

IV-5 コンクリートの配合設計に関する2,3の研究

○ 徳島大学 正員 荒木 謙一
同上 正員 富増 彰

(1) まえかき

骨材の不連続粒度に関する研究に関連して、骨材の粒度が配合設計上コンクリートにいかなる影響を与えるかを実験的に検討し、その結果をもとにして、骨材の空隙率と比表面積とをもとにする配合設計法の私案を報告する。この方法は連続粒度にも不連続粒度にも適用できる。

(2) 配合設計に関する実験

実験に用いた骨材は吉野川産で、粗骨材(比量2.60)、および細骨材(比量2.62)の粒度その他とそれぞれ表-1および表-2に示す。比表面積はふるい分け法により求めたものである。なお近似不連続型の砂利Eと砂N₁を組み合わせた混合骨材は20~10mm, 2.5~1.2mm, 0.3~0.15mmの粒大(すなわちこれら粒大は1/8の等比級数になっている)がとくに少量となっている。

著者の研究によれば、細粗面骨材を種々の割合(あるいは砂率)で混合しその最小空隙率 ν_{am} を求めると ν_{am} は主として、骨材の形状、粗骨材の空隙率 ν_g

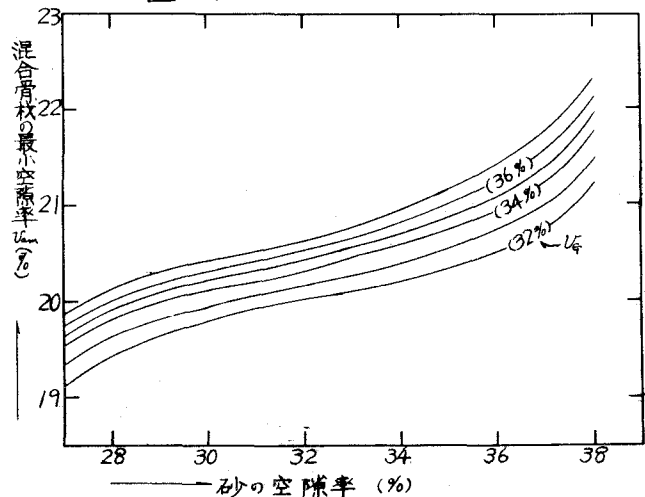
表-1 砂 利

粒度型	記号	混 合 割 合			粗粒率	単位容積量 (kg/m ³)	空隙率 (%)	比表面積 (m ² /g)
		40~20	20~10	10~5				
連続型	A	30	40	30	7.00	1720	33.9	2.56
不連続型	B	60	0	40	7.20	1778	31.6	2.45
集中型 (単一粒度)	C	0	100	0	7.00	1632	37.2	2.22
近似不連続型	E	55	5	40	7.15	1777	31.7	2.51

表-2 砂

粒度型	記号	ふるい目間の残量(%)								粗粒率	単位容積量 (kg/m ³)	空隙率 (%)	比表面積 (m ² /g)
		10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	0				
不連続型	G ₃	0	25	28	0	17	20	10		2.91	1904	28.0	67.5
連続型 (特選)	C ₀	0	18	32	8	12	25	5		"	1864	28.9	63.9
不連続型	G ₃ '	0	17	31	0	32	18	2		"	1817	30.6	59.2
連続型 (代表)	C ₂	0	15	23	22	21	16	3		"	1788	31.8	58.3
近似不連続型	N ₁	0	20	5	35	25	5	10		2.80	1787	31.8	60.0
" "	N ₂	0	18	3	36	30	10	3		"	1729	34.0	56.5
連続型	C ₇	0	10	14	29	35	11	1		2.74	1717	34.5	56.2
" "	C ₆	0	6	10	35	42	6	1		2.65	1670	36.3	55.2
" "	C ₁₀	0	3	8	55	30	3	1		2.75	1640	37.4	48.3
集中型	C ₈	0	0	5	76	19	0	0		2.86	1617	38.3	41.3

