おそれが多くなるから、せき板に石けん または 鉱油の類をぬる方がよい。

(3) について コンクリートを打つとき、まず、コンクリート中のモルタルと同程度の配合のモルタルを打ってこれをひろげ、その上にコンクリートを打つことは、コンクリート表面がきれいにできること および 豆板のできるのを防ぐために必要なことである。なお機械練りによる最初のバッチにおいては、ミキサに多量のモルタルが付着するため、所定の配合のコンクリートが吐き出されないから、最初のバッチは適当量のモルタルを練り、この

モルタルを敷いた上に、コンクリートを打つのが適当だということにもなる。敷きモルタルの厚さは、粗骨材の最大寸法その他に応じ10~25mm程度がよい。

(4) について 根掘り内に流入する水は、コンクリート中のモルタルを流し去ってしまうおそれがある。よってコンクリートが十分硬化するまで、根掘り内に流入する水がコンクリートに接触しないように、一切の準備をしておく必要がある。

#### 39条 取扱い

(1) コンクリートの作業区画 および 一作業区画内に コンクリートを打ち込む順序は、責任技術者の指示に従って、これを定めなければならない。

(2) コンクリートは、材料の分離 および 損失を防ぐことができる方法で、すみやかに運搬し、直ちに打ち込まなければならない。特別の事情で、直ちに打ち込むことができない場合でも、練り混ぜてから打ち終るまでの時間は、温暖で乾燥しているときで1時間、低温で湿潤なときでも2時間をこしてはならない。この時間中コンクリートは、日光、風雨、等にたいして保護し、相当な時間がたったものは、打ち込むまえに 水を加えないでこれを練り直さなければならない。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) どんな運搬方法によるにしても、打ち込んだコンクリートは、所要の品質のものでなければならない。

(4) コンクリートは、型わく内に入れたのち 再び移動させる必要がないように、これを打ち込まなければならない。

(5) コンクリートの運搬 または 打込み中に材料の分離を認めるときには、練り直して均等質なコンクリートにしなければならない。

(6) 分離した粗骨材は、やわらかいコンクリートの中にこれを埋め込まなければならない。

(7) コンクリートは、その表面が 一区画内でほぼ水平となるように、これを打たなければならない。コンクリートを打ち込むときの一層の高さについては、責任技術者の指示に従うものとする。

(8) 型わくの高さが大きい場合には、材料の分離を防ぐため、型わくに投入口を設けるか、または 適当な方法で、コンクリートを打たなければならない。

一般に1.5m以上の高さからコンクリートを投げおろしてはならない。

(9) コンクリートの打込み中、表面に浮び出た水は、適当な方法で直ちにこれを除かなければならない。

(10) 一作業区画内のコンクリートは、これを完了するまで連続して打たなければならない。

【解説】(1) について 作業区画 および 一作業区画内にコンクリートを打ち込む順序は、構造物の強度、耐久性 および 外観を損ずるおそれが最も少ないように、また、施工

設備の能力、労働力、天候、等を考慮して、責任技術者がこれを定めなければならない。定められた作業区画や打込み順序は、現場のつごうなどでみだりに変更してはならない。

(2) について 運搬中における材料の分離 および 損失、スランプの減少、等が最小であるような運搬方法を選ぶことが大切である。このような運搬方法は、コンクリートの配合、スランプ、等によって、相違するが、適当に設計された バケットを用いるのはよい方法である。

(3) について 型わく内に入れたコンクリートが、所要の品質のものであるように運搬しなければならない。コンクリート打ちに必要なコンシステンシーよりも やわらかいコンシステンシーが必要であるような運搬方法を用いてはならないのである。

(4) について コンクリートを型わく内で 目的の位置から遠いところにおろせば、目的の位置までさらにこれを移動しなければならない。コンクリートは取り扱うたびに分離がおこる。それで、再取扱いをさけるよう、目的の位置にコンクリートを打つことが大切である。

(5) について 適当な配合のコンクリートを相当に注意して運搬しても、コンクリートは、材料の分離をおこしやすいのである。運搬 または 打込み中に材料の分離をみとめたときは、十分に練り直して、均等質なコンクリートとしなければならない。

(6) について コンクリートの打込み中に 粗骨材が分離して モルタルのまわらない部分ができただけの場合、分離した粗骨材は、すくい上げて モルタルの十分にあるコンクリートの中へ埋め込まなければならない。モルタルのまわらない部分に やわらかいコンクリートをつめるようなことは、粗骨材のまわりに モルタルがまわらず 空げきの できるおそれがあるから、これを行ってはならない。

(7) について コンクリートは、これがうける圧力の方向に 直角の方向の層に 打ち上がるのが理想である。しかし、これは困難な場合が多いので、一般に、材料の分離を少なくするため、表面が一区画内で ほぼ水平となるように コンクリートを打つのである。

コンクリートを打ち込むときの 一層の高さは、一区画のコンクリート体の大きさ および 形、コンクリートのコンシステンシー、締固め方法、等に応じ、均等質で密実なコンクリートがえられるよう適当に定めなければならない。内部振動機を用いる場合、一層の高さは、一般に 40 cm 以下を標準とする。

アーチのコンクリートを打つときは、52条 に よらなければならない。

(8) について 高さが大きい壁などにおいて、上からコンクリートを落とすと、コンクリートが型わくに衝突して、材料の分離をおこしやすい。また、型わくに付着したコンクリートが硬化し、これが型わくの すみずみにコンクリートが十分に 行き渡るのを さまたげる。ゆえに、このような部材のコンクリートを打つには、型わくの適当な場所に投入口を設けたり、縦シュートを用いたりして、これらの悪影響を 受けないようにすることが肝要である。投入口は、後に、上部のコンクリートを打つときに十分密閉することは当然である。

(9) について コンクリートの打込み中、コンクリートを締め固めた後、多少の水が表面に集まるものである。この水が なるべく少なくなるように 配合を定める必要がある。し

かし多少の水は表面に集まることが多い。たまった水の上にコンクリートを打ってはならないから、たまった水は 取り去らなければならない。

(10) について 打継目は構造物の弱点となりやすいから、できるだけ構造物全体を、打継目なしの単一体につくることが必要である。これがため、あらかじめ定められた作業区画は、これを打ち終るまで、連続してコンクリートを打たなければならない。

#### 40条 バケット

コンクリートを運搬するには、なるべくバケットを用いるのがよい。

【解説】 ミキサから吐き出されるコンクリートを適当な構造のバケットにうけ、これを直ちにコンクリートを打つ場所に運搬する方法は、現在のところ、最も満足な運搬方法であるとみなされている。しかしバケットを自動車、その他によって遠くまで運搬し、そのためにブリージングや材料の分離が いちじるしくなったり、スランプが 2.5 cm 以上も減ったりするようなことをしてはならない。バケットは、材料の分離をおこさないようにコンクリートを吐き出すことができる構造のものでなければならない。

#### 41条 運搬車

(1) 手押車 または トロを用いる場合には、コンクリートの運搬中に材料の分離がおこらないように 平らな運搬路を設けなければならない。

(2) 自動車を用いる場合には、荷おろしが容易なものでなければならない。運搬距離が長いときには、アジテーターをつけた自動車を用いなければならない。

【解説】 運搬車として手押車、トロ、自動車、等のいずれを用いるにしても、コンクリートを積む場合には、コンクリートを なるべく運搬車の中央へ鉛直に おろす必要がある。自動車へ積む場合にはその中央部へ一様におろす。運搬車からおろす場合にも、なるべくコンクリートを鉛直に おろすようにする。このため、鉛直の漏斗管やパッフル プレートを用いる等、材料の分離を防ぐ処置を講じなければならない。また運搬中のコンクリートにおけるブリージングや材料の分離が できるだけ少なくなるように しなければならない。

(1) について 運搬中における材料の分離を なるべく少なくするためには、平らで振動の少ない運搬路を設けることが必要である。手押車の車輪は空気タイヤのものがよい。

(2) について かた練りのコンクリートや比較のかた練りの AE コンクリートを短い距離だけ運搬する場合には、普通のダンプトラックを用いても、材料の分離はそれほど いちじるしくならない。しかし、運搬距離が長い場合や、スランプの大きいコンクリートの場合には、アジテーターをつけた自動車 または トラック ミキサを用いて運搬しなければならないのである。

#### 42条 コンクリートポンプ

コンクリートポンプを用いる場合、輸送管の配置 その他については 責任技術者の指

示をうけなければならない。

**【解説】** コンクリートポンプは、トンネル、建築物の内部、橋の上、等せまい所のコンクリートの運搬に特に便利なものであって、適当な配合のコンクリートにこれを用いれば、運搬中に材料の分離はほとんどおこらない。しかし、これを用いる場合、コンクリートの配合、輸送管の配置、その他が適当でないと満足な結果がえられないことに注意しなければならない。プラスチックでウォークラブルな均等質のコンクリートを連続してポンプに供給することが大切である。粗骨材の最大寸法は 50 mm 以下が普通である。輸送管は、できるだけ曲りを少なくするよう、また、なるべく水平あるいは上向きに、配置しなければならない。輸送できる最大距離は、水平で一直線の場合、300 m 程度である。90°の曲りは水平距離 12 m に相当し、1 m の上昇は水平距離 8 m に相当する と考えてよい。

コンクリートポンプを用いる場合、型わく内の一箇所に多量のコンクリートを吐き出し、コンクリートを横方向に流し送るようなことをすれば、材料の分離がおこる。それで、輸送管の吐き口を適当に移動するのがよい。

ポンプのピストンの端のゴムパッキングがすり減ると、ポンプの運転中に、ポンプの内部を洗った水が漏れてコンクリートの中に入ることがあるから注意しなければならない。

#### 43条 縦シュート

縦シュートは管を継ぎ合わせてつくり、自由に曲がるようなものとしなければならない。

**【解説】** 高いところからコンクリートをおろす場合バケツを用いることができないときには縦シュートを用いるのがよい。斜めシュートを用いることは、一般に材料の分離が大きくなるので、できるだけ避ける必要がある。縦シュートの下端に近い部分にはゴム管などを用いるのが望ましい。

#### 44条 斜めシュート

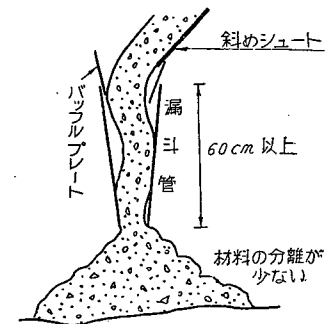
- (1) 責任技術者の承認をえた場合に限り、斜めシュートを用いることができる。
- (2) シュートは鉄製または鉄板張りで、全長にわたってほぼ一様な傾きをもち、その傾きは、コンクリートが材料の分離をおこさないようなものでなければならない。また、シュートの下端とコンクリートの打込み面との距離は、1.5 m 以下とし、シュートの吐き口には適当な漏斗管をつけなければならない。シュートはその使用の前後に十分に水で洗わなければならない。

**【解説】** (1) について 斜めシュートによってコンクリートを運搬すると、コンクリートの流下をよくするために、みだりに水量を増加するような悪い施工が行われやすく、従って、いちじるしく材料が分離するおそれがある。故に斜めシュートはできるだけ用いないのがよいのであって、これを用いるときは、悪い施工が行われないように特に注意しなければ

ならない。斜めシュートで運搬したコンクリートに材料の分離が認められた場合には、シュートの吐き口に受け台を設けてコンクリートをこれに受け、練り直してから用いなければならない。

(2) について 一般に斜めシュートの傾きがあまり緩であるとコンクリートがつごうよく流下しない。また、傾きがあまり急であると大きい粗骨材が先に落下して材料の分離がおこる。コンクリートの配合が定まれば、適当なシュートの傾きが定まる。この傾きは、コンクリートが材料の分離をおこさない程度のものである。一般に水平にたいし 27° (水平 2 にたいして鉛直 1 の傾き) 以上が適当である。コンクリートがシュートをつごうよく流下しないときには、責任技術者の指示に従い適当な方法をとらなければならない。このさいコンクリートの水量だけを増すような方法をとってはならない。シュートの吐き口にはバツフルプレートおよび漏斗管を設けて材料の分離を防ぐのが適当である。バツフルプレートを設けるだけでは、単に材料の分離の方向がかわるだけであって分離を防ぐことはできない。この場合、漏斗管の下端は、できるだけコンクリートを打つ表面に近く保つ必要がある。

解説図 5



#### 45条 締固め

- (1) コンクリートは、打込み中およびその直後、十分にこれを締め固めなければならない。締固めには内部振動機を用いるのを原則とする。
- (2) 振動機は責任技術者の承認したものを用いなければならない。
- (3) 内部振動機を用いる場合には、締め固める一層の高さ、振動時間、さし込み間隔、等について、責任技術者の指示をうけなければならない。上層の振動締固めをするときは、振動機を下層のコンクリート中に 10 cm 位さし込まなければならない。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。
- (4) 突固めのときは、締め固める一層の高さを、かた練りのときで、15 cm 以下、やわ練りのときで 30 cm 以下、とする。
- (5) 薄い壁、または型わくの構造上、内部振動機の使用または突固めが困難な箇所においては、責任技術者の指示に従い、型わく振動機を用いるかまたは打込み後直ちに型わくの外側を軽打して、コンクリートの落着きをよくしなければならない。

**【解説】** (1) について かた練りコンクリートの強度、水密性および耐久性は、材料や配合のほか締固めの方法および程度の影響をうけることが大きい。それで、その施工にさいしては、これを十分に締め固めることが特に重要である。内部振動機を用いれば、

手突きでは 十分に締め固められないような かた練りコンクリートを十分に締め固めることができる。この示方書は、できるだけ単位水量の少ないコンクリートが使用できるよう、締固めは 内部振動機によるのを原則としたのである。

(2) について 振動機には多くの種類があり、同種のものでも、振動数、振幅、重量、等は相当に異なったものがある。それで、責任技術者の承認したものを用いなければならないのである。

