

Ⅳ-4 砂の粒度と圧縮強度の三角図表による表示

大阪市立大学 正員 久保直志
同 同 森野奎二

既に、骨材粒度と粗粒率、比表面積ならびに単位容積重量との関係を三角図表に一括表示する方法については、本会及びセメントコンフリート(184号、212号)で発表した所である。

今回はモルタルについて、骨材粒度と圧縮強度との関係を実験的に求め、これを三角図表上に表示することを試みたものである。まず最初に、骨材粒度が圧縮強度及びフローに及ぼす影響を知るために、どのような配合が適当であるかを知るために予備実験として、FM10、21、275、335の細骨材を使って1:1~1:7の28種類のモルタル実験を行った。この結果配合を1:3、 $\% = 0.60$ と一定として本実験を行った。更に、骨材粒度と圧縮強度との関係を一層明かにするために、FM=15、20、25、30、35、40で粒度を変ったもの3種類および、粗粒率を275と一定とした41種類の粒度について強度試験を行い、粒度構成と強度との関係を求めた。

以上の実験は特定の粒度の細骨材を用いて行ったものであるが、任意の粒度のもの239種類の異なる粒度の細骨材を用いて配合1:3、 $\% = 0.60$ のモルタル試験を行い、粒度と強度の一般的な関係を求めた。

ここにその概要を記すものは第1回目の実験結果であって6種の粗粒率で、異なる粒度のもの32種類のモルタル試験結果である。

試験材料：砂は5~25、25~12、12~0.6、0.6~0.3mmのものが紀ノ川(伊勢山県)産、0.3~0.15、0.15mmのものが吉野川(徳島県)産であり、これらを乾燥状態で使用した。

比重2.63、吸水量1.2%、供試体は4×4×16cmで、成形での突き数は一定(10回2層)とし、28日標準養生である。

実験結果：骨材粒度と圧縮強度との関係を表1に示し、表1と取りまとめたものが表2である。

表2より分るように粗粒率が大きくなるに従って圧縮強度が増加し、粗粒率35で最大値を示し、粗粒率40に至れば、反って強度は低下して行く。

又各粒度と粗粒率との関係は、粗粒率5~12mmのものが増加するに従って粗粒率は大きくなっていく。

以上の関係を三角図表上に表わしたものが図1である。図に示す通り、中央三角形ABCに於てX印は1.5、▲印は2.0、●印は2.5、○印は3.0、●印は4.0

表-1 骨材粒度にモルタル圧縮強度 (その一)

粗粒率	比表面積 (cm^2/g)	各ふるいに留る重量百分率 (%)						フロー (mm)	30日 強度 (kg/cm^2)
		2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	0.075		
150	880			15	25	55	5	111	239
	915		5	15	10	65	5	115	241
200								113	240
	706			40	25	30	5	151	306
	712		5	30	30	30	5	158	310
	718		10	20	35	30	5	151	306
	745		15	20	20	40	5	151	302
	772		20	20	5	50	5	147	296
250								152	304
	534			70	15	10	5	183	336
	540		5	60	20	10	5	196	323
	567		10	60	5	20	5	201	361
	573		15	50	10	20	5	204	367
	574		20	40	15	20	5	202	361
	585		25	30	20	20	5	204	351
	591		30	20	25	20	5	205	363
	618		35	20	10	30	5	207	366
	566	5	5	50	20	15	5	194	363
	578	10	10	20	45	10	5	185	365
	577	15	5	10	60	5	5	182	354
300	604	15	10	10	45	15	5	184	368
	652	15	15	20	10	35	5	188	372
								195	353
	458		45	30	10	10	5	225	405
	470		55	10	20	10	5	228	417
	445	5	30	40	15	5	5	217	405
350	472	10	30	30	15	10	5	229	418
	445	15	20	30	25	5	5	220	396
	525	20	30	10	15	20	5	223	408
	506	25	10	30	15	15	5	234	410
	533	30	10	20	15	20	5	230	410
								226	409
350	446	30	30	20	5	10	5	244	447
	447	50	10	10	5	20	5	245	452
400								245	450
	329	50	30	5	5	5	5	243	434
	347	65	5	10	10	5	5	245	443
400								244	439
									444