図-1 最小空隙率



細骨材の空隙率 ν_a によってきまる。その実験結果を図-1に示す。

配合は W/C と一定(主として55%, 若干の骨材については45%, 65%)とし、種々のコンシステンシー(スランプ1~20cm)に対して、各単位水量とそれに適した砂率およびそれより1~3%多いものと少ないものとを用いた。ワーカビリティの測定法としては、スランプ試験と締固め係数試験を用いた。後者のほうが精度が良好であるけれども、(現場の)実用的見地から前者によってデータをまとめることにした。

いま例として、連続型砂利Aと連続型砂Cを用いた場合($\nu_{am}=20.8\%$)について述べる。(図-2参照) 単位水量、砂率、およびスランプの関係を図-2に示す。等単位水量の配合の点と点線で結ぶと、ほぼ直線になる。この線上で左寄り(砂率小)の配合はスランプは大きめになるがコンクリートはあらあらしすぎ、右寄り(砂率大)の配合ではスランプは小さいめであるがプラスチック化がすぎる。従ってその中間に最適の砂率が存在し、各単位水量に対するこの点の軌跡は最適の砂率を与え、仮りにこれを最適砂率線と呼ぶ。これを用いればこの細骨材を用いた任意のコンシステンシーの最適配合を求めることができる。

上記粗粒率2.65~2.91の各種砂と連続型、不連続型、近似不連続型の砂利とを組み合わせて試験練りをし、そのデータをもとにして最適配合をつくるとその最適砂率線はほぼ図-3の帯の中に入り、最小空隙率 ν_{am} の小さいものは帯中で左寄りとなり、粗粒率の小さいものはスランプの小さいところでは左側、大きいところでは右側に出る傾向がある。また集中型の砂利を用いた場合は帯の少し右側に出る。

細粗混合骨材の最小空隙率 ν_{am} とスランプの関係を単位水量とパラメーターとして図示するとはば図-4のようになる。同一単位水量に対して ν_{am} の小さいものはスランプが大である。スランプと混合骨材の最小空隙率 ν_{am} が与えられればこの図より単位水量が求まる。

プラスチックなコンクリートでは、セメントペーストは骨材間の空隙をみだし、残余が骨材の周囲を厚さ t で包むと考えると、その膜厚は

$$t = \frac{1000}{S_a} \left(\frac{1}{S+G} - \frac{1}{W_a} \right) \quad (1)$$

図-2 スランプと砂率

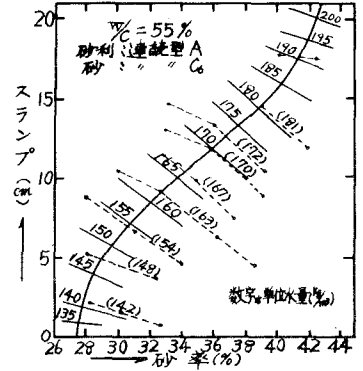


図-3 砂率線の帯

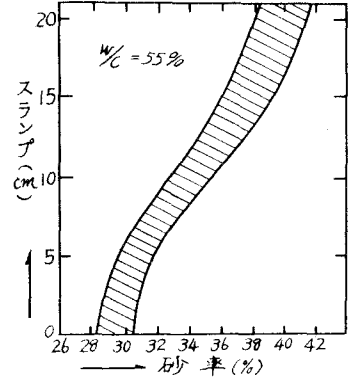
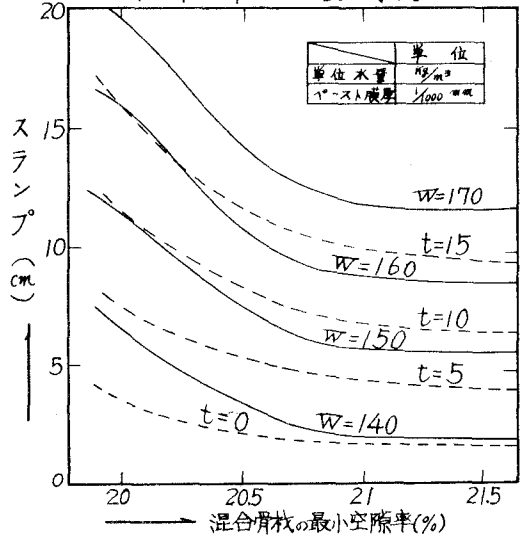


