

第3回 コンクリートの示方配合

1. 概説

コンクリートの配合は、所要の強度、耐久性、水密性、ひび割れ抵抗性、鋼材を保護する性能および作業に適するワーカビリティーをもつ範囲内で、単位水量をきるだけ少なくするよう、これを定めなければならない（土木学会 コンクリート標準示方書 施工編）。

配合設計を行うに際しての基本方針は、

- (1) 作業に適するワーカビリティーが得られる範囲内で、単位水量をできるだけ少なくすること。
- (2) 打込みに支障のない限度で、なるべく大きい粗骨材を用いること。
- (3) 凍結融解、乾湿の繰返しなどによる気象作用、硫酸塩などの化学作用にも十分抵抗できる耐久性をもつこと。
- (4) 外力の作用に対して十分抵抗できる強度をもつこと。

2. 配合設計の方法

コンクリートの配合設計は、構造物の種類、外界、気象条件、施工方法などを考慮して、下図に示す順序で行う。

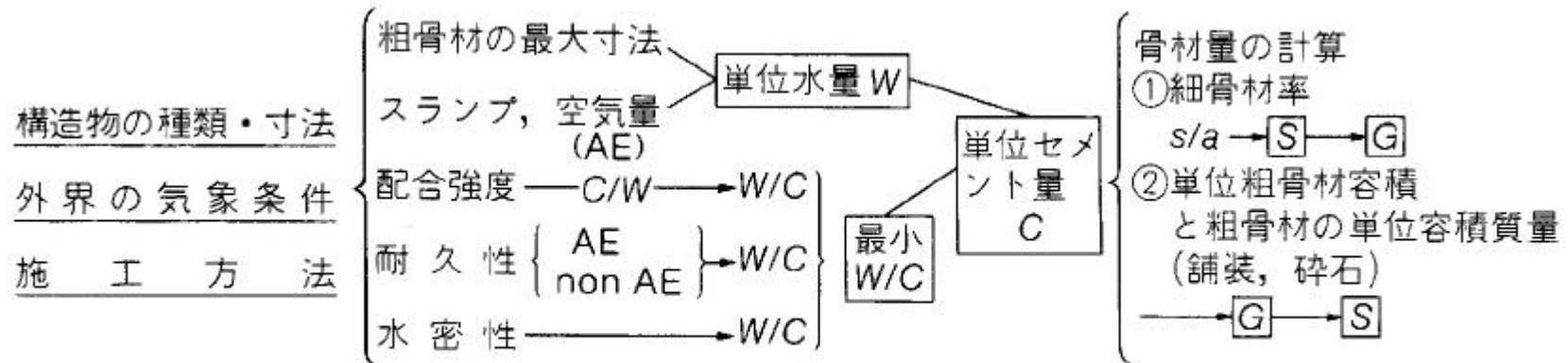


図 5.1 配合設計を進める順序

2. 配合設計の方法(つづき)

[1] 粗骨材最大寸法の選定

表 5.1 粗骨材最大寸法の標準¹⁾

構造物の種類		粗骨材の最大寸法(mm)
鉄筋コンクリート	一般の場合	20 または 25
	断面の大きい場合	40
無筋コンクリート		40
人工軽量骨材コンクリート		15 または 20
舗装コンクリート		40 以下
ダムコンクリート		150 程度以下

2. 配合設計の方法 (つづき)

[2]スランブの選定

表 5.2 スランブの標準¹⁾

種 類		ス ラ ン ブ (cm)	
		通常の コンクリート	高性能 AE 減水剤を 用いたコンクリート
鉄筋コンクリート	一般の場合	5~12	12~18
	断面の大きい場合	3~10	8~15
無筋コンクリート	一般の場合	5~12	—
	断面の大きい場合	3~8	—

2. 配合設計の方法(つづき)

[3] 空気量の選定

AEコンクリートの空気量は、表5.6に示すように、粗骨材の最大寸法、その他に応じてコンクリート容積の4～7%を標準とする。

舗装コンクリートの場合は4.5%、ダムコンクリートの外部コンクリートの場合は、ウェットスクリーニングを行い、40mm以上の粗骨材を取り除いて測定した時の値で $5 \pm 1\%$ を標準とする。

2. 配合設計の方法 (つづき)