の粗粒率の点を示し、それらの点を囲めば、各マーの群に分かれて示される。そしてそれら一群の平均圧縮強度は、240, 304, 353, 409, 444 kg/cm^2 と粗粒率の増加に伴って、その値が大きくなっていく。換言すれば、三角形ABCに於て、右側即ちB点に近づく事は粗粒子5~12mmの粒子のものが次第に増し、中粒子12~0.3mmのものがそれに伴って減少することを示している。又粗粒子5~12mmの内25~12mmのものは0~40%と、その割合はほぼ1/2以下に限られるのに反して、中粒子のものは10~85%のうち0.6~0.3mmのものは50~60%を占めている。この関係が下方、及び右方の三角形で示されているが、右方三角形に見る通り、0.6~0.3mm粒子は粗粒率によれば、その占める割合は、ほぼ一定とはならない。本実験によって、骨材粒度と圧縮強度との関係は、5~12mmの粗粒子の存在の多少が最も影響が大きい。5~12mmの粒子の多い程、強度的に有利であることが分る。又圧縮強度と比表面積、圧縮強度と粗粒率の関係を求めたのが、図-2、図-3で、強い相関関係を示しているが、その関係にも限度があって、比表面積40 cm^2/g 、又は粗粒率3.5以上と行れば相関関係はなくなり、反って強度は低下する。以上は強度について述べたものであるが、フロー（け）粗粒率(FM)、又は比表面積(SS)に関係しておりその関係は $y = 17 + 67.6 \cdot FM$ (相関係数 $r = +0.991$)、 $FM \leq 3.5$ 。

$y = 335 - 2.43 SS$ ($r = -0.992$) $SS \geq 35 \text{ cm}^2/\text{g}$ である

結論。モルタルの場合、細骨材に対して、

1. 粗粒率はなるべく大きく、又は比表面積はなるべく小さくする方が強度的に有利である。
2. 但し、粗粒率、比表面積共にある限度があって、本実験では粗粒率は、3.5以下、比表面積40 cm^2/g 以上に於て(1)の関係が成立する。
3. 同一粗粒率、同一比表面積となる粒度分布では、単位容積重量の最大となる粒度のものが、強度は大きい。
4. 大きい圧縮強度を与える粒度の範囲と、大きい単位容積重量を与える粒度の範囲とはほぼ一致する。このことは図表化する事によって一層明らかとなる。本実験に用いた粒度は、全粒度の一部分に過ぎないが、三角図表に図示することによって、その他の粒度との関係が明確となり、以上の結論を得たが、これはその後の実験の結論とも一致するものである。

表-2 骨材粒度とモルタル圧縮強度

粗粒率	比表面積 cm^2/g	重量百分率 (%)			圧縮強度 kg/cm^2
		5~12	12~0.3	0.3以下	
1.50	888~915	0~5	40~25	60~70	240
2.00	706~772	5~20	65~25	35~55	304
2.50	534~652	0~35	85~30	10~40	353
3.00	458~533	35~55	55~25	10~25	409
3.50	406~447	60	25~15	15~25	450
4.00	329~347	80~70	10~20	10	439

図-1

粗粒率及び粒度と圧縮強度の図上表示

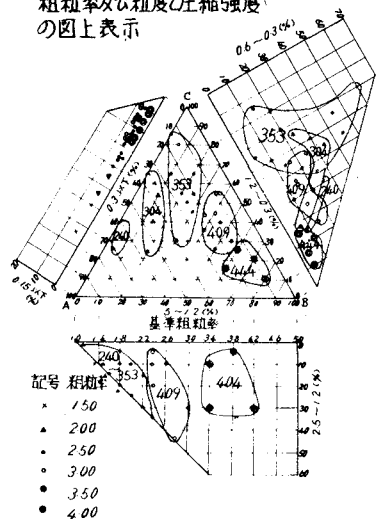


図-2

圧縮強度と比表面積の関係

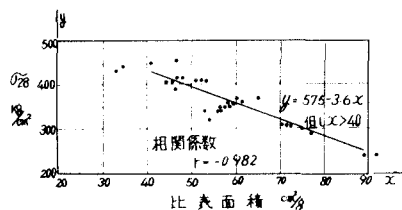


図-3

圧縮強度と粗粒率の関係