内部振動機のほかに外部振動機があり、外部振動機には、型わく振動機、表面振動機、振動台、等がある。一般の工事には内部振動機が最も便利である。振動の効果は加速度に比例するから、振動数の多い振動機が有利である。一般に空気中における振動数は毎分 7000 以上が適当である。振動機の動力には電気、圧縮空気、その他があり、電気振動機が一般に最も満足なものと考えられている。空気振動機を用いる場合は、たえず所定の圧力の空気を供給することが大切である。空気の圧力が さがると振動数が減り、振動の効果が小さくなる。

工事現場では、振動機の振動数 その他を 定期的に検査しなければならない。

(3) について 振動機を用いるときの注意事項の主なものは つぎのようである。

(a) 振動機を用いるときに適当な配合は、手突きの場合よりも絶対細骨材率 および 単位水量を相当に少なくしたものである。振動締固め中に、かなりのブリージングが認められる場合には配合を 加えなければならない。

(b) 内部振動機は、なるべく鉛直に、一様な間隔にこれをさし込む。その間隔は、コンクリートが 一様にプラスチックになるため、振動が有効であると認められる 範囲の直径以下、一般に 60 cm 以下、にする。振動の有効半径は、振動の加速度、コンクリートのコンシテンシー、等によって異なるのである。

(c) 振動締固めは、十分にこれを行う必要がある。振動締固めが十分である証拠の一つは、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 あらわれることである。また、コンクリートの容積の減ってゆくのが認められなくなり、モルタル または 水の光りが表面に あらわれて コンクリート全体が均一に とけあったように見えること、振動機の使用が手にうける感じ、等から 振動締固めが十分であることがわかる。

振動機を引き抜くときに ゆっくり引き抜くことは、相当に骨の折れることであるが、あとに穴が残らないようにするため特に大切である。

(d) 振動によって、せき板に作用するコンクリートの圧力は増加するから、型わくは、手突きの場合よりも相当丈夫に、また、せき板の継目からモルタルが もれないように特に注意して つくらなければならない。

(e) 振動機の型式、大きさ および 数は、1 回に締め固めるコンクリートの全容積を十分に振動締固めするのに適するものであることが必要である。それで、振動機の型式、大きさ および 数は部材断面の厚さ および 面積、1 回に運搬されて来るコンクリートの量と 1 時間における その回数、骨材の最大寸法、配合ことに絶対細骨材率、コンクリートのコンシテンシー、等に適応するように、選定しなければならないのである。1 台の内部振動機で締め

固められるコンクリートの容積は、現場の事情によって相違するが、一般に小型のもので 1 時間に 4~8 m<sup>3</sup>、2 人で扱う大型のもので 1 時間に 30 m<sup>3</sup> 程度である。なお、コンクリート打ちの現場には、振動機の予備を備え、適当な時間休ませ、また、手入れしながら使用することが きわめて大切である。

(4) について ここで かた練りコンクリートというのは スランプが大体 5 cm 位までのものである。かた練りコンクリートの場合、突固めを十分有効に行うために、実験の結果から 15 cm 以下という数値を 定めたものである。スランプが、5~12 cm 程度の やわ練りコンクリートの場合でも 一層の高さを 30 cm 以下とするのが適当である。

(5) について 薄い壁または 型わくの構造上、内部振動機の使用 または 突固めが困難な箇所において、型わく振動機を用いる場合には、適当な型式の振動機を選ぶこと、振動機を取り付ける位置 および これを移動する方法を適当にすること、等が大切である。

コンクリートの打込み後、直ちに型わくの外側を軽打することは、コンクリートを型わくの すみずみに行き渡らせ、完全なモルタルの表面をつくるのに有効な方法である。しかし、やわ練りのコンクリートの場合、あまり強くたたいたり、長くたたいたりすると、せき板をはがしたときに、コンクリート表面に 砂の線ができたり、また、固まりはじめたコンクリートに害を与えるおそれがある。それで 責任技術者は たたく方法 および 程度を指示する必要がある。

#### 46条 打ちたし

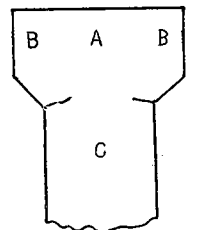
(1) 張出し部分をもつ構造物の場合、その部分を含むコンクリート体は、下部のコンクリートを打ったのち、少なくとも 2 時間 たったあとでなければ これを打ってはならない。

(2) 下部のコンクリートが いくぶん固まり始めているときに 上部のコンクリートを打ちたす場合には、上部のコンクリートを締め固めるさいに、振動機を下部コンクリート中にさし込み 下部コンクリートが 再振動締固めを うけるようにしなければならない。

【解説】(1) について この項は 解説 図 6 に示す橋脚のような構造物のコンクリート打ちに たいする注意である。張出し部分を含む A および B のコンクリートは、C のコンクリートが十分沈下収縮してから打たないと、C のコンクリートが沈下収縮するにともない、B のコンクリートは型わくに支持されて沈下できないから、A、C 两部分の間に 図のような ひびわれ を生ずるおそれがあるのである。

コンクリートを打ってから大体 2 時間以上たてば、コンクリートは相当落ち着くから、以上のようなことは おこらないが、図のような単一体として働かなければならない部材においては、十分に安全をとり、4 時間以上たってから、A のコンクリートを打つのが望ましい。

解説 図 6



(2) について この項は、いくぶん固まり始めているコンクリートの上にコンクリートを打ちたす場合に、弱い打ちたし継目が できることを防ぐための 注意である。

コンクリートが いくぶん固まり始めているとき、というのは、振動機をかけても再びプラスチックにならないほどには固まっていないとき をいうのである。下部のコンクリートが再振動締固めに適するものであれば、上部のコンクリートを締め固めるさいに 振動機を下部のコンクリート中に 適当な 深さだけ さし込む。これを せまい 間隔に行えば、上下部のコンクリートは単体的となる。

いくぶん固まりはじめている コンクリートの上に 打ちたすことが予期される場合には、あらかじめ下部のコンクリートにレターダーを適当に混和しておけば、再振動締固めに適する期間を延長することができて便利である。セメント分散剤には、レターダーの作用をもっている ものもある。

## 2 節 養 生

### 47 条 養 生

(1) コンクリートは打込み後、低温、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、十分にこれを養生しなければならない。養生日数については、責任技術者の指示をうけなければならない。

(2) コンクリートの露出面は、むしろ、布、砂、等をぬらしたものでこれをおおうか、または散水して、打込み後 少なくとも7日間 常に湿潤状態に保たなければならない。ただし早強ポルトランドセメントを用いる場合には、少なくとも3日間、湿潤状態に保たなければならない。

せき板が乾燥するおそれのあるときは、これにも散水しなければならない。湿潤養生方法については、責任技術者の承認をえなければならない。

【解説】(1) について コンクリートを打ち終わってから、これを保護するときに、表面を湿潤状態に保って 内部のコンクリートから水分が蒸発することを防ぎ、コンクリートの硬化作用を十分に発揮させると同時に 乾燥による収縮のためにおこる ひびわれ をできるだけ少なくするための作業を、コンクリートの養生というのである。

コンクリートの養生の作業は、(a) 霜、日光の直射、風 および 大雨にたいしてコンクリートの露出面を保護すること、(b) コンクリートが十分硬化するまで、衝撃 および 過分の荷重を加えないように保護すること、(c) コンクリートの硬化中 相当の温度に保つこと(気温が低い場合の養生については「9章 寒中コンクリート 72条 養生」を参照すること)、(d) 硬化中に十分な湿気を与えること、等である。

この項は 上記の意味を簡単に示したものである。

コンクリートを打ち終わってから、これを湿潤状態に保っておかなければならない日数については(2)に規定したが、適当な温度に保たなければならない日数、衝撃 および 過分の

荷重を加えないように保護しなければならない期間、等は 現場の状況によって 相当に異なるから、責任技術者の指示に よることとしたのである。

(2) について セメントの主成分の水和作用の点から考えると、理想としては、少なくとも6箇月間コンクリートを 湿潤状態に保つ必要がある。しかし、このように長期間の湿潤養生を行うことは、一般の構造物について不可能であり、また、不経済でもある。それは硬化した普通の厚さの コンクリート中の自由水が 蒸発によって失われるには、相当の日時を要するから、内部のコンクリートは、その間に相当硬化すること、コンクリートは材令の初期における硬化の増進が いちじるしく、湿潤養生の効果の大部分は初期の養生期にえられ、長い湿潤養生をしても利益が割合に少ないこと、等の理由による。それで、普通の場合、型わくで保護されていない すべてのコンクリート面にたいしては 普通ポルトランドセメントを用いる場合7日間以上、早強ポルトランドセメントを用いる場合3日間以上、湿潤養生を行うことに規定したのである。

早強ポルトランドセメントを用いる場合は、その水和作用が硬化の初期に盛んで、3日間以上湿潤状態に保てば、普通ポルトランドセメントの場合に7日間以上 湿潤状態に保つ のと同等の効果がある。しかし、早強ポルトランドセメントを用いる場合は、初期の発熱量が大きいから、コンクリートの温度が高くなるし、また硬化が早いためにクリープも小さいから硬化の初期に ひびわれ がやすい。それで初期の3日間は 特に 十分湿気を与えて、乾燥による収縮ひびわれ の発生を防ぐ必要がある。

なお、せき板が薄いか、または 気温が高くて、せき板が乾燥する おそれのあるときには、これにも 散水しなければならない。この場合 事情が許せば、せき板をゆるめて、せき板とコンクリート面との間に水を流し込むのが望ましい。

## 3 節 継 目

### 48 条 総 則

設計 または 施工計画で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。

【解説】 継目の位置 および 構造は、施工の安全、構造物の外観、所要の安全度、等を考えて、特に設計者が定めたものであるから、現場のつごうなどで、みだりにこれを変更してはならないのである。

### 49 条 打 継 目

(1) 設計 または 施工計画で定められていない打継目を設ける場合には、責任技術者の指示をうけ、構造物の強度 および 外観を害しないように、その位置、方向 および 施工方法を定めなければならない。

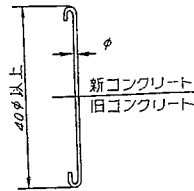
(2) 必要のある場合には、ほぞ または みぞをつくるか、打継目に適当に鋼材を さし込むか しなければならない。

**(3) 打継目の施工は、50条によらなければならない。**

**【解説】(1) について** 新旧コンクリートの打継目は、入念に施工しないと、構造物の弱点となったり構造物の外観を害したりするから、設計 または 施工計画に示されている場合のほかは、これをつくらないことを原則としたのである。しかし、施工上のつごうからやむをえず打継目を設けなければならない場合もあるので、その場合には責任技術者の指示に従うように規定したのである。

**(2) について** この項は、せん断力にたいして、打継目を安全にするための手段を述べたものであって、丸鋼を用いる場合には、その長さは直径の40倍以上とし、両端にフックをつけ、長さの半分ずつ新旧コンクリートに埋め込むのがよい(解説 図7)。

解説 図7

**50条 打継目の施工****(1) 水平打継目**

硬化したコンクリートに新コンクリートを打ち継ぐ場合には、その打込みのまえに、型わくを締め直し、硬化したコンクリートの表面を責任技術者の指示に従って処理し、ゆるんだ骨材粒、品質の悪いコンクリート、レイトランス、雑物、等を完全に除き、十分に吸水させなければならない。つぎに旧コンクリートの面にセメントペースト または コンクリート中のモルタルと同程度の配合のモルタルを塗りつけ、直ちにコンクリートを打ち、旧コンクリートと密着するように締め固めなければならない。

**(2) 鉛直打継目**

**(a)** 鉛直打継目の施工にあたり、旧コンクリートの打継ぎ面はその表皮を除去するか、あるいは、これを粗にして、十分に吸水させたのち、セメントペースト、モルタル、等を塗るか、または、責任技術者の指示に従って処理したのち、打継ぎ面に新コンクリートを打ち継がなければならない。

**(b)** 新コンクリートの打継ぎにあたっては、振動機を用いるか、または適当な器具でスペーシングをして新旧コンクリートを十分に密着させなければならない。

なお新コンクリートの打継ぎ後 適当な時期に、なるべく、再振動締固めを行うのがよい。

**【解説】(1) について** 完全な水平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、旧コンクリートの打継ぎ面が品質の悪いコンクリートである場合には 十分な打継目をつくることはできないのである。ゆえに、十分な強度、耐久性 および 水密性を有する打継目をつくるためには、まず材料の分離ができるだけ少ないように旧コンクリートを打ち、十分に養生することが必要である。しかし、十分入念な施工をしても、表面にレイトランスのできることは避け難いから、十分な打継目をつくるためには、旧コンクリート上部のレイトランスを取り去ってから 打ち継ぐことが必要である。

旧コンクリート打継面の処理方法には、硬化前処理方法と、硬化後処理方法 および これらの併用方法とがある。硬化前処理方法は、旧コンクリートが固まるまえに、普通、高圧の空気 および 水で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。これは、コンクリートを打ち込んだのち 適当な時期に 適当な方法で行わないと コンクリートを害するおそれがある。この適当な時期を判断することが困難である 場合があり、また、最適の時期に処理することができない場合もある。なお この処理方法を行なった面は 適当に保護しておかないと、新コンクリートを打ち継ぐときに再び処理しなければならない。それで、硬化後処理方法の方が便利である場合が多い。

この項は、硬化後処理方法を行う場合の水平打継目の施工方法を示したものである。旧コンクリートがあまりかたくなって 旧コンクリートの品質が 満足なものであれば、高圧の空気 および 水を吹き付けて入念に洗うだけでよいが、一般には水をかけながら、表面をワイヤー ブラシその他で十分に こすって 粗にする。旧コンクリートがかたいときには、表面に湿砂吹付けを行なったのち 水で洗う方法が最も確実であって、のみ その他を用いて表面をはがし取る方法は、やむをえない場合のほかは これを用いてはならない。

新コンクリートを打ち継ぐ直前に、処理した打継面には、セメントペーストを塗るか、または、モルタルを敷くのである。コンクリートが比較的にかた練りの場合、粗骨材の最大寸法が大きい場合、等にはモルタルを敷く方が有効である。このモルタルの水セメント比は、使用コンクリートの水セメント比以下とし、そのスランプは 15 cm 程度とする。モルタルを敷く厚さは、約 15 mm 位にするのが普通である。

