

V-3

海砂と砕石粉からなる混合細骨材の最適混合率について

九州工業大学 学生員 ○ 岡田雅文
 読売九州理工専 正 員 天野一彦
 九州工業大学 正 員 出光 隆

1. まえがき

近年、良質な河川砂の不足により、細骨材として主に海砂が使用されている。しかし、海砂は適当な粒度が得にくいこと、塩分を含むことなどの問題を有している。そこで砕石生産の際排出される砕石粉を海砂と混合することが検討され、その実用性が確かめられた。両者を混合すると含有塩分量は約 $\frac{1}{2}$ に希釈され、粒度分布のよい細骨材が得られるのである。ここでは、海砂と砕石粉の実積率およびふるい分け試験を行うだけで最適な混合率を求める方法を検討してみた。

2. 使用材料

セメントには市販されている普通ポルトランドセメント(比重 3.14)を用いた。海砂には海砂A(F.M.=1.9 北九州市監島産)と海砂B(F.M.=3.0 福岡県遠賀郡芦屋沖産)の2種および、これらを混合して海砂C(F.M.=2.3)、海砂D(F.M.=2.6)をつくって使用した。砕石粉には、砕石粉A(F.M.=3.0 北九州市呼野産 硬質砂岩)とこれを1.2mmふるいでふるい分け、通過分と未通過分を混合した砕石粉B(F.M.=2.7)、砕石粉C(F.M.=3.3)を使用した。

表-1、図-1にそれぞれ物理的性質、ふるい分け試験結果を示す。

混合率の定義は混合細骨材容積に占める砕石粉容積を百分率で表わしこれを0, 25, 50, 75, 100%と変えて実験を行なった。また微粉量(0.074mm以下)は混合細骨材重量に占める微粉重量を百分率で表わした。

3. 実験方法

ドライコンシステンシー(D.C.)は、鋼製コーンを台の中央に置き絶乾試料をコーンの中に2層に分けて入れ、各層15回突き棒で一様に突き、コーンを静かに引き上げた後、底板から試料の頂点までの高さを測定し、次式から求める。

$$D.C. (^{\circ}) = \tan^{-1} H/r$$

ここに、H: 鋼製台から試料の頂点までの高さ(cm)

r: 鋼製台の半径(cm), (16cm)

単位容積質量および実積率試験はJISに基づいて行なった。

モルタルの配合はW/C=60%, S/M(混合細骨材/モルタル容積)=51%とした。細骨材は表面乾燥飽水状態で使用した。モルタル量は1.5㍑とし、モルタルミキサーにて、低速を2分間均一に練り混ぜJISに基づいてフロー試験を行なった。

4. 実験結果

まず、ドライコンシステンシー試験、実積率試験によって最適混合率の求め方を検討してみた。図-2にD.C.と混合率、図-3、4に実

表-1 細骨材の物理的性質

種類	粗粒率	実積率(%)	微粉量(%)	比重	吸水率(%)
海砂A	1.9	60.6	1.3	2.55	2.03
海砂B	3	67.7	1.1	2.54	2.13
海砂C	2.3	65.1	1.2	2.55	2.07
海砂D	2.6	66.8	1.2	2.54	2.09
砕石粉A	3	67.7	7	2.65	1.92
砕石粉B	2.7	68.2	8.9	2.65	1.92
砕石粉C	3.3	68.6	5.1	2.65	1.92

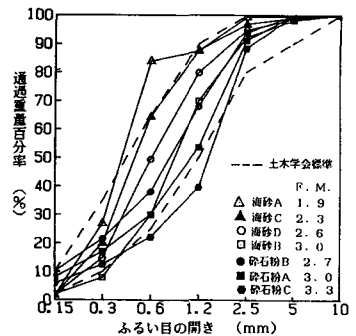


図-1 細骨材のふるい分け試験結果

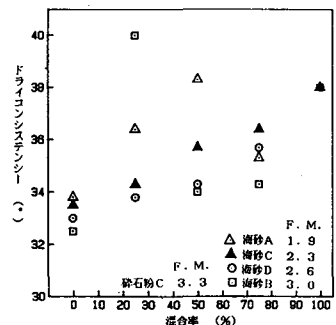


図-2 ドライコンシステンシーと混合率の関係

積率と混合率の関係をそれぞれ示す。実積率の結果には混合率との間に一定の関係がみられ、海砂の粒度の違いによる差も明確に表われているが、D、C.の結果はかなりばらついており、一貫した傾向がみられない。したがって、D、C.で混合細骨材の品質を判断するのは不適当と考えられる。また実積率試験の場合も一定の傾向は示すものの、砕石粉に微粉が含まれているため、粗粒率がほとんど同じ場合でも、粒形の良い海砂分が多いものより、悪い砕石粉の多いものの方が実積率が高くなる場合があり、必ずしも適正な判断の基準とはならない様である。混合細骨材の実積率を海砂、砕石粉のそれらから求めることを考え、混合率に関する二次式で表わす式(1)が得られる。

$$S = Am^2 + Bm + S_s \quad \text{--- (1)}$$

ここに、 $A = -4(0.221(S_c - S_s) - 0.954)$

$$B = 1.884(S_c - S_s) + 3.816$$

S : 混合細骨材の実積率(%), S_c : 砕石粉の実積率(%)