[4] 水セメント比の選定

水セメント比は、圧縮強度、耐久性および水密性等を考慮して選定した、それぞれの水セメント比のうちの最小のものとする。

(a) コンクリートの圧縮強度をもとにして水セメント比を定める場合

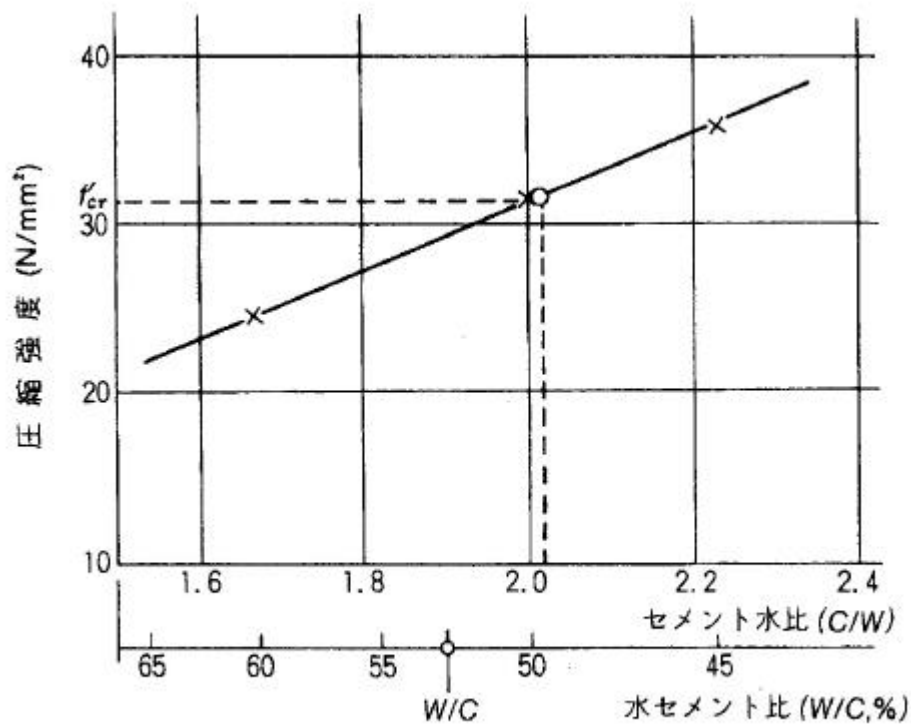


図 5.2 圧縮強度とセメント水比 (水セメント比) との関係の例

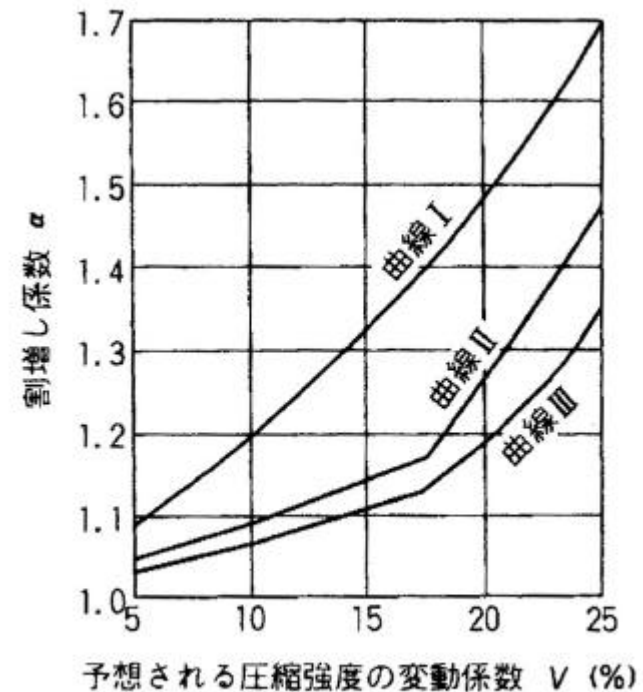


図 5.3 割増し係数

2. 配合設計の方法 (つづき)

[4] 水セメント比の選定

(b) コンクリートの耐久性をもとにして水セメント比を定める場合

1) 耐凍害性

表 5.3 コンクリートの耐凍害性をもととして水セメント比を定める場合における
AE コンクリートの最大の水セメント比 (%)¹⁾

気象条件 断面 構造物の露出状態	気象作用が激しい場合または凍結融解がしばしば繰返される場合		気象作用が激しくない場合、氷点下の気温となることがまれな場合	
	薄い場合 ²⁾	一般の場合	薄い場合 ²⁾	一般の場合
(1)連続してあるいはしばしば水で飽和される部分 ¹⁾	55	60	55	65
(2)普通の露出状態にあり、(1)に属さない場合	60	65	60	65