**(2) について** 旧コンクリート面を粗にするには、湿砂吹付けが有効であるが、旧コンクリートが あまりかたくなければ、ワイヤー ブラシその他を用いてもよい。旧コンクリート面を粗にしたのちの施工方法は、工事の事情に応じて適当に決定すべきものである。この施工方法には、新コンクリートを打ち継ぐ直前に、旧コンクリート面にセメントペースト または モルタルを塗る方法があるが、運搬してきたコンクリート中にさし込んで引きぬいたワイヤー ブラシの類で旧コンクリート面を こすってモルタルを塗りつけるのも一つの方法である。

新コンクリートにおける材料の分離によって、新コンクリートの打継面には分離した水が集まる傾向がある。再振動締固めを適当な時期に行えば、この分離した水を追い出して満足な打継目をつくることのできる。適当な時期というのは、新コンクリートの打継ぎ後、コンクリートが再びプラスチックにならないほどに固まっていない範囲で なるべく おそい時期である。

**51条 伸縮継目**

伸縮継目では、構造物の相接する両部を絶縁しなければならない。伸縮継目には、必要に応じて、責任技術者の承認をえた目地材を入れなければならない。

**【解説】** 伸縮継目を設ける目的からいって、相接する構造物の両部を完全に絶縁しなけ



ればならないことは当然である。

伸縮継目の間げきに土砂その他が入り込むおそれのあるときは、目地材を用いなければならないのである。

#### 4 節 アーチのコンクリート打ち

##### 52 条 コンクリート打ち

(1) アーチのコンクリートは、その端面がなるべくアーチ軸に直角となるように、これを打ち進めなければならない。

(2) アーチのコンクリートは、責任技術者の指示に従って、セントルの狂いをなるべく小さくするように、これを打たなければならない。

【解説】(1) について コンクリートは、これがうける圧力の方向に直角の方向の層に打ち進むのが原則である。アーチ軸は、普通に、アーチの静荷重の圧力線にほぼ一致するように設計されるものであるから、コンクリートを打つとき、コンクリートの端面がなるべくアーチ軸に直角となるようにするのである。

(2) について アーチにおけるコンクリートは、セントルの狂いをなるべく小さくするようにアーチの中心にたいし、左右対称に同時に打たなければならない。また、スプリングのコンクリートを打ったとき、そのコンクリートの重量のために、セントルがクラウンで持ち上げられることのないように注意する必要がある。それで、アーチのコンクリート打ちにさいしては、その方法、順序その他について、まず責任技術者の指示をうけることにしたのである。

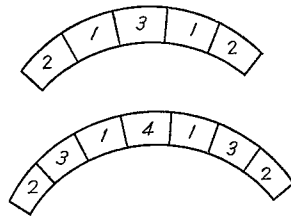
小さいスパンのアーチは、アーチを縦の方向の狭い幅にわけてコンクリートを打つことがある。このとき、アーチのコンクリートを1日で打ち終るときには、セントルに対称に荷重をかけるため、スプリングからクラウンにむかい、両側を同じ速度で打ち上げる。この場合、セントルがクラウンで持ち上げられないように、クラウンに一時的の荷重を加える必要があることがある。

スパンが比較的大きいアーチでは、ブロックに分けてコンクリートを打たなければならない。そのときブロックの大きさは、同時にコンクリートを1日に打ち終れるように、これを定める。ブロックの数は、少なくとも5つとする必要がある。コンクリート打ちの順序は解説図8に示すとおりである。

##### 53 条 アーチの打継目

(1) アーチの打継目は、アーチ軸に直角となるように、これを設けなければならない

解説 図 8



い。

(2) アーチの幅が広いときは、責任技術者の指示に従って、スパン方向の鉛直打継目を設けてよい。

【解説】(2) について スパンの方向に設ける鉛直打継目は、一方のスプリングから他方のスプリングまで通す必要がある。

## 7 章 型 わ く

##### 54 条 総 則

(1) 型わくは、設計図に示されたコンクリート部材の位置、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。

重要な型わく および 支保工にたいしては、強度 および 変形の計算を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、これを取りはずすことができ、せき板 または パネルの継目はなるべく鉛直 または 水平とし、モルタルのもれない構造にしなければならない。

【解説】(2) について 型わくの形状 および 位置を正確に保つためには、適当な、すじかい、つなぎ材、支柱、等を用いて、これを固定しなければならないのである。

(3) について 型わくは、その取りはずし作業が、構造物に振動、衝撃をおよぼしたり、または せき板を破損したりすることなく、静かに、安全にかつ容易に行われるような構造としなければならない。せき板の継目から、多少の水が もれる位はやむをえないが、モルタルがもれてはならない。型わくの継目を鉛直 または 水平にするのは、型わくを正しい位置、形状、寸法につくり、かつ、せき板の継目からモルタルのもれるのを防ぐ作業を容易にするため大切である。

##### 55 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面に接するせき板表面は 平らに 仕上げなければならない。ただし、露出面でない場合、または粗面でもよい場合には 仕上げない せき板を用いてよい。

(2) 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、鋼が光るほど砂吹付けを行ったり、ワイヤーブラシでこすったり、してはならない。

【解説】(1) について この項は、木材せき板に直接コンクリートを打つ場合の注意を述べたものである。木材せき板を平らに仕上げるのは、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に必要である。せき板を仕上げるには、一般に、かなな仕上げをする。コンクリート面が露出しないとき、または、粗面でもよいような露出面にたいするせき板では仕上げをしない板を用いてもよいが、板の表面が平滑でないと、コンクリートの仕上がり面がきたなくなるばかりでなく、型わくの取りはずしも困難になることがあるから注意が必要である。

せき板の内面に、綿布その他適当な吸水性材料をはりつけることは、特に満足なコンクリート表面をえるために有効である。

(2) について 一度使ったせき板の面には必ず多少のモルタルが付いているから、再用に先立ち、その面を清掃し、必要があれば、せき板に塗布材料(59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て、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、この項のように規定したのである。

### 56条 支保工

支保工は、十分な支持力をもたなければならない。特に、支柱は沈下しないよう、そのうける荷重を適当な方法で地盤に分布させ、高さが大きいときにはつなぎ材およびすじかいを設けなければならない。

【解説】支柱を直接弱い地盤で支えると、沈下しやすいから適当な方法で支柱からの荷重を地盤に分布しなければならない。支柱の高さが大きいときは、バックリングをおこさないように、つなぎ材およびすじかい、等を用いる必要がある。

### 57条 組立て

せき板を締め付けるには、ボルトまたは棒鋼を用いる。これらの締付け材は、型わくを取りはずしたのち、コンクリート表面に残しておいてはならない。鉄線を締付け材として用いる場合には、責任技術者の承認をえなければならない。

【解説】鉄線を締付け材として用いる利益は、工費の節約だけで、欠点も多いから、その使用については責任技術者の承認をうけることにしたのである。締付け材として用いたボルト、棒鋼、鉄線、等の端が工事完成後コンクリートの表面にでていると、これから水分をさそったり、これがさびてコンクリート表面に汚点ができたり、あるいは、コンクリートにひびわれをできさせたりするおそれがあるから、コンクリート表面から2.5cmの間にあるボルト、棒鋼、鉄線、等の部分は穴をあけて取り去り、そのときできたコンクリート面の穴は、モルタルで埋めておく必要がある。埋めた穴の深さを2.5cm以上とするのは、あまり浅いとモルタルがはげ落ちるからである。

### 58条 面取り

特に指定のない場合でも、型わくのすみに適当な面取り材を取り付けて、コンクリートのかどに面取りをしなければならない。

【解説】型わくのすみに適当な面取り材をつけてコンクリートのかどに面取りをすることは、美観のためばかりでなく、型わく取りはずしのさいおよび工事の完成後、衝撃によってコンクリートのかどが破損するのを防ぐために役立つ。また、火災、気象作用、等の害を少なくするためにも有効である。

### 59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えたものでなければならない。

【解説】塗布材料はせき板の材質、その他を考えてこれを選ばなければならない。木材せき板に用いる塗布材は、木材にしみ込み、せき板にコンクリートが付着するのを防ぎ、また、せき板が水を吸収して型わくの狂うのを防ぐことができるようなものでなければならない。

塗布に用いる油には、重油、鉱油、石油とあまに油との混合物、等がある。

重油は、せき板との付着が大きく値段も安い、のびが悪く、またコンクリート表面に汚色を残す欠点もある。

鉱油は重油よりも塗りやすいが、せき板とコンクリートとの付着を防ぐ効果は重油におよばない。鉱油と重油とを等分に混合したもので満足な結果がえられることもある。

パラフィン、石けん、等も有効な塗布材料である。

木目があらわれない平らなコンクリート面を必要とするためべにや板のせき板を用いるときは油よりはシェラックを用いるのがよい。

グラフィイト グリースは鋼製せき板の塗布材料として適当であることが多い。

木材せき板に適当な油も鋼製せき板にたいしては適当でない場合がある。たとえば、トンネルのライニングのように、コンクリートが型わくにそって滑るような場合である。この場合に合成カストル油を用いて好成績がえられることがある。

### 60条 一時的開口

必要のある場合には、型わくの清掃、検査およびコンクリート打ちに便利のように、適当な位置に一時的開口を設けなければならない。

【解説】38条(2)の規定通り、特別の場合のほかは、コンクリートを打つまえに、型わくの内部を清掃し、せき板を十分にぬらすことが必要である。この水を流すため、壁、その他の型わくの下部にあらかじめ適当な大きさの穴をあけておく必要がある。この穴は、

コンクリートを打つときに ふさぐのである。

また、型わくの大きさが大きい場合には、型わくの適当な箇所にコンクリートの投入口を設ける必要のあることは 39条(8)に規定したところである。これも一種の 一時的開口である。

**61条 型わくの取りはずし**

(1) 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。

(2) 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 これを行わなければならない。

(3) 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えなければならない。

【解説】(1) について 型わくは、コンクリートが相当硬化して、型わく が圧力をうけなくなるまで、これを おいておくのが原則である。

特に支保工はコンクリート部材が安全に その自重 および その上にくる荷重を負担できる強度に達するまで、これを取りはずしてはならない。

(3) について 型わくは、一般に、事情の許す限り長く存置しておくのが 安全である。しかし、型わくを くり返して用いるため、十分な湿潤養生を 行うため、コンクリートの 硬化熱による温度上昇を少なくするため、コンクリートのクリープを利用して ひびわれ のでるおそれを少なくするため、等には、コンクリートが所要の強度に達したならば、なるべく 早く型わくを取りはずすことが望ましい。

コンクリートが所要の強度に達するまで、型わくを おいておかなければならない最少期間は、セメントの性質、コンクリートの配合、構造物の種類と その重要な程度、部材の種類 および 大きさ、部材のうける荷重、養生中の温度、天候 および 風通し、等に関係する。一般的にいて、気温が高いとき、早強ポルトランド セメントを用いたとき、水セメント比が小さいとき、荷重の小さいときには 早く型わくを取りはずしてよい。しかし、これらについて一定の規則を与えることは はなはだ困難である。型わく取りはずしの時期を誤ったために、災害をおこした例は、はなはだ 多いから、型わくの取りはずしについては、責任技術者の承認を えることにしたのである。

型わくを取りはずしてよい時期は 構造物の強度に さしつかえなく取りはずし作業によってコンクリートが害を うけないような強度に達した時期である。

解説 表 8 は 型わくを取りはずしてよい時期のコンクリートの圧縮強度の ごく大体の標準を参考として示したものである。

この圧縮強度とは、現場コンクリートの代表的試料を用い、99条(3)によって試験した場合のものである。

解説 表 8 型わく取りはずし のさいの圧縮強度の標準

部 材 面 の 種 類	例	圧 縮 強 度 (kg/cm <sup>2</sup> )	
曲げ応力 または 軸方向応力が相当に小さい部材の面、コンクリートを型わくでほとんど支える必要のない面、型わく取りはずし作業その他工事中に害をうけるおそれのない面	部材の鉛直 または 鉛直に近い面、傾いた上面、小さいアーチの外側、その他岩盤のトンネルの覆工側壁	35	
コンクリートを型わくで支える必要のある面	(a) 静荷重だけをうける場合	部材の鉛直 または 鉛直に近い面、45°より急な傾きの下面、小さいアーチの内側、その他堅岩のトンネルの覆工アーチ	50
	(b) 静荷重 および 動荷重をうける場合	土圧をうけるトンネルの覆工側壁 および アーチ	100

現場の事情で 圧縮強度試験ができない場合には 解説 表 9 が参考になる。この表は最低気温 5°C 以上の場合における ごく大体の めやす を与えるもので、コンクリートの硬化中、最低気温 5°C 以下となった場合には、その 1 日は これを半日に換算して 表記の期間を延長し、気温 0°C 以下に下がった期間は これを算入しないがよい。

解説 表 9 型わく存置期間の ごく大体の めやす

	部材側面の型わく	部材底面の型わく	スパンが 6m 未満のアーチのセントル	スパンが 6m 以上のアーチのセントル
普通ポルトランド セメント	4 日	7 日	10 ~ 15 日	14 ~ 21 日
早強ポルトランド セメント	2 日	4 日	7 ~ 10 日	8 ~ 14 日

**8 章 表面仕上げ**

**1 節 一 般**

**62条 一 般**

露出面で一様な外観をえようとする場合には、材料、配合、コンクリート打ちの方法、等を変えないようにし、打継目 および 伸縮継目の間のコンクリートを連続して打ち込むように、特に注意しなければならない。

【解説】 一様な露出面をえるには、同一工場製のセメント、同種で同じ粒度の骨材、同じ配合、のコンクリートを用いなければならない。

あらかじめ定められた打継目 および 伸縮継目の間のコンクリートは 一作業で終らなければならない。打継目が あらかじめ定められていない場合には、正しい 直線の継目が えられるように施工しなければならない。