S_s : 海砂の実積率(%), m : 混合率(%)

図-3、4中の曲線は式(1)によって求めたものである。

次に、モルタルのフロー試験によって混合細骨材の最適混合率の求め方を検討した。海砂、砕石粉の種類を変えて混合細骨材を作りフロー試験を行った。結果を表-2に示す。フロー値を目的変数に、粗粒率、実積率および微粉量を説明変数にそれぞれとり、重回帰分析を行ったところ式(2)が得られた。

$$FL = -13.25F + 9.89Si - 6.85P - 371.2 \quad (2)$$

ここに、 FL : フロー値(mm), F : 混合細骨材の粗粒率

S : 混合細骨材の実積率(%)

P : 混合細骨材の微粉量(%)

式(2)から求めたフロー値および実測値と計算値との比を表-2に併記した。計算値はほとんど実測値の±5%の範囲に入っている。このことから混合砂を用いたモルタルのフロー値は混合率が与えられさえすれば、式(1)式(2)を用いて推定できることになる。なお、混合細骨材の粗粒率および微粉量は混合比が与えられているので、それぞれ海砂、砕石粉の値から求められる。

図-6はフロー値と混合率の関係を示したものである。計算値は実測値の傾向を良く表わしている。海砂の粗粒率が小さい海砂Aの場合、砕石粉の混合によって品質は改善され、最適な混合率は50~60%となっている。海砂の粗粒率が大きい海砂Dの場合、砕石粉を混入すれば品質は下る一方である。この傾向は実積率試験の場合と全く異なっている。

[参考文献]

- 1) 天野一彦: 砕石粉と海砂からなる混合細骨材の利用に関する実験的研究, セメント技術年報32, 1978

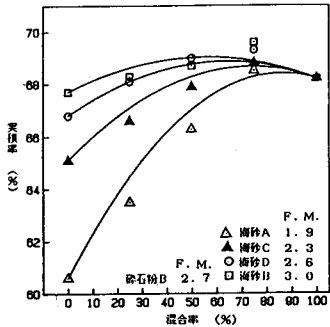


図-3 実積率と混合率の関係

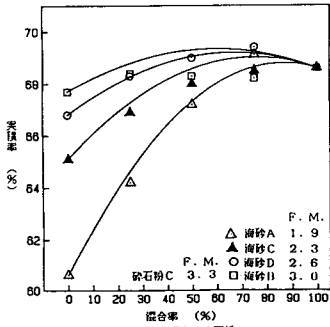


図-4 実積率と混合率の関係

表-2 物理的性質とフロー値

NO.	F. M.	実積率 (%)	微粉率 (%)	フロー値(mm)		実/計
				実測値	計算値	
1	1.9	60.6	1.3	194	193	1
2	2.18	64.3	2.8	216	212	1.02
3	2.46	66.7	4.2	227	223	1.01
4	2.73	67.8	5.6	224	224	1
5	3	67.7	7	210	220	.95
6	2.6	68.8	1.2	246	250	.98
7	2.7	67.9	2.7	246	244	1
8	2.8	68.4	4.2	239	240	.99
9	2.9	68.3	5.6	227	226	1
10	3	67.7	7	210	220	.95
11	1.9	60.6	1.3	194	193	1
12	2.11	64.5	3.3	216	211	1.02
13	2.31	67	5.2	225	213	1.05
14	2.51	68.3	7.1	222	216	1.02
15	2.7	68.2	8.9	206	218	.94
16	1.9	60.6	1.3	194	193	1
17	2.29	64.8	2.3	221	235	.94
18	2.61	67.3	3.2	227	246	.96
19	2.96	68.8	4.2	239	248	.96
20	3	68.6	5.1	226	221	1.03
21	3	67.7	1.1	251	258	.97
22	3.08	68.8	2.1	253	252	1
23	3.15	69.3	3.2	250	250	1
24	3.23	69.2	4.1	242	241	1
25	3.3	68.6	5.1	226	221	1.03
26	2.6	68.8	1.2	246	250	.98
27	2.78	68.3	2.2	252	255	.98
28	2.96	69.1	3.2	251	254	.98
29	3.13	69.2	4.2	242	236	1.02
30	3.3	68.6	5.1	226	221	1.03

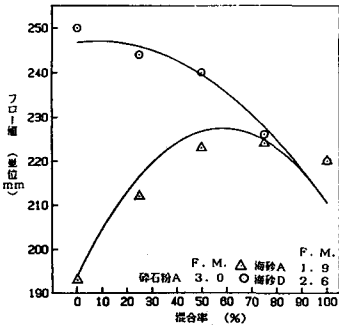


図-5 フロー値と混合率の関係