- 1) 水路、水槽、橋台、橋脚、擁壁、トンネル覆工等で水面に近く水で飽和される部分および、これらの構造物のほか、桁、床版等で水面から離れてはいるが融雪、流水、水しぶき等のため、水で飽和される部分。
- 2) 断面の厚さが 20cm 程度以下の構造物の部分。

2. 配合設計の方法 (つづき)

[4] 水セメント比の選定

(b) コンクリートの耐久性をもとにして水セメント比を定める場合

2) 耐化学薬品性

表 5.4 海洋コンクリートにおける耐久性から定まる
AE コンクリートの最大の水セメント比 (%) ¹⁾

施工条件 環境区分	一般の現場施工 の場合	工場製品, または材料の選定および 施工において, 工場製品と同等以上 の品質が保証される場合
(a) 海上大気中	45	50
(b) 飛沫帯	45	45
(c) 海中	50	50

注：実績，研究成果等により確かめられたものについては，耐久性から定まる最大の水セメント比を，表 5.4 の値に 5～10 程度を加えた値としてよい。

2. 配合設計の方法 (つづき)

[4] 水セメント比の選定

(c) コンクリートの水密性をもとにして水セメント比を定める場合

普通コンクリートおよび軽量コンクリート 55% 以下

ダム的外部コンクリート 水結合材で 60% 以下

(d) 海洋構造物に用いるコンクリートの水セメント比を定める場合

水セメント比の最大値は表5.4の値以下とする。

2. 配合設計の方法(つづき)

[5] 単位水量および細骨材率の選定

表 5.5 コンクリートの単位水量の限度の推奨値

粗骨材の最大寸法 (mm)	単位水量の上限 (kg/m ³)
20~25	175
40	165

2. 配合設計の方法 (つづき)

[5] 単位水量および細骨材率の選定

表 5.6 コンクリートの単位粗骨材容積、細骨材率および単位水量の概略値¹⁾

粗骨材の 最大寸法 (mm)	単 位 粗骨材容積 (%)	AE コンクリート				
		空 気 量 (%)	AE 剤を用いる場合		AE 減水剤を用いる場合	
			細骨材率 s/a (%)	単位水量 W (kg)	細骨材率 s/a (%)	単位水量 W (kg)
15	58	7.0	47	180	48	170
20	62	6.0	44	175	45	165
25	67	5.0	42	170	43	160
40	72	4.5	39	165	40	155

- (1) この表に示す値は、全国の生コンクリート工業組合の標準配合などを参考にして決定した平均的な値で、骨材として普通の粒度の砂（粗粒率 2.80 程度）および砕石を用い、水セメント比 0.55 程度、スランブ約 8cm のコンクリートに対するものである。
- (2) 使用材料またはコンクリートの品質が(1)の条件と相違する場合には、上記の表の値を下記により補正する。

区 分	s/a の補正 (%)	W の 補 正
砂の粗粒率が 0.1 だけ大きい (小さい) ごとに	0.5 だけ大きく (小さく) する	補正しない
スランブが 1cm だけ大きい (小さい) ごとに	補正しない	1.2% だけ大きく (小さく) する
空気量が 1% だけ大きい (小さい) ごとに	0.5~1 だけ小さく (大きく) する	3% だけ小さく (大きく) する
水セメント比が 0.05 大きい (小さい) ごとに	1 だけ大きく (小さく) する	補正しない
s/a が 1% 大きい (小さい) ごとに	—	1.5kg だけ大きく (小さく) する
川砂利を用いる場合	3~5 だけ小さくする	9~15kg だけ小さくする

なお、単位粗骨材容積による場合は、砂の粗粒率が 0.1 だけ大きい (小さい) ごとに単位粗骨材容積を 1% だけ小さく (大きく) する。

配合設計例

[問題]

下記の条件でコンクリートの配合設計を行い、示方配合を示せ。

配合条件（フレッシュ性状、使用材料ならびに強度とC/Wの関係）

- ・ **気象条件**: 露出状態は普通、東京都に建設
- ・ **設計基準強度**: 400 kgf/cm²
- ・ **変動係数**: 10%
- ・ **スランプ**: 10cm
- ・ **空気量**: 5%
- ・ **セメント**: 普通ポルトランドセメント(比重 3.15)
- ・ **細骨材**: 相模川水系川砂(比重2.62、粗粒率2.74)
- ・ **粗骨材**: 八王子産碎石(比重2.69、粗粒率6.58、最大寸法 20mm)
- ・ **AE 減水剤**: ポゾリスNo.70の4倍液をセメント1kg当たり10cc使用する。
(比重1.0)
- ・ **補助AE剤**: 303Aの100倍液をセメント1kg当たり2cc使用する。
(比重1.0)