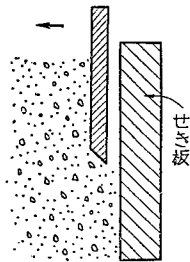
**63条 せき板に接する面**

(1) 露出面となるコンクリートは、完全なモルタルの表面が えられる ように打ち込み、締め固めなければならない。

(2) コンクリート表面にできた でっぱり、すじ、等は これを除いて平らにし、豆板、欠けた箇所、等は、その不完全な部分を取り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 モルタルのパッチングをして 平らに仕上げなければならない。

【解説】(1) について コンクリート表面に特別の仕上げをしない場合、露出面となるコンクリートの表面は、砂利や砂が あらわれない平ら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 構造物の耐久性 および 水密性を大きくする上からも大切である。このためには、せき板の表面が平らであること、

解説 図 9



せき板の継目から モルタルがもれないこと、等に注意するとともに、打ち込み および 締め固めにも注意が必要である。

せき板に接する表面に、モルタルをよく行き渡らせるには、すき形の器具 または ショベルで、スペーシングを行うのがよい。すなわち、解説 図 9 のように、中央を突き固めたのちに、型わく面にそって、すきを押し込んで、これを内側に引き、せき板とコンクリートとの間にモルタルを流れ込ませたのち、すきを引き抜けばよい。

(2) について コンクリート表面にできた欠点を そのままにしておくことは、外観を害するばかりでなく、構造物の耐久性に悪い影響を与えるものであるから、必ず、この項の注意に従って手直しをしなければならない。コンクリートが所要の強度に達したのちなるべく早くせき板を取りはずすことは、この手直しを容易にするため および 十分満足の養生を行うため、にも有利である。

**64条 せき板に接しない面**

(1) 締め固めを終り ほぼ 所定の高さ および 形にならしたコンクリートの上面は、しみ出た水がなくなるか または 上面の水を処理したのちでなければ、これを仕上げてはならない。仕上げには木ごてを用いるものとする。

仕上げ作業は 過度にならないように 注意しなければならない。

(2) なめらかで 密実な表面を必要とする場合には、作業が可能な範囲でできるだけおそい時期に、かなごてで強い力を加えて コンクリート上面を仕上げなければならない。

【解説】(1) について コンクリート上面になるべく水がでてこないように施工することは きわめて大切であるが、上面に浮き出てくる水が多いときには これを取り去る必要がある。この水を取り去らなると、レイトンスが できたり、また、仕上げたのちに表面に細かい ひびわれ ができたりするおそれがある。

仕上げ に木ごて を用いる理由は、かなごて を用いると、表面が あだばかり をし、かつ、ひびわれ がやすいからである。過度の こて仕上げ をすると、表面にセメント ペーストが集まって収縮ひびわれ の発生するおそれが大となる。またコンクリート表面にレイトンスができて、すりへりにたいする抵抗力を減らすおそれもある。

(2) について かなごて をかける適当な時期は、コンクリートの配合、天候、気温、等によって相違するが、ごく大体をいえば、指でおしても へこまない 位に固まったときである。こてかけ をするときには、強くおしつけセメント ペーストを押し固め 密度の大きいかたい面に仕上げる。

**2 節 すりへり をうける面の仕上げ**

**65条 すりへり をうける面の仕上げ**

すりへり をうける面の場合には、水セメント比 および スランプの小さいコンクリートを入念に締め固めて平らに仕上げたのち、責任技術者の指示に従って養生期間を特に延長しなければならない。

【解説】 ここですりへりをうける面というのは、通路、工場の床面、等をさすのである。

すりへり をうけるコンクリートの表面をつくるのに、コンクリート全体を一度に打って表面を仕上げる場合、すなわち 1 層式と、コンクリートを上下の 2 層に分けて打ち上層のコンクリートを打って仕上げる場合すなわち 2 層式とがある。1 層式は地盤上につくる床版の場合その他に用いられ、2 層式は鉄筋コンクリート構造の床面のような場合に用いられる。すりへり をうける面のコンクリートの水セメント比 および スランプは 解説 表 10 の値を標準とする。

解説 表 10 すりへり をうける面のコンクリートの水セメント比 および スランプの標準

仕 上 げ の 種 類	水セメント比	ス ラ ン プ
1 層 式	45 % 以下	十分な締め固めができる範囲内で、できるだけ小さくする。
2 層 式	機械で仕上げる場合	2.5 cm 以下
	手で仕上げる場合	約 2.5 cm

1 層式の仕上げ作業は 64 条 および 以下にのべる 2 層式の場合に準ずる。

2層式における上層コンクリートの厚さは、コンクリート通路で5 cm以上、はげしいすりへりをうける床で2.5 cm以上、普通の床で2 cm以上とする。上層コンクリートを、下層コンクリートが硬化するまえに打った場合には、下層コンクリートを打ってから45分以内に施工する。上層コンクリートは、木ごて、かなごて、または、機械仕上げで滑らかに仕上げなければならない。こてかけのとき、表面の水分を吸収させるため、または作業を容易にするため表面にセメントその他をまいてはならない。

硬化した下層コンクリートに上層コンクリートを施工する場合には、50条(1)に準じて下層コンクリートの面を処理したのち上層コンクリートを打ち、ローラー、タンパーまたは振動機で締め固める。表面は木ごて、または機械仕上げで仕上げなければならない。

上層コンクリートが、養生作業で害をうけない程度に硬化したら、直ちに10日以上ぬらして養生しなければならない。ただし早強ポルトランドセメントを用いる場合には3日以上養生すればよい。

### 3節 装飾仕上げ

#### 66条 装飾仕上げ

単体仕上げ、みがき出し仕上げ、洗い出し仕上げ、砂吹付け仕上げ、工具仕上げ、浮き砂仕上げ、モルタル塗り仕上げ、等を行う場合には、責任技術者の指示に従ってこれらを行わなければならない。

【解説】 単体仕上げについて この仕上げは、所望の模様、地はだ、等の装飾的な表面をえるために、これに相当する型を型わくに取り付けてコンクリートを打ち、装飾部分と本体コンクリートとを単体的につくる仕上げである。

みがき出し仕上げについて この仕上げは、コンクリート表面を十分に水でぬらし、カーボランダムその他のといしてみがき、表面を一樣に滑らかにする仕上げである。

みがき出し作業は、これによって骨材粒がゆるんだり取れたりするほど、早く始めてはならないが、コンクリートがかたくなって容易にすりへらないほど、おそく始めてもいけない。

洗い出し仕上げについて この仕上げは、コンクリート打ち後、約48時間たってからせき板を取りはずし、十分に水をかけながら、ワイヤーブラシその他でコンクリート面をこすり、モルタルの表皮を除き粗骨材が一樣に露出するようにし、最後に水で十分に洗う仕上げである。

砂吹付け仕上げについて この仕上げは、十分養生したコンクリート面に、かたいとがった形の砂を圧縮空気で吹き付け、粗骨材を一樣に露出させる仕上げである。

工具仕上げについて この仕上げは、コンクリート打ち後2~4週間たってから、表面を石工用ののみ類、電気または圧縮空気を動力とする特殊の工具で、所定のはだ合いに仕上げるものである。

浮き砂仕上げについて この仕上げは、コンクリートが十分に硬化しない間に型わくを取りはずし、表面をぬらし細砂をふりかけ、その上を木ごてを円形に動かしながらこすり、表面が一樣に平らになるまで砂をすりこませる仕上げである。

モルタル塗り仕上げについて モルタル塗り仕上げは、特別の場合のほかは、あまり望ましいものではないけれどもわが国ではかなり広く用いられている。これについての注意を述べるとつぎのようである。

一般に、コンクリートを打ち終わってから1時間以内にモルタルを塗りならすのがよい。

相当硬化したコンクリート面にモルタル塗り仕上げをする場合には、コンクリート面をワイヤーブラシ、カーボランダムと石、のみまたは機械で、少なくとも1.5 cmの深さまで取り除き粗骨材を露出させて十分に水で洗い、清浄でしっかりしたてこぼこの面をつくる。その上にセメントペーストを塗り付け、直ちにモルタルを塗らなければならない。

モルタルはできるだけ薄い層に塗る。下塗りをするとき、その厚さは2.5 cmとする。仕上げ塗りは、下塗りを終わってから1週間以上たってから行うのがよい。仕上げ塗りのモルタルの厚さは9 mm以下としなるべく貧配合としなければならない。

### 4節 特殊な表面仕上げ

#### 67条 テラゾー仕上げ

テラゾー仕上げを行う場合は、責任技術者の指示に従って施工しなければならない。

【解説】 テラゾー仕上げは、セメントおよび大理石その他の砕石でつくったテラゾーミックスを打ち、これをロールで締め固めるときに骨材をまいてめりこませ、仕上げ面の少なくとも70%が骨材から成り立つようにし、すりへりにたいして強く、水密で美観をていようにする表面仕上げである。テラゾーミックスには、普通ポルトランドセメントまたは白色ポルトランドセメントを用い、着色剤は鉱物質のものとする。

この仕上げには、構造物に直接付着させる場合と、構造物との間に砂層を設け直接には付着させない場合とがある。

#### 68条 ショットクリートによる表面仕上げ

ショットクリートによる表面仕上げを行う場合は、付録「ショットクリート施工指針」によるものとする。

## 9章 寒中コンクリート

【解説】 この章は、コンクリートを寒中に施工する場合の標準を示したものであって、気温が4℃以下であるような場合にはこの章の規定に従って施工する必要がある。

69条 一般

- (1) 寒中コンクリートには、セメント重量の1%程度の塩化カルシウム\*を加えてつくったAEコンクリートを用いるのがよい。ただし、硫酸塩の作用をうける場合には、塩化カルシウムを用いてはならない。
- (2) コンクリートの単位水量は、コンクリートが凍結するおそれおよび凍害を少なくするため、できるだけ少なくしなければならない。
- (3) コンクリートの温度は、打込みのとき10℃以上でなければならない。

【解説】(1) について 寒中においては、コンクリートが固まるまでの時間が長くなり、固まってからの強度の増進も少ない。

コンクリートは、圧縮強度が約40kg/cm<sup>2</sup>以上になれば、凍結しても凍害をうけることが比較的少ない。適当量の塩化カルシウムを用いてコンクリートの硬化を促進すれば凍害をうけることが少なくなるので、この項のように規定したのである。塩化カルシウムの使用については、従来いろいろと論議されたこともあるが、今日では、寒中コンクリートには、1%程度の塩化カルシウムを用いてつくったAEコンクリートは硫酸塩の作用をうける場合のほかに有利であることが実証されている。塩化カルシウムの適当な使用量は、気温、コンクリートの温度、セメントの種類、コンクリートの配合、等によって相違するが、一般にセメント重量の1%程度がよい。2%以上も用いることは避けなければならない。

エントレインド エアーは、所要のウォーカーピリチーをえるに必要な単位水量を減らすため、コンクリート中の水の凍結による害を少なくするため、等に有効であるので、寒中コンクリートにはAEコンクリートを用いるのがよい。その空気量は、30条 解説表2に示した程度とするのが適当である。

(2) について 実験の結果、水量の少ないコンクリートは凍結して、凍害をうけることが少ないことが明らかになっている。従って、作業に適するウォーカーピリチーがえられる範囲内で単位水量を減らすのがよい。(1)にAEコンクリートの使用を規定しているのはこの理由にもよる。

\* 塩化カルシウムについては JIS K 8122 (結晶) (試薬) (CaCl<sub>2</sub>・2H<sub>2</sub>O=147.3) の規格があり、これによれば CaCl<sub>2</sub> (無水) の量は特級で、75~78%、一級で 70~78% と規定されている。工業用塩化カルシウムについての日本工業規格はまだ制定されていない。コンクリートに用いる塩化カルシウムの化学成分について解説表11のように規定している例もある。なるべく純度の高いものを用いるのが適当である。

解説表11 コンクリートに用いる塩化カルシウムの化学成分の一例

CaCl <sub>2</sub> (無水)	77 % 以上
MgCl <sub>2</sub> としてのマグネシウムの量	0.5 % 以下
NaCl として計算したアルカリ塩化物の全量	2.0 % 以下
その他の不純物	1.0 % 以下

(3) について 打込みのさいのコンクリートの温度が4℃より低いような場合には、硬化がはなはだおそいばかりでなく、急に気温が低下するときに、コンクリートが凍結するおそれがある。ゆえに、安全のために最低温度を10℃と定めた。この最低温度は、構造物の種類および大きさ、天候、気温等によって相違するのは当然であって、解説表12のように規定する例もある。

解説表12 寒中コンクリートの施工におけるコンクリートの温度の一例

断面	面	薄い場合		マシブな場合
		20	40	
練り混ぜたときの コンクリートの最 低温度 <sup>1)</sup>	気温 -1℃以上	16℃	13℃	10℃
	気温 -18~-1℃	19℃	16℃	13℃
	気温 -18℃以下	21℃	19℃	16℃
打ち込むときのコンクリートの最低温度 (打ち込んでから3日間は、この温度) より下がらないように養生する		13℃	10℃	7℃
保温養生 または 給熱養生を終わってから 24時間の間において、許すことのできる 温度降下の最大値 (温度の降下は急激であってはならな い)		28℃	22℃	17℃

1) 気温が低い程、コンクリート打ち後 保たなければならないコンクリートの最低温度と練り混ぜたときのコンクリートの温度との間に大きい余裕をとってある。

コンクリートの温度をあまり高くすると、外気とコンクリートの温度差が大きくなってコンクリートのひえ方がいじりしくなり不経済となる。なお、単位水量が大きくなったり、コンクリートが過早に固まったり、長期強度が低くなったりする。また、コンクリートの表面が乾燥しないようにするのが困難となり、この乾燥によってひびわれが起きたりする。それで10℃を下らない範囲でなるべく低い温度で打ち込み、72条に規定する養生を確実に行うのが望ましい。コンクリートの温度を30℃以上にもするのは適当でない。

70条 材料

- (1) セメントは、ポルトランドセメントを用いるのを標準とする。
- (2) 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。
- (3) 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