図-4 単位水量と膜厚



で与えられる。

ここにもペーストの膜厚 (cm)

S_a : 混合骨材の比表面積 (cm^2)

W_a : " " の単位容積重量 (kg/m^3)

S : 単位砂量 (kg/m^3)

G : 単位砂利量 (kg/m^3)

図-4にこの膜厚をパラメータとして表線で示した。ただしこのほうはばらつきが単位水量の場合より相当大きかった。同一膜厚に対してスランプが ^{V_{am} の小さいものは}大となっている。スランプと V_{am} が与えられれば膜厚がさまる。

W/C が異なる場合の砂率線は、砂利A砂C₀の場合を例にとると図-5のよう

に W/C が大きいほど右寄り(砂率大)となり、等単位水量については、スランプが低下する。

(3) 配合設計法

骨材の空隙率と比表面積とをもとにする配合設計法の私案を以下に述べる。

(a) 水セメント比

強度、耐久性、その他から決める。

(b) 混合骨材の最小空隙率 V_{am}

先づ細骨材および粗骨材の空隙率 V_f および V_g と測定し図-1により V_{am} の推定値を求める。(V_{am} と実測でさればより確実)

(c) 単位水量

求めた V_{am} と与えられたスランプとに対応する単位水量 W と図-4を用いて、さめる。

(d) 砂率

図-3を用いて、与えられたスランプに適する砂率をさめるのであるが、 V_{am} が小さければ帯の左寄り(砂率を少ないめに)、 V_{am} が大きければ右寄り(砂率を多いめに)にさめる。適切な不連続粒度または特選された連続粒度は一般に V_{am} が小さくなり、帯の左端の値をとる。

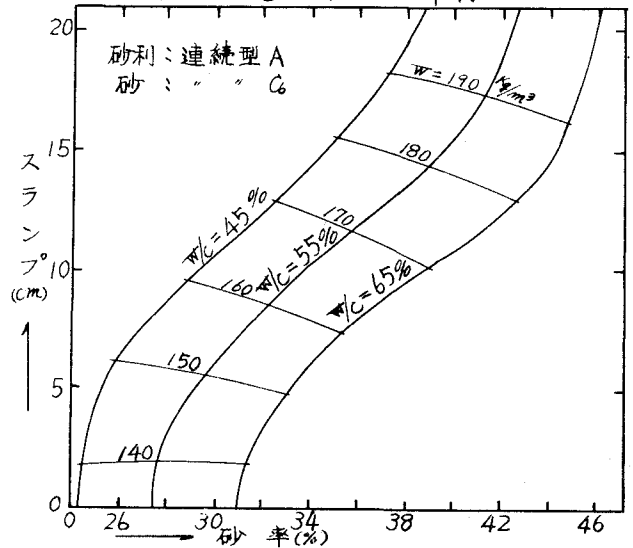
以上でいおう配合がさまることになるが、実際には試験練りによってこれを確かめ、あるいは修正する必要がある。

なおペーストの膜厚をもとにする別の方法がある。上記a, b, c.までの手順は同一であるが、そのつぎに

(d) 砂率 ρ と混合骨材の空隙率 V_a (あるいは単位容積重量 W_a)との関係

V_b , V_g および V_{am} より、著者の実験式(有界)により、任意の砂率 ρ に対応する混合骨材の V_a あるいは W_a の曲線をつくる。(配合に用いられる砂率付近の砂率で W_a を実測すれば、

図-5 W/C の異なる砂率線



より確實である。) この関係が明らかになれば、任意の単位水量と砂率とに対するペーストの膜厚の關係が(1)式より求まる。

(e) ペースト膜厚 t

V_{am} と与えられたスランプとより図-4の真線を用いて膜厚 t がきまる。

(f) 砂率の決定

已できまつた膜厚の値となるように、求まつた単位水量に対して α より、試算により砂率 β を求めることができる。

以上配合設計の實驗と配合設計法の概要を述べたが、これらの方法は相當手数を要するけれども、合理的であり従つて種々の配合の相對的關係を秩序的に知ることができると考へる。