ただし、計量時にはAE減水剤10倍溶液量および補助AE剤100倍溶液量を練混ぜ水量から差し引くこと。

- ・ **強度 f'_{28} とC/Wとの関係**: $f'_{28} = -105 + 245(C/W)$ (上記の材料を使用)

[解答]

変動係数10%より、割増し係数は1.2(講義資料 図5.3の曲線 を参照のこと)

$$f'_{28} = 400 \times 1.2 = 480$$

$$480 = -105 + 245 \cdot C/W \quad \longrightarrow \quad C/W = 2.388$$

$$\longrightarrow \quad W/C = 0.42$$

建設地点を東京都とすると、講義資料 表5.3より $W/C_{\max} = 0.65$

耐凍害性から、講義資料5.3より、 $W/C_{\max} = 0.65$

コンクリートの水密性から $W/C_{\max} = 0.55$

最も小さいW/Cを採用すると、 $W/C = 0.42$

講義資料 表5.6より、AE減水剤を用いたAEコンクリートの空気量、細骨材率、スランプ等の概略値をひろう。

表 5.6 コンクリートの単位粗骨材容積、細骨材率および単位水量の概略値¹⁾

粗骨材の 最大寸法 (mm)	単 位 粗骨材容積 (%)	AE コンクリート				
		空 気 量 (%)	AE 剤を用いる場合		AE 減水剤を用いる場合	
			細骨材率 s/a (%)	単位水量 W (kg)	細骨材率 s/a (%)	単位水量 W (kg)
15	58	7.0	47	180	48	170
20	62	6.0	44	175	45	165
25	67	5.0	42	170	43	160
40	72	4.5	39	165	40	155

- (1) この表に示す値は、全国の生コンクリート工業組合の標準配合などを参考にして決定した平均的な値で、骨材として普通の粒度の砂（粗粒率2.80程度）および碎石を用い、水セメント比0.55程度、スランプ約8cmのコンクリートに対するものである。
- (2) 使用材料またはコンクリートの品質が(1)の条件と相違する場合には、上記の表の値を下記により補正する。

$$G_{\max} = 20mm \text{ より}$$

**W/C = 0.55、粗粒率2.80、スランプ8.0cm、 $s/a = 45$ 、 $W = 165$ 、
空気量6.0%**

各数値を配合条件にあうように修正していく

区分	s/aの補正	Wの補正
粗粒率(2.80 2.78)	$+\frac{2.78-2.80}{0.1}\times 0.5 = -0.1$	-
スランプ(8 10)	-	$+(10-8)\times 1.2 = +2.4$
空気量(6 5)	$+(6-5)\times 0.7 = +0.7$	$+(6-5)\times 3 = +3$
W/C(0.55 0.42)	$-\frac{0.55-0.42}{0.05}\times 1 = -2.6$	-
増減量	$\Delta s/a = -0.1 + 0.7 - 2.6 = -2.0$	$\Delta W = 2.4 + 3 = 5.4\%$
補正後の値	$s/a = 45 - 2.0 = 43.0\%$	$W = 165 \times (1 + 0.054) = 174$

セメント量 $C = \frac{174}{0.42} = 414$

骨材の容積 $a = 1000 - \frac{174}{1.0} - \frac{414}{3.13} - 50 = 644$

細骨材量 $S = 644 \times 0.43 \times 2.62 = 726$

粗骨材量 $G = 644 \times (1 - 0.43) \times 2.69 = 987$

AE減水剤量 $Ad.1 = 414 \times 10 = 4140cc$

補助AE剤量 $Ad.2 = 414 \times 10 = 4140cc$

コンクリートの示方配合

G _{max} (mm)	スラング (cm)	W/C (%)	空気 量 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤 (cc/m ³)	
					W	C	S	G	AE減水剤	補助AE剤
20	10	42	5.0	43.0	174	414	726	987	4140	4140

AE減水剤量：4倍液、補助AE剤：100倍液

実験に際しての注意

- ・汚れても良い服装をしてくること。肌を出来るだけ出さない方が安全である。すねが出る半ズボンやつま先が無防備となるサンダルは危険
- ・教員、先輩の指示に従い、迅速に行動すること。
- ・試験機や試験機器を操作する場合は、教員あるいは先輩の指示に従うとともに、細心の注意が必要である。