えなければならぬ。

(4) セメントは、どんな場合でも直接にこれを熱してはならない。

【解説】(1) について 寒中コンクリートにポルトランドセメントを用いるのを標準としているのは、初期材令における強度が大きく、コンクリートが凍害をうけるおそれを少なくできるからである。塩化カルシウムを用いない場合には、マッシュなコンクリートを除き、早強ポルトランドセメントの使用が望ましい。一般に、高炉セメント、シリカセメント等は、低温の場合、特に初期強度が小さいから適当でない。

(2) について 骨材が凍結している場合、これ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低くなり、コンクリートが凍結するおそれが多くなる。また、骨材に氷雪が混入している場合、これ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低くなるばかりでなく、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。それで、骨材はむしろ、帆布、等でこれをおおって貯蔵するのがよい。運搬中に氷雪の混入または凍結を防ぐことに注意しなければならないことはもちろんである。

(3) について 寒中コンクリートの施工方法は、気温、構造物の種類および大きさ、等によって異なるが、一般に気温 +4°C までは常温の施工方法でよい。+4~0°C では簡単な注意と保温とで施工できる。0~-3°C の気温では、ある程度の保温が必要であると同時に、水だけか、または水および骨材を熱する必要がある。-3°C 以下では、本格的な寒中施工方法によらなければならない。すなわち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の温度に保たなければならない。

材料加熱の装置および方法は、材料が一様に熱せられて常に所要の温度の材料がえられるように、また、コンクリートの練り混ぜ作業に順応できるように、十分な能力を持たなければならない。これらは気温および工事の状況によって相違するので責任技術者の承認を要することに規定したのである。

骨材を 65°C 以上に熱すると取扱いが困難になるし、セメントを急結させるおそれがある。一般に、水と骨材との混合物の温度を 40°C 以下にしておけばこのような心配はないとされている。

材料を熱したとき、でき上がるコンクリートの大体の温度  $T$  は、練り混ぜ中のコンクリートの冷却を考えなければ次式で計算することができる。

解説 表 13 は次式を用いて計算した一例である。

$$T = \frac{s(T_a W_a + T_c W_c) + T_f W_f + T_m W_m}{s(W_a + W_c) + W_f + W_m}$$

ここに、 $W_a$  および  $T_a$  は表面乾燥飽和状態の骨材の重量 および 温度

$W_c$  および  $T_c$  は、セメントの重量 および 温度

$W_f$  および  $T_f$  は、骨材に含まれる水の重量 および 温度

$W_m$  および  $T_m$  は、練り混ぜに用いる水の重量 および 温度

$s$  は、材料の比熱で、0.2 と仮定してよい。

解説 表 13 各材料の温度がコンクリートの温度におよぼす影響の一例

断面	薄 い 場 合								マッシュな場合				
粗骨材の最大寸法(mm)	20				40				80				
絶対細骨材率(概略値)(%)	40				35				30				
セメント:水:細骨材:粗骨材 (重量比)	1:0.5:2:3				1:0.5:2.2:4.2				1:0.5:2.5:6				
下欄に示す 温度のコン クリートを つくるため に必要な材 料の最低温 度(°C)	セメント	2	-12	-12	-23	2	-12	-12	-23	2	-12	-12	-23
	練り混ぜに用いる 水	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	骨材に含まれる水 <sup>1)</sup>	3.5	35	10	16	2	38	8	13	0.5	41	6	11
	細骨材	3.5	35	10	16	2	38	8	13	0.5	41	6	11
	粗骨材	3.5	-12 <sup>2)</sup>	10	16	2	-12 <sup>2)</sup>	8	13	0.5	-12 <sup>2)</sup>	6	11
練り混ぜたときのコンクリートの温度(°C)	15.5	18.5	18.5	21	13	16	16	18	10	13	13	16	

1) 骨材に含まれる水の量は、練り混ぜに用いる水の量の 1/4 と仮定している。

2) 氷点下の温度にある粗骨材は、表面乾燥状態であって、氷を含んでいないと仮定している。

(4) について セメントを直接に熱して、均一な温度にすることは困難である。また、非常に温度の高いセメントと水とを接触させると急結したりしてコンクリートに悪影響をおよぼすおそれもあるので、セメントを直接熱することを禁じたのである。

セメントがあまりひえていると、所定の温度のコンクリートをつくるために、他の材料の温度を特に高める必要がおこるから、セメントは相当な温度の倉庫内に貯蔵するのが望ましい。

71条 練り混ぜ および コンクリート打ち

(1) コンクリートの練り混ぜ、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) 氷雪の付着している型わく内にコンクリートを打ってはならない。地盤が凍結している場合は、これをとがしたのちにコンクリートを打たなければならない。

(4) 打継目の旧コンクリートが凍結している場合には、適当な方法でこれをとかし、50条の方法でコンクリートを打ち継がなければならない。

(5) コンクリートの凍結温度を下げる目的で、食塩その他を用いる場合には、責任技術者の承認をえなければならない。

【解説】(2) について 相当に熱い湯とセメントとが接触するとセメントが急結するおそれがあるので、まず湯と骨材とをミキサに入れてミキサ内の材料の温度を一樣にしてから最後にセメントを投入するのがよい。

(3) について 型わくに付着している氷雪をとかすには、湯 または 蒸気をかけるのがよい。凍結した地盤の上にコンクリートを打てばコンクリートが凍結するおそれがあり、また凍結した地盤がとけたときにコンクリートが沈下する。よって仕上げた地盤はコンクリート打ちまでの間に凍結しないように、わら その他で保護しなければならない。地盤が凍結しているときは、もみがらをまいてこれに火をつけるか その他の適当な方法でとがしたのち、コンクリートを打つのがよい。永久凍結層上には、乾燥した砂 または わりぐりなどをして、コンクリートを打つのが適当である。

(4) について ここで、コンクリートが凍結している場合というのは、単に状態をいうのであって、凍害をうけたコンクリートの場合ではない。

(5) について コンクリートの凍結温度を下げるために、食塩、防凍剤等を用いることがあるが、使用量その他をあやまると悪い結果がおこる おそれがあるので、原則として、責任技術者の承認をえなければならないこととしたのである。

## 72条 養生

(1) コンクリートは打込み後、凍結しないように十分に保護し、特に風を防がなければならない。保護方法については責任技術者の承認をえなければならない。

セメント重量の1%程度の塩化カルシウムを加えてつくったAEコンクリートを用いた場合、コンクリートは打込み後少なくとも3日間、早強ポルトランドセメントを用いるときには少なくとも2日間、コンクリートの温度を約10°Cに保つのを標準とする。このうち3日間はコンクリートの温度を0°C以上に保たなければならない。

AEコンクリートを用いない場合 および 塩化カルシウムを加えない場合には、前記の養生期間を相当に延ばさなければならない。

(2) コンクリートに給熱する場合、コンクリートが乾燥したり局部的に熱せられたりしないよう注意しなければならない。

保温養生 または 給熱養生を終わったのち、コンクリートを急に寒気にさらしてはならない。

【解説】(1) について 無筋コンクリート構造物は一般に体積が大きく、セメントの水和にともなう硬化熱も発散されにくいのでコンクリートの内部が凍結するおそれは少ない。しかし、表面だけは凍結しやすいからコンクリートの打込み後直ちに、表面を保護して凍結を防ぐ必要がある。気温があまり低くないときでも、寒い風がコンクリート表面にあたると、表面は直ちに凍るから、どんな場合でも寒風だけは防がなければならない。コンクリートの保護方法は構造物の種類 および 大きさ、外気の温度、等によって相違し、一般的に規定するのは困難であるので、これについては責任技術者の承認をえることにしたの

である。

この項に示す養生日数は一般の標準を示したものである。

AEコンクリートを用いない場合には、コンクリートの温度を約10°Cに保つ期間を、この項に記した日数の2倍程度にしなければならないが、このように養生日数を延長しても気象作用に対する耐久性が非常におとるから、気象作用がはげしい地方ではAEコンクリートを用いる必要がある。AEコンクリートの場合でも、塩化カルシウムを用いない場合には、コンクリートの温度を約10°Cに保つ期間を6日以上とすることが望ましい。なお、マシンコンクリートの場合には、表面部だけに塩化カルシウムを用いばよい。

コンクリート体のかどやへりの部分は、通常最も保温のむずかしい所であり、また、凍結の害をうけやすいから、コンクリートが十分に養生されるよう特に注意しなければならない。

(2) について コンクリートに給熱する場合には、コンクリートの温度を適当に保持することに気をとられ、十分な湿分を与えることを忘れてコンクリートを乾燥してしまうことがあるから注意しなければならない。給熱によってコンクリートが暖められると、コンクリートからの水の蒸発は急にいちじるしくなる。それで散水、その他を行なって、コンクリートの乾燥を防がなければならない。蒸気の放出によって給熱する方法はこの点からも有利である。

給熱を行う場合に、局部的に熱し、コンクリート各部の温度差がいちじるしくなるようなことをすれば、ひびわれができるおそれが大きくなるから注意しなければならない。

保温養生 または 給熱養生を終わったのち、温度の高いコンクリートを急に寒気にさらすと、コンクリートの表面にひびわれのでるおそれがある。それで、適当な方法で保護し、表面が徐々にひえるようにしなければならない。

一般に69条解説表12に示した程度の冷却速度とするのがよい。

## 73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】凍害の程度について一般的にいうことは困難である。凍害の程度については、責任技術者の判断によらなければならない。

## 10章 暑中コンクリート

【解説】この章は、非常に暑い季節にコンクリートを施工する場合の注意事項を述べたものである。



## 74条 材 料

- (1) 高温のセメントは、これを用いないように注意しなければならない。
- (2) 長時間炎熱にさらされた骨材はそのままこれを用いてはならない。マッシュな構造物に用いるコンクリートの場合、粗骨材は、これを用いるまえになるべくつめたい水をかけてひやさなければならない。
- (3) 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) について 暑中に高温のセメントを用いるとコンクリートの温度が高くなり、ひびわれが起きたりするおそれがある。また、高温のセメントを用いるとセメントが急結するおそれもある。

(2) について 長時間炎熱にさらされた骨材を、そのまま用いると、コンクリートの温度が40℃以上にもなり、コンクリートが急結することがある。それで、骨材を防水布の類でおおつか、使用前に倉庫に入れておくか、または粗骨材に水をかけたりしなければならぬ。粗骨材につめたい水をかけてひやすことは、コンクリートの温度を低くするためにきわめて有効であるから、マッシュな構造物だけでなく、一般の構造物のコンクリートでもこれを行うのが望ましい。

## 75条 コンクリート打ち

- (1) コンクリート打ちを始めるまえに、せき板を十分にぬらさなければならない。熱せられた地盤その他の上に、コンクリートを打ち込んではいならない。
- (2) コンクリートの温度は、打込みのとき30℃以下でなければならない。
- (3) コンクリートの輸送装置は、輸送中にコンクリートが乾燥したり、熱せられたり、しないようなものでなければならない。
- (4) 練り混ぜたコンクリートは1時間以内になるべく早く打ち込まなければならない。
- (5) コンクリートのスランプが減って、打込みが困難な場合には、セメントペーストの量を増さなければならない。

【解説】(1) について コンクリート打ちのまえに、せき板、地盤、基礎、等の水を吸収するものは、十分にぬらして水を吸収させておかななければならない。また、日光の直射をうけるような地盤その他には適当なおおいをしておくのがよい。

(2) について コンクリートの温度が高いことの不利な点は、所要のコンシステンシーをえるに必要な単位水量が大きくなること、過早に固まるおそれのあること、長期材令における強度が小さいこと、等である。また、打込みのときの温度が高いと、寒くなってコンクリートがひえたとき、温度変化による収縮のためコンクリートにひびわれの発生おそれがある。それで30℃以下と規定したのである。重要な構造物に用いるコンクリートは、できるだけ低い温度で打ち込むのが望ましい。

材料の温度から、これらを練り混ぜてつくるコンクリートの温度を推定する場合には70条(3)解説の式を用いて計算してもよい。

(3)(4)および(5)について 練り混ぜたコンクリートは、熱せられたり、乾燥してスランプが減ったりしないよう、適当な装置を用いなるべく早く輸送して打ち込まなければならない。手押車、トロ、ダンプトラック、等を用いて輸送するときは、コンクリートの表面を適当におおい、日光の直射や風から保護するのが望ましい。レターダーを適当に用いることは、輸送中におけるスランプの減少を少なくするのに有効である。

輸送中にスランプが減って打込みが困難となった場合には、そのコンクリートに所定の水セメント比のセメントペーストを加えて練り直してから用いなければならない。このとき、水だけを加えるようなことをしてはならないのは当然である。

## 76条 養 生

コンクリートを打ち終るかまたは施工を中止したときには、コンクリートを直ちに保護しなければならない。コンクリートの表面が湿潤に保たれるように、特に注意しなければならない。

【解説】暑中コンクリートの表面が日光の直射または熱い風にさらされると、表面だけが急激に乾燥してひびわれができる。それで、コンクリートを打ち終るかまたは施工を中止したときには、露出面が乾燥しないように直ちに保護する必要がある。

## 11章 水密コンクリート

## 77条 総 則

水密コンクリートは、その材料、配合、打込み、締固め、養生、等について特に注意してこれを施工しなければならない。

【解説】水密コンクリートをつくる確実な方法を一言でいえば、この示方書の規定を厳守することに帰するのである。水密コンクリートの場合には、漏水の原因となる欠点ができるおそれのないよう、特に作業に適するウォーカービッチーのコンクリートを用いる必要がある(79条参照)。比較的かた練りコンクリートを用いる場合には、特に、その締固めを十分にするように注意することが肝要である。

## 78条 水セメント比

水セメント比は、53%以下を標準とする。

【解説】水セメント比が、55~60%以上になると、コンクリートの水密性は非常に減るものである。よって、従来の経験および実験の結果から、これにたいする制限を設けたも

