

微粉末を加えた水砕砂コンクリートの耐久性 および微粉末添加量に関する研究

名古屋工業大学 正員 吉田 新智
正員 赤井 登
〇学員 竹内 正信

1. まえがき

水砕砂を用いたコンクリートに微粉末を添加することによって性状の改善を目的とする研究の一貫として、今回、凍結融解に対する抵抗性、微粉末の最適添加量の目安を報告するものである。

2. 使用材料

セメント、骨材、微粉末（水砕粉・岩粉）の物理的性質を表-1に示す。粗骨材（最大粒径 25mm）は水洗しなかり 5mm のふるいでふるった。混和剤は AE200 を使用した。

3. コンクリートの配合（凍結融解試験）

F.M.2.5, W/C 75%, 微粉末添加量は重量比 (P/S) で 0% と岩粉・水砕粉の各々で 20% の場合に分け、slump 18 ± 1.5 cm, 空気量は 5 種類の異なった量とした。例として表-2 を示す。（担し P: 微粉末 S: 水砕砂）

4. 凍結融解試験の結果と考察

凍結融解試験の結果は図-1 に示す。P/S 0% の場合空気量 8.5%, 岩粉 P/S 20% の場合 6.9%, 水砕粉 P/S 20% の場合 5.7% 以上で、300 サイクル以内の破壊はなかった。上記の各々の気泡間隔係数は、265 μ , 231 μ , 245 μ であった。このことから、水砕砂コンクリートに微粉末を添加する場合でも、一般にいわれている気泡間隔係数 250 μ (G_{max} 25mm) 以下であれば、耐久性に良いと思われる。また岩粉はそれ自体固化する性質はないが、上述の P/S 0%（気泡間隔係数 265 μ ）の圧縮強度と、

表-1 使用材料の物理的性質

種類	項目	粗骨材	比重	吸水率 (%)	単位容積重量 (t/m ³)	実積率 (%)	注い (%)	有機不純物
天竜川砂利		6.96	2.65	1.08	1.73	66.0	0.0	—
水砕砂 (F.M.2.2)		2.15	2.67	1.00	1.60	60.5	5.24	合格
水砕砂 (F.M.2.5)		2.48	2.69	1.62	1.48	56.6	3.23	合格
水砕砂 (F.M.2.8)		2.74	2.58	1.69	1.36	53.5	1.20	合格

種類	項目	比重	粉実度 比表面積 (cm ² /g)	圧縮強度 (kg/cm ²)				安定性
				3日	7日	28日	91日	
岩粉	普通	3.15	3300	147	246	432	502	良
	水砕	2.91	3890	—	—	—	—	—
	岩	2.65	3050	—	—	—	—	—

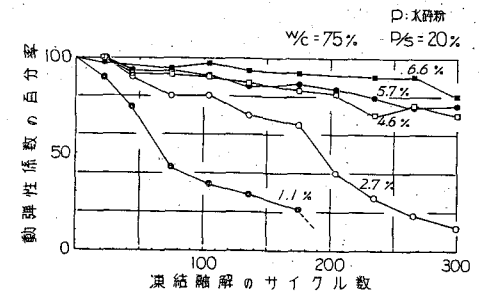
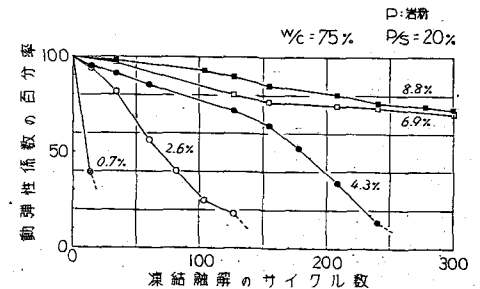
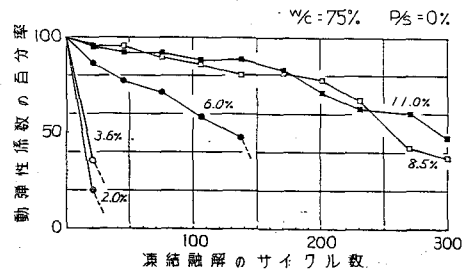


図-1 凍結融解試験結果

表-2 配合および試験結果

F.M.2.5		(AE200 100倍希釈)									
W/C	微粉末 添加率 (%)	配合比率 (%)	コンクリート 1m ³ に用いた材料 (kg/m ³)	試験値							
		セメント C	水 W	細骨材 G	粗骨材 G	混和剤 P	注釈 (C+S) ml	スランプ (cm)	空気量 (%)	気泡間隔係数 (μ)	圧縮強度 (kg/cm ²)
75	P/S=20	42.0	275	206	729	991	146	0.0	17.5	0.7	955
		42.0	259	195	726	987	145	2.5	18.5	2.6	505
		42.0	245	184	724	985	145	4.0	16.5	4.3	364
		42.0	229	171	713	970	143	7.0	17.0	6.9	231
		42.0	231	173	670	952	140	10.0	17.0	8.2	211

それと同程度の耐久性を有する岩粉P/S 20% (231 μ) の圧縮強度は 126 kg/cm^2 ・168 kg/cm^2 で、30%の強度増しであった。図-2に空気量と気泡間隔係数との関係を示す。気泡間隔係数250 μ を得るためにP/S 0%はP/S 20%に比べ、1~1.5%の空気量を多く必要とすることが分かる。これらの結果は、水砕砂コンクリートに微粉末を添加することによって、凍結融解に対しあまり有効でないエントラップドエアを、微粉末の充填作用によって減少させ、強度的にも有利になったものと思われる。今回の実験では、フレーンコンクリートで、P/S 0%空気量2%、P/S 20%は、0.7 or 1.1%となり、空気量を約1%減であった。

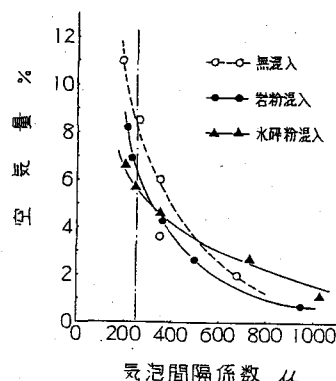


図-2 気泡間隔係数と空気量の間隔

5. コンクリートの配合(微粉末添加量の目安を調べるために)