のである。

### 79条 ウォーカビリチー

特に作業に適するウォーカビリチーのコンクリートを 用いなければならない。コンシステンシーは、振動機 または 突固めで十分に締め固めることができ、締め固めるとき、コンクリートの上面に過分の水が出ない程度のもので なければならない。スランプは、7.5 cm 以下とする。やむをえず振動機を用いない場合は、いくぶん大きいスランプを用いてもよい。

【解説】 作業に適するウォーカビリチーのコンクリートを用いることが非常に大切である。このために骨材の粒度の改善、適当な混和材料の使用、適当な配合、十分な練り混ぜ、等が大切となる。特に 材料の分離をおこすことのないように 注意しなければならない。

水密コンクリートの場合には、一般の場合よりも絶対細骨材率を いくぶん大きくとって特にプラスチックなコンクリートをつくる必要がある。

### 80条 粗骨材の最大寸法

粗骨材の最大寸法は 部材の最小寸法の 1/5 を こえてはならない。

【解説】 普通のコンクリートの場合、粗骨材の最大寸法は 27条の規定により 部材最小寸法の 1/4 を こえないように とるのであるが、水密コンクリートでは、均等質のコンクリートを安全につくるようにするため、特に 1/5 を こえないようにとることとしたのである。

### 81条 混和材料

特に責任技術者の承認を えた場合でなければ 防水混和材料を用いてはならない。

【解説】 77条 に示したように、この示方書の諸規定を 厳格に実行すれば、コンクリートを水密的にすることは、それほど困難ではない。貧配合のコンクリート または 細骨材における微粒が不足しているときの普通の配合のコンクリートでは、ポゾラン、消石灰、等の微粉の混和材料がコンクリートの水密性を改善する。しかし、富配合のコンクリートではこのような混和材料の使用は不利となることが多いのであって、水密コンクリートをつくる目的にたいする混和材料の価値はコンクリートの性質によって相違する。防水混和材料を用いる場合にも、水密コンクリートをつくるについての 諸注意を 厳守することが大切なのであって、施工に注意を おこたれば必ず失敗を招く。

市販の防水剤には効果の疑わしいものが多い (19条 解説 参照)。防水剤の使用が有利であるか、単位セメント量の増加、コンクリートの厚さの増加、等による方が有利であるかは、十分に比較検討しなければ ならないのである。

### 82条 コンクリート打ち

(1) コンクリートは、特に材料の分離を最小にするように取り扱い、欠点ができないように 十分に締め固めなければならない。

(2) 打継目は、なるべくこれを避けなければならない。

(3) 水平打継目

(a) 下部コンクリートの上部が、材料の分離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。品質の悪いコンクリートができたときには、その部分を取り除かなければならない。

(b) 下部コンクリートの表面は十分に湿潤状態に保ち、また、害をうけないように保護しなければならない。

(c) 打継目の施工方法については、50条 を 厳守しなければならない。

(4) 鉛直打継目

(a) 鉛直打継目を設ける場合には、責任技術者の承認をえなければならない。

(b) 鉛直打継目では、責任技術者の指示に従って、銅板その他の腐しよくに耐える水止めを用いるものとする。

(c) 鉛直打継目の施工は 50条 に従って施工しなければならない。新旧コンクリートの密着をよくするため 再振動締めを行うものとする。

【解説】 (1) について 材料が分離したり、締め固めが不十分であったりすれば、豆板、蜂の巣、レイタンス、等 漏水の原因となる欠点ができるので、このように規定したのである。

(2) について 一般に、構造物からの漏水は打継目におこる。従って、なるべく打継目を避け 単体的なコンクリートをつくるように規定したのである。

(3) について 50条 解説 参照。水平打継目を水密とするため、みぞ または ほぞ を 設けたり、水止め板を用いたり、する場合は、施工が完全でない、これを用いない場合よりも、かえって、結果が悪くなることがあるから 注意が必要である。

(4) について 水止め板を用いないと、鉛直打継目を水密にすることは、相当に困難であるから、この項のように規定したのである。水止め板を用いても、50条 の規定に従って入念に施工しなければならないのは当然である。

### 83条 養生

47条 に従って 特に十分に養生し、養生日数は できるだけ長くしなければならない。

【解説】 十分な湿潤養生を行うことは、いかなる場合にも 大切であるが、水密コンクリートの場合には特に大切である。初期材令における ただ1回の乾燥でも、コンクリートの水密性を いちじるしく減らすものである。

## 12章 水中コンクリート

## 84条 総 則

水中コンクリートの施工方法については、責任技術者の承認をえなければならない。

【解説】 水中コンクリートの施工方法として最もよいものはプレバッド コンクリート(14章参照)であるが、この章はプレバッド コンクリートを除いた諸方法について規定したものである。水中コンクリートを施工した結果については、常に不安があるから、たとえ多少工費が増加し、作業に多くの時日を要するにしても、できるだけ空気中でコンクリート打ちをする方が安全である。しかし、場合によっては水中コンクリートを施工しなければならないこともある。従来の経験によると、水中コンクリートも十分注意して施工すれば、相当に満足な結果がえられる。しかし、施工方法が悪いとよい結果がえられないので、水中コンクリートの施工方法については、責任技術者の承認をえなければならないことを規定したのである。

## 85条 水セメント比

水セメント比は49%以下と しなければならない。

## 86条 単位セメント量

単位セメント量は390 kg 以上と しなければならない。

【解説】 水中コンクリートでは十分注意しても、多少のセメントが流出する。ゆえに空気中での場合よりも 相当に単位セメント量を増す必要があるので、この規定を設けたのである。

## 87条 ウォーカビリチー

コンクリートは 特に粘性に富んだもので なければならない。スランプは10~18 cm を標準とする。

【解説】 材料の分離を少なくするため、単位セメント量を多くし、絶対細骨材率を大きくした、粘性に富んだコンクリートを用いなければならない。また、コンクリートは 相当にコンシステンシーがよくなないと施工が困難であるから、大きいスランプのコンクリートを用いるのである。

## 88条 コンクリートの打込み

- (1) コンクリートは これを静水中に打たなければならない。
- (2) コンクリートは 水中を落下させてはならない。

(3) コンクリートはトレミーを用いて これを打たなければならない。ただし、責任技術者が承認した場合には、底開きの箱 または 袋を用いてよい。

## (4) トレミー

(a) トレミーは水密で、コンクリートが 自由に落下できる大きさをもたなければならない。

(b) トレミーは打込み中、常にコンクリートで 満たされていなければならない。

(c) 打込み中コンクリートが 全部出てしまって、トレミーが水で 満たされた場合には、トレミーを引き上げて 再びコンクリートで満たしたのち 打ち込まなければならない。

(d) コンクリートのスランプは13~18 cm としなければならない。

## (5) 底開き箱

(a) 底開き箱は、その底がコンクリートを吐き出すとき 外側に自由に開くことができる構造でなければならない。

(b) 箱にコンクリートを一ぱい満たし、静かに これを水中に さげなければならない。また箱の底はコンクリートを打つ面に達したのちでなければ 開いてはならない。

(c) 箱はコンクリート吐出し後、コンクリートから 相当離れるまで徐々に引き上げなければならない。

(d) コンクリートのスランプは10~15 cm としなければならない。

## (6) 底開き袋

(a) 底開き袋は帆布の類で これをつくり、その底はコンクリートを打つ面に達したとき 容易に開くことができるようにしなければならない。

(b) 打込みの方法 および コンクリートのスランプは、底開き箱の場合に準じなければならない。

(7) コンクリートは、その上面を なるべく水平に保ちながら 所定の高さ もしくは水面上に達するまで連続して これを打たなければならない。

(8) レイタンスの発生を できるだけ少なくするため、打込み中 コンクリートを できるだけかきみださないように注意しなければならない。

(9) コンクリートが硬化するまで、水の流動を防がなければならない。

(10) 一区画のコンクリートを打ち終ったのち、レイタンスを完全に除かなければ、つぎの作業を始めてはならない。

【解説】 (1) について 水中コンクリートでは、セメントの流出、レイタンスの発生、を防ぐために適当な締切りをして 水を静止させなければならない。完全な締切りができない場合でも 流速は、1 分間につき3 m 以下でなければならない。コンクリートの打込み中に ポンプをかけてはならない。

(2) について コンクリートを水中に落下させると、材料の分離をおこして、セメントが流失するからである。

(3) について セメントが水で洗い流されないように水中コンクリートを施工するには、トレミーを用いるのが最もよい。それで、トレミーを用いるのを原則としたのである。コンクリートポンプを用いて施工してもよい。小工事で責任技術者の承認したにかぎり、底開きの箱または袋を用いてもよいのである。

(5) について 底開き箱を用いて水中コンクリートを打つと、コンクリートが小さい山のようになり、その山がいくつもできて、すみの方にまでコンクリートが行き渡らないことが多い。それで、水深をはかり、低い所をさがしてコンクリートを打つことが必要である。

(7) について コンクリート打ちを中止すると、つぎのコンクリートを打ち始めるまえに(10)の規定によって、コンクリートの表面のレイトランスを完全に除かなければならない。これははなはだ困難な仕事であるから、やむをえない場合のほかは、所定の高さもしくは水面上に達するまで、コンクリート打ちを中止してはならないのである。

(8) について レイトランスの発生を少なくするため、打込み中、水をかきまわしたり、ポンプをかけたりして水を動かしてはならない。

練り返しコンクリートを用いれば、レイトランスの発生を少なくすることができる。しかし、練り返しコンクリートは早く固まり始めるから、これを用いた場合には、打込みが困難になつたりしないよう、十分に準備をととのえておく必要がある。

(9) について コンクリートが十分硬化するまで水を静止させておかなければならない。

#### 89条 袋詰めコンクリート

- (1) 袋は荒目の布その他適当な材料でつくった容量0.03 m<sup>3</sup>以上のものとし、その容量の2/3にコンクリートを詰め、その口をしっかりとしばらなければならない。
- (2) 袋は長手および小口の層に、交互に積まなければならない。
- (3) 有害物の付いている袋を用いてはならない。

【解説】(2) について 袋を長手および小口の層に交互に積むのは、積んだ袋全体を一体として作用させるためである。

(3) について 袋としては、ジュートの類がよい。最近ではセメントの紙袋を用いることもある。砂糖その他有害な物質を入れてあった袋はこれを用いてはならない。

## 13章 海水の作用をうけるコンクリート

### 90条 総 則

海水の作用をうけるコンクリートは、その材料、配合、打込み、締固め、養生、等について特に注意してこれを施工しなければならない。特に骨材は多孔質の粒、もろい粒、

等が混入していないものでなければならない。

【解説】海水の作用をうけるコンクリートを耐久的にするために、最も有効確実な方法は、海水の作用をうけることの最も少ない材料を用いること、水密性の大きいコンクリートをつくることである。

はげしい海風の作用をうける場合にもこの章の規定を準用しなければならない。

### 91条 ポゾラン

ポゾランを用いる場合には、責任技術者の承認をえたものを用いなければならない。

【解説】水密的で海水の作用にたいする抵抗力の大きいコンクリートをつくるためにポゾランを用いて好結果をえられる場合も少なくない。特に良質のフライアッシュおよびけい酸白土は有効である。しかし、ポゾランの効果は、その品質、使用量、等によって相当に異なるものであるから、ポゾランを用いるときには、責任技術者の承認をえなければならないのである。

### 92条 水セメント比

海水の作用をうけるコンクリートでは、水セメント比を表5の値以下にしなければならない。

【解説】海水の作用をうけるコンクリートを耐久的にするためには、その最大水セメント比を、表5の値以下としなければならないのである。

### 93条 コンクリート打ち

- (1) 打継目はできるだけこれを避けなければならない。
- (2) 最高潮位から上60 cmと最低潮位から下60 cmとの間のコンクリートは、連続作業でこれを打たなければならない。
- (3) コンクリートは少なくとも材令4日になるまで、海水と直接に接触しないように保護しなければならない。

【解説】(1)および(2)について 一般の場合でも、打継目をなるべくつくらないようにすることは、大切であるが、海水の作用をうけるコンクリートでは、この部分から被害が始まるから、これを避けるようにしなければならないのである。特に、最高潮位から上60 cmと最低潮位から下60 cmとの間では、打継目をさけるために、連続作業でコンクリートを打つ必要がある。干満差が非常に大きい場合、その他やむをえない事情で打継目を設けるときには、50条を厳守しなければならない。

(3) について コンクリートが十分に硬化していないときに海水と接触すると害をうけるおそれがあるので、十分に硬化して、水があまりしみ込まなくなるまで、直接海水にあてな

いのがよい。この期間は最少4日である。なお、コンクリートブロックなどで、長期間空気中におくことができる場合には、できるだけ長く空気中に放置し、コンクリートの表面に炭酸石灰の膜ができるようにして、海水にたいする抵抗力を増加させるのがよい。

#### 94条 コンクリート表面の保護

すりへり、腐しよく、衝撃、等の はげしい作用を うける部分を耐久的にするには、適当な材料でコンクリート表面を保護しなければならない。保護の材料については責任技術者の承認を えなければならない。

【解説】 はげしい波浪によってコンクリートが すりへり をうける場所(例えば、岸壁、灯台の下部、等)あるいは海水のためにコンクリートが腐しよくする場所(例えば、物揚場の海水の たまりやすいような所)で、必要ある場合には、クレオソートを注入した木材、良質の石材、等で、コンクリートの表面を 保護しなければならない。

## 14章 プレパックド コンクリート

### 95条 プレパックド コンクリート

プレパックド コンクリートの施工方法については、責任技術者の承認を えなければならない。

【解説】 プレパックド コンクリートとは、まず、特定の粒度をもつ粗骨材を型わくへつめ、その空げき に特殊なモルタルを適当な圧力で注入してつくる コンクリートであって、練り混ぜてつくるコンクリートではない。これを適切に用いれば、工期を短縮できて工費も節約できることがある。適当に施工されたプレパックド コンクリートは、乾燥収縮が小さいこと、固まったコンクリートとよく付着すること、等の 利点をもっているが、強度の増進は普通のコンクリートよりもおそい。プレパックド コンクリートは わが国では、今日のところ、水中コンクリートの場合、普通のコンクリートを施工するのが 困難な場合、コンクリート構造物を修繕する場合、等に用いられている。

特殊なモルタルというのは、流動性が大きく、材料の分離が少なく、かつ収縮の少ないモルタルのことであって、普通ポルトランド セメントと砂のほかフライ アッシュ、セメント分散剤、アルミニウム粉末、等を含んでいるものである。この モルタルをつくるために米国製の混和材料(イントリュージョン エイド)を用いたものをプレパクト コンクリートと呼んでいる。

プレパックド コンクリートを 施工するにあたって、注意しなければならない点をあげると次のようである。

粗骨材は清浄で、一般に10mm以下の粒を 含んではならない。大小粒が 適度に混合したものがよい。

細骨材は一般に天然砂を用い、その粒度は1.2mmふるいを100%、0.6mmふるいを95%以上通り、粗粒率2.0~1.2を標準とする。

セメントは普通ポルトランドセメントを用いる。

フライアッシュは良質で均等なものを用いる。

セメント分散剤、アルミニウム粉末、は良質のものでなければならない。

モルタルの配合は、所要のコンシステンシーがえられるよう、また、所要の強度のプレパックド コンクリートがえられるように定める。

モルタルのコンシステンシー試験 および プレパックド コンクリートの 圧縮強度試験は責任技術者の指示する方法に従って 必ず行わなければならない。

モルタルの配合やコンシステンシー 試験方法等については、土木学会発行「新材料と新工法」や「セメント コンクリート」No. 110 (1956年4月)が参考となる。

モルタル ミキサは モルタルを 能率よく均等に練り混ぜることのできるもので、モルタルを連続的に供給できるものを用いなければならない。注入ポンプは、ピストン式のもので選流装置をもつものが適当である。

型わくは 注入圧力にたえる強度のもので なければならない。

型わくの継目は 注入モルタルが もれないようなもので なければならない。

注入管の配置、モルタルの注入圧力 および 注入速度等はプレパックド コンクリートの中に空げきが残らず 注入モルタルが すみずみまで行き渡るように 定めなければならない。注入は下方から上方に向かって行うものとし、プレパックド コンクリート中に空げきが残らないように連続して行わなければならない。

流水中にプレパックド コンクリートを 施工する場合は、試験を行い、責任技術者の承認を えなければならない。

## 15章 粗石コンクリート

### 96条 粗石コンクリート

(1) 粗石は埋め込むまえによく 水で洗わなければならない。

(2) 粗石はコンクリート打込み中 順次に これを配置し、上部にコンクリートを打ったのち周囲を締め固めて、完全に埋め込まなければならない。

(3) 粗石相互の間隔 および 粗石とコンクリート面との距離は、粗骨材の最大寸法に3cmを加えた寸法以上と しなければならない。

(4) 水平打継目には 石くさび を設けなければならない。石くさび として用いる粗石は、その体積の約半分が新コンクリートで包まれるように 出しておかなければならない。

【解説】 (1) について 粗石は、十分に吸水させ、また入念に洗う必要がある。

(2) について 粗石とコンクリートとを一体とするための注意であって、コンクリートが固まってから粗石をおいてはならない。

(3) について 粗石をコンクリートに埋め込むとき、粗石相互の間、粗石と型わく面またはすでに打ったコンクリート面との間に大きい粗骨材が入っても、十分な締固めをすることができるために必要な最小限の寸法を規定したものである。

(4) について 水平打継目において粗石を石くさびとして用いるのは打継目のすべりにたいする抵抗を増すためである。この場合、石くさびとしての効果を期するためには、粗石の周囲のコンクリートは、これを十分締め固めなければならない。

## 16章 試 験

### 97条 工事開始前における試験

工事開始前に、責任技術者の指示に従って材料の試験ならびに配合を定めるための試験をしなければならない。

【解説】工事開始前に、材料の適否を定めるための試験ならびにコンクリートの配合を定めるための試験を行うことは、所要の品質をもつコンクリートを経済的につくるためにきわめて大切である。試験を行う時期、試験の種類および方法、等は工事の種類および規模、工事期間、等によって相違するので、これらについては責任技術者の指示に従うことにしたのである。大規模の工事における材料の試験に当っては、品質を確かめるための試験だけではなく、材料の均等性を確かめるための試験も行うことが必要である。

### 98条 管理のための試験

(1) 工事中、コンクリートの均等性を高めるため、またコンクリートの品質が定められた管理限界内にあるようにするため、コンクリートの品質管理をしなければならない。このために、工事中、材料およびコンクリートの試験をしなければならない。

(2) 現場では、責任技術者の指示に従って、つぎの試験をしなければならない。

- (a) 骨材の試験
- (b) スランプ試験
- (c) 空気量試験
- (d) コンクリートの圧縮強度試験
- (e) その他の試験

(3) 養生の適否 および型わく取りはずしの時期を定めるため、あるいは材令28日以前に載荷するときには、載荷時に安全であるかどうかを確かめるため、現場のコンクリートと同じ状態で養生した供試体を用いて強度を試験しなければならない。この試験の結果えられた強度が、標準養生を行なった供試体の強度よりいちじるしく小さい場合

には、責任技術者の指示に従って現場のコンクリートの養生方法を改めなければならない。

【解説】(1)および(2)について 均等質のコンクリートをつくることが重要であることはいうまでもないが、このようなコンクリートがつけられているかどうかは試験を試みなければわからない。また均等質のコンクリートをつくるためには、用いる材料が均等質であることが必要である。それで、工事中に、材料およびコンクリートの試験をしなければならないのである。

骨材に関する試験は、所定の骨材が用いられているかどうかを確かめるため、および骨材の粒度、含水量、等の変化に応じ適当な処置をして所要の品質のコンクリートをつくるために必要である。試験をする回数は、主として骨材の粒度および含水量の変化の程度によるものである。工事のはじめには、1日2回以上試験をすることが望ましい。しかし、その後は、骨材の取扱いが適当であって粒度の変化が少ないときには、粒度試験の回数を減らしてよい。骨材の含水量は、慣れてくればかなり正確に判断することができるから、変化の認められたときに試験をすればよい。

スランプ試験は、現場におけるコンクリートのウォーカービッチを判断するため、所定の水量が用いられているかどうかを確かめるため、骨材の粒度が均等であるかどうかを確かめるため、等に必要である。コンクリートのウォーカービッチの変化を認めるときには必ずスランプ試験をしなければならない。

A Eコンクリートでは、同じ材料同じ配合でコンクリート作業を進めている場合でも、骨材の粒度その他がいくぶんでも変化すると、空気量が相当にかわることがある。この空気量の変動は、コンクリートのウォーカービッチ、強度その他に大きな影響を与えるものである。それで、A Eコンクリートを用いる場合には、単位A E割量が適当であるかどうかを確かめるために、空気量試験を行うことが絶対に必要である。

コンクリートの強度試験は、コンクリートの品質を確かめ、施工が満足に行われているかどうかをしらべるために必要である。コンクリートの強度試験にはいろいろの種類があり、コンクリートを用いる目的に応じて最も必要な強度について試験を行うのが望ましいわけである。しかし、コンクリートの曲げ引張強度、せん断強度、等も、大体において、その圧縮強度から判断できる。圧縮強度試験における供試体の寸法、コンクリートの締固めおよび養生の方法、等は構造物のコンクリートと全く同様にできれば便利である。しかし、このようなことはきわめて困難であるし、コンクリートの品質管理のためには、このようにしなくても十分である。それで、コンクリートの品質管理のためには、一般に、標準養生の場合の圧縮強度試験を行うのである。供試体の材令は28日を標準とする。材令28日の強度と材令7日の強度との間の関係がわかっている場合には、材令7日における試験結果から材令28日の強度を推定してもよいが、この場合にも材令28日の試験は行わなければならない。

材料に変化の認められた場合には、必ず圧縮強度試験をしなければならない。

(e)に示すその他の試験とは、たとえば、ミキサの練り混ぜ性能の試験、コンクリートの洗い分析試験、等をさすのである。

(3) について 養生の適否を確かめるため、型わく取りはずしの時期を定めるため、あるいは 載荷時に安全であるかどうかを確かめるためには、構造物におけるコンクリートの強度を推定する必要がある。それで、このための強度試験は、現場のコンクリートと同じ状態で養生した供試体について行わなければならないのである。

寒中コンクリートの施工においては、特にこの試験が重要である。

**99 条 圧縮強度の許容限界**

責任技術者の指示に従い、現場でとったコンクリートについて圧縮強度試験をする場合、同時につくった供試体 3 個の材令 28 日における圧縮強度試験の平均値は、つぎの条件を満足しなければならない。

どの平均値も 構造物の設計において基準とした材令 28 日における圧縮強度  $\sigma_{28}$  の 80% を、また引続きとった どの 5 回の試験値の平均値も 上記の  $\sigma_{28}$  を少なくとも、20 回に 1 回以上の確率で 下ってはならない。

**【解説】** 所要の品質のコンクリートが 確実につくられているかどうかを 確かめるために、材令 28 日における圧縮強度の試験を行う。コンクリートは その目的によって、圧縮強度以外の諸性質について考えなければならない場合もあるが、圧縮強度を試験し、その変動の状態がわかれば、これによって、圧縮強度以外の諸性質の変動の状態も 推定することができるので、圧縮強度を コンクリートの品質を知るための手段として 用いることにしたのである。

この条は、十分に信頼できる品質のコンクリートを確保するためには、圧縮強度の試験値 (3 個の供試体における強度試験の平均値) が、どのような 限界にしなければならないかを定めたものである。もし、試験値がこの条に示す条件を満足しない場合には、つくられたコンクリートの平均強度は、構造物の設計において基準とした強度に 達していないのである。これは、配合の定め方が適当でなかったか、または 管理の状態が予想以上に悪かったか、いずれかである。従って、このような場合には、直ちに目標とする強度を高めて 配合設計を行うか、または材料、計量設備、練り混ぜ設備、等について点検し、これらを改善してコンクリートの品質の変動が小さくなるように しなければならない。

この条に示す条件のうち「どの試験値も材令 28 日における圧縮強度  $\sigma_{28}$  の 80% を 20 回に 1 回以上の 確率で下ってはならない」というのは、圧縮強度のあまり小さいものができることを おさえるための条件である。従って、変動係数の大きい現場では、この条件によって 配合設計において目標とする圧縮強度  $\sigma_r$  が定まるのである。

第二の条件「引続きとった どの 5 回の平均値も 20 回に 1 回以上の確率で  $\sigma_{28}$  を下ってはならない」は、 $\sigma_{28}$  より小さい強度のものが かたまってしまうことのないように するための条件である。変動係数の小さい現場では、この条件によって目標とする圧縮強度  $\sigma_r$  が定まることになる。

ここで、20 回に 1 回の確率というのは無限回の試験値 (供試体強度の平均値) をとったと

きにおける 確率が 1/20 であるということであって、20 回の試験値が必要であるという意味でもないし、20 回の試験値をとったとき 1 回の試験値が 条件に合っていないから そのコンクリートは不合格である というのではない。これは さらに試験を続けたときに、条件に合しないものが その後には出てこないことも おこりうるからである。

ある回数の試験値が えられたとき、それらの試験値が、この条に、示された条件を満足しているかどうかを調べるには、解説 図 10 による方法を用いるのが便利である。

図の横軸は試験値の回数である。図中の数字は、その試験値から求めた変動係数である。いま、たとえば 10 回の試験値について計算した変動係数が 10% であったとする。このときの 10% の曲線が  $N=10$  の軸と交わる点の縦座標  $\beta=0.045$  をとる。目標とした強度  $\sigma_r$  と 10 回の試験値の平均値との差 ((目標とした強度  $\sigma_r$ ) - (試験値の平均値)) が試験値の平均値に  $\beta (=0.045)$  をかけた値よりも小さいときは、そのコンクリートの平均強度は 目標とした強度に達していると考えてよいのである。

次に、計算した変動係数から、26 条 解説 図 2 を用いて、予想した変動係数が適当な値であったかどうかを調べる。もし、この 2 種の 検定において満足な結果がえられれば、この条に示す条件が満足されていると考えてよいのである。

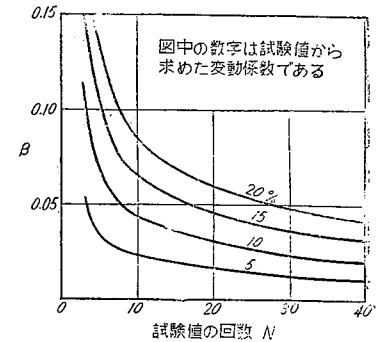
なお、ごく概略に試験結果を判断するには、解説 表 14 を用いてよい。

解説 表 14

		試験値の回数	3 以下	4 ~ 10	11 ~ 20
I	要 注 意		1	2	3
II	不 合 格		2	3	4

各試験値のうち、この条に示した強度 (各試験値については  $\sigma_{28}$  の 80%、引続き取る 5 回の試験値の平均値については  $\sigma_{28}$ ) に達していないものの回数が、I の欄に示す回数あれば、一応注意しなければならないことを示し、II の欄に示す回数あれば、そのコンクリートは不合格であることを示すのである。またいずれの場合にも、この条に示した強度に達しないものが 2 回つづけて出る場合には、そのコンクリートは不合格と判断してよいのである。

解説 図 10



**100 条 試験方法**

(1) 供試体は 同時に 3 個これをとらなければならない。これら 3 個の供試体についてえられた結果の平均値を その回の試験値とする。

(2) 試験の時期、回数、等については 責任技術者の指示に よらなければならない。

(3) コンクリートの試料のとり方は、一般に JIS A 1115(土木学会規準 29 章) によるものとする。

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

【解説】(1) について 試験の結果からえられるコンクリートの強度の変動には、コンクリートそのものの品質の変動のほかに、これを試験するさいの諸条件が同じでないためにおこる試験誤差による変動が含まれる。それで、コンクリートの品質を正確に知るためには、できるだけ試験誤差による変動を小さくしなければならない。このために、試験にあまり熟練していない場合には、同時につくる供試体の数を多くして、その平均値を求め、試験誤差の影響を小さくすることが必要となるのである。

この示方書では、試験設備のあまり完備していない普通の現場を考えて、同時に 3 個の供試体をつくることを標準にしたのである。従って、試験設備もとのいい、相当経験のある人が注意深く供試体をつくり、これを試験する場合には、この数を 2 個にしてもよいと思われる。

試験値がえられたとき、それが他の試験値と相当に異なるというだけの理由でその試験値を勝手にすててしまうことをすると変動の状態をいちじるしくゆがめることになるので、そのようなことは避けなければならない。また、同時につくった供試体の試験の中で、1つだけが非常に疑わしいというので、これを除いて平均し試験値とすることがある。この場合、疑わしいものをすててよいかどうかは、その値と同時につくった供試体を試験してえられる平均値とを比較し、その差が  $3\sigma$  ( $\sigma$  は標準偏差) 以上である場合にかぎってこれをすて、 $2\sigma$  以上の場合は、その他の事情を考えて取捨をきめるようにするのがよい。しかし、供試体の製造、養生、試験の操作、等において明らかに欠陥のあることがわかっている場合には、その供試体からえられた値はこれをすて、他の残りの値から平均値を計算すればよい。標準偏差  $\sigma$  は次の式から求める。

$$\sigma = \frac{1}{d} \bar{R}$$

ここに  $n$  = 同時につくった供試体の個数

$$\frac{1}{d} = \text{供試体の個数によってきまる常数で}$$

$$n = 2 \text{ のとき, } 0.8865$$

$$n = 3 \text{ のとき, } 0.5907$$

$\bar{R}$  = 各回の試験においてそれぞれ、最大値と最小値との差を求め これらを平

均した値 (普通 10 回以上の試験における平均をとる)。

(2) について コンクリートの品質が所要の条件を満足しているかどうか、変動係数が予想した値といちじるしく違っているかどうかをなるべく早く知って、適当に配合を修正することが必要である。このために、コンクリートの試験は、作業の初期においてなるべく多くこれを行うことが必要である。作業が順調に進むようになるに従って試験の回数を減ら

してよい。しかし、この場合でも少なくとも 1 日に 1 回は圧縮強度試験を行わなければならない。試験を行う時刻をあらかじめ通知したりしてはならない。毎日一定の時刻に試験を行ってはならない。また、試験は代表的なコンクリートについて行わなければならないのであって、一日の作業の最初や最後の時期にこれを行うのは適当でない。

(3) について 品質管理の目的、すなわち、コンクリートの構造物が一樣にできあがるようにするということから考えると、品質管理のための試料は打ち込んだコンクリートから取るべきものである。しかし運搬および打込みの方法が適当である場合にはミキサから取ってもよい。

材料の変動、計量の誤差その他がコンクリートの品質におよぼす影響を調べる場合には、ミキサから試料を取るのがよい。運搬および打込みの方法について疑いがあるときは、打ち込んだコンクリートから取った試料と、ミキサから取った試料とについて試験し、それらの結果を比較検討することが必要となるのである。

養生の適否または型わく取りはずしの時期を定めるためには打ち込んだコンクリートから試料を取る。

JIS A 1115 (土木学会規準 29 章) には試料を取る方法が規定してある。取った試料はショベルを用い一樣なコンクリートがえられる範囲でなるべく少ない回数だけ切り返したのち、適当な個数の供試体をつくらなければならない。

(4) について コンクリートの供試体を JIS に定められた方法に厳格に従ってつくるとは、試験誤差を少なくする上に非常に大初なことである。コンクリートの品質管理試験に用いる供試体は、JIS に規定する標準の温度および湿度で養生しなければならない。これは標準状態で養生することがコンクリートの品質を知る上に便利であるからである。

#### 101 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】責任技術者は、材料およびコンクリートの試験結果等についての報告にもとづいて、所要の品質を持つコンクリートを経済的につくるための適切な指示を下さなければならない。たとえば、コンクリートの強度試験の結果から現場におけるコンクリートの品質の変動を判断し、必要があれば配合の変更その他を指示しなければならない。それで、試験の結果は直ちに責任技術者に報告しなければならないのである。責任技術者が各種の試験結果をすみやかに整理するためには、報告書の型式その他をあらかじめ指示しておくことと便利である。



### 17章 工事記録

#### 102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、等を記録しなければならない。

【解説】 工事中に作業の工程、施工方法、コンクリートの養生方法、天候、気温、試験の結果、等を記録し、これらを整理しておくことは、責任技術者の重要な任務である。整理された工事記録は、将来における工事の貴重な資料となるものであり、技術の進歩のためにぜひ必要なものである。どんな場合にも、正確な工事記録をつくるための努力をおこなってほしい。

### 18章 設計

#### 103条 設計図

構造物の設計図には、設計荷重、構造物の設計に用いた許容応力度、構造物の設計において基準とした材令28日におけるコンクリートの圧縮強度 $\sigma_{cs}$ 、コンクリートの耐久性、水密性、等から設計者が定めた水セメント比、粗骨材の最大寸法、設計責任者の所属ならびに氏名、設計年月日、等を明示しておかなければならない。

【解説】 鉄筋105条 解説 参照

#### 104条 静荷重、動荷重 および 地震の影響

(1) 構造物にたいする静荷重 および 動荷重 ならびに 動荷重の衝撃は、特に規定があるものはこれによらなければならない。

動荷重の衝撃について 特に規定がない場合でも 適当な衝撃を考えなければならない。

(2) 構造物におよぼす地震の影響は、構造物に加わる静的荷重と考え、構造物の種類、地域、地盤の状態、等に応じてこれを定める。この荷重は静荷重に係数をかけて求める。この係数の大体の標準は、水平荷重を求めるとき、0.2とし、鉛直荷重を求めるときは水平荷重を求めるときに係数の1/2とする。

【解説】 鉄筋106条 および 107条 解説 参照。

#### 105条 温度変化 および 乾燥収縮

(1) 温度変化の影響を考える必要がある場合、設計に用いる温度変化の範囲は地方的

状況に応じてこれを定める。普通の場合、温度の昇降はそれぞれ15°Cを標準とする。厚さ70cm以上の構造部分にたいしては、前記の標準を10°Cとしてよい。

(2) 乾燥収縮の影響を考える必要がある場合には、これを温度降下25°Cに相当する影響があるものと仮定してよい。

(3) コンクリートの熱膨張係数は1°Cについて100万分の10と仮定する。

【解説】 鉄筋108条 および 109条 解説 参照。

#### 106条 応力の計算

(1) 偏心軸方向荷重をうける場合、その作用点は断面の心の中になければならない。ただし、断面に引張応力のおこることを特に許す場合でも、引張応力度は107条に規定する許容曲げ引張応力度をこえてはならない。

(2) 断面に引張応力のおこることを特に許す場合でも、縁圧縮応力度の計算にはコンクリートの引張応力を無視して行わなければならない。ただし、縁引張応力度の絶対値が断面において同時に起こる縁圧縮応力度の1/10より小さい場合には、コンクリートの引張応力を無視しないで縁圧縮応力度を計算してよい。

【解説】 (1) について 無筋コンクリートの部材が、偏心軸方向荷重または中心軸方向荷重と同時に曲げモーメントをうける場合、安全のために、部材断面に引張応力を全くおこさせないことを原則としたものである。これは、部材断面内に引張応力がおこるのを許すと、従来の経験によれば、コンクリートの打継目その他に欠点があるとき、部材の安全度をいじりしく減らすからである。荷重の作用点が断面の対称軸上にある場合には、 $\sigma_c$ は次の式で計算することができる。

$$\sigma_c = \frac{N}{A} \pm \frac{Ne}{I} y \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 $\sigma_c$ =コンクリート断面の図心軸からyの距離にある点において断面に働く圧縮応力度

N=軸方向荷重

e=コンクリート断面の図心からNの作用点までの距離

A=コンクリートの全断面積

I=コンクリート断面の図心を通り、断面の対称軸に直角な軸についての断面二次モーメント

y=コンクリート断面の図心軸から応力度を求める点までの距離

(1) 式によって求めた $\sigma_c$ の最小値が負となる場合は、軸方向荷重の作用点が断面の心の外にあるときである。軸方向荷重の作用点が断面の心の外にあって、断面の一部に引張応力がおこる場合でも、その値がごく小さい場合には、これを許してもよいものと考えられる。それで、この示方書では、特別な場合として、このような場合をも認めることにした。しかし、この場合、前記の(1)式で計算したコンクリートの縁引張応力度は、107条に規

定する許容曲げ引張応力度をこえてはならないことはもちろんである。

(2) について 断面の一部に引張応力がおこることを特に許す場合、(1)式で求めた縁引張応力度の絶対値が、断面において、同時におこる縁圧縮応力度の1/10よりも小さい場合には、(1)式で求めた縁圧縮応力度の値と、コンクリートの引張応力を無視して計算した値との差は小さい。それで、この項の規定を設けたのである。

107条 許容応力度

(1) 許容圧縮応力度

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{ca} &\leq \frac{\sigma_{28}}{4} \\ \sigma_{ca} &\leq 55 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(1)$$

ここに  $\sigma_{28}$  は材令 28 日におけるコンクリートの圧縮強度である。

(2) 許容曲げ引張応力度

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{ca} &\leq \frac{\sigma_{28}'}{7} \\ \sigma_{ca} &\leq 3 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(2)$$

ここに  $\sigma_{28}'$  は材令 28 日におけるコンクリートの引張強度\*である。

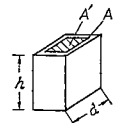
(3) 許容支圧応力度

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{ca} &\leq \frac{\sigma_{28}}{3.5} \\ \sigma_{ca} &\leq 60 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(3)$$

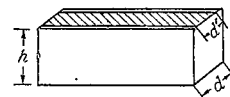
特に支承面にらせん状の鉄筋 などを配置して 支圧強度を 高めた場合には、 $\sigma_{ca}$  を 70 kg/cm<sup>2</sup>まで高めてよい。

支承の表面積Aが、支圧をうける面積A'より大きい場合 許容支圧応力度  $\sigma_{ca}'$  は次式から求める。

$$\begin{aligned} \text{(a) の場合} & \left\{ \begin{aligned} \sigma_{ca}' &\leq \sigma_{ca} \sqrt{\frac{A}{A'}} \\ \sigma_{ca}' &\leq 120 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \right. & \text{(b) の場合} & \left\{ \begin{aligned} \sigma_{ca}' &\leq \sigma_{ca} \sqrt{\frac{d}{a'}} \\ \sigma_{ca}' &\leq 120 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \right. \end{aligned}$$



(a) 立方体に近い場合



(b) 細長くて断面がほぼ正方形に近い場合

(4) 地震力を考えた場合の許容応力度

地震の影響を考えた場合には、この条に規定した許容応力度を 1.5 倍まで高めてもよい。

\* この引張強度は JIS A 1113 (土木学会規準 38 章) によって求める。

【解説】(1) について 許容圧縮応力度にたいする安全率 4 は、従来の実験結果や、各国の標準示方書を参照し、かつ 99 条 のコンクリートの圧縮強度の管理限界についての規定をも考えに入れて、十分安全な値として えらんだものである。この許容圧縮応力度は、軸方向圧縮応力 および 曲げ圧縮応力のいずれの場合、また、曲げ圧縮応力が 軸方向圧縮応力をとまう場合に用いても十分安全である。軸方向圧縮応力と曲げ圧縮応力において 許容圧縮応力度を区別しなかったのは、無筋コンクリートで曲げを うける部材をつくることははなはだ まれであり、かつ、このような部材の耐えうる荷重は一般に、許容曲げ引張応力度によって定まることになるためと、いまひとつは、無筋コンクリート 構造物では、軸方向荷重をうける部材は、その寸法が比較的大きく、その施工も比較的安全にできるので、特に、許容軸方向圧縮応力度と 許容曲げ圧縮応力度とを 区別するほどのことが ないからである。  
 $\sigma_{28}$  が相当に大きくても、施工中のコンクリートの材料分離その他による欠点を考えると、あまり大きい許容圧縮応力度を許すことは 危険である。それで、最大を 55 kg/cm<sup>2</sup>としたのである。

(2) について 許容曲げ引張応力度は、曲げ引張強度に もとづいて 規定してもよいが、この条では 現場における試験の便利を考慮して 引張強度に もとづくように規定したのである。コンクリートの 許容曲げ引張応力度を 引張強度の 1/7 とすれば、約 10 の安全率を考慮することになる。それは、コンクリートの曲げ引張強度は、一般に、引張強度の 1.5 倍程度であるので、引張強度の 1/7 は曲げ引張強度の  $\frac{1}{1.5} \times \frac{1}{7} \approx \frac{1}{10}$  に相当するからである。

無筋コンクリート部材では、引張応力がおこらないように設計するのが原則であり、たとえ引張応力を許すとしても あまり大きい許容曲げ引張応力度を許すことは危険であるから、最大を 3 kg/cm<sup>2</sup>としたのである。

(3) について 支圧応力度にたいしては、軸方向圧縮応力度の場合よりも、いくぶん、安全率を減らしてよい。それで 許容圧縮応力度に たいする安全率 4 のかわりに 3.5 を用い、55 kg/cm<sup>2</sup> という制限のかわりに 60 kg/cm<sup>2</sup> としたのである (鉄筋 159 条 解説 参照)。

(4) について 大きい地震はそうたびたびあるものではないから、まれにおこる地震にたいしても、前項と同様な安全率で構造物を設計することは、経済的に許されない場合も多い。また、地震の影響を考えると、普通の荷重にたいすると同じ許容応力度を用いることにすると、コンクリート部材の断面が大きくなり、静荷重が増し、一そう地震の影響を大きくすることもおこる。地震のためにコンクリート部材におこる応力度を 計算する目的は、主として、これが破壊するかどうかを検算することにあるのであるから、平時加わる荷重にたいするものよりも、安全率を小さくとってよいわけである。このために、この場合の許容応力度を 地震の影響を考えない場合の許容応力度の 1.5 倍まで高めてよいことにしたのである (104 条 (2) 参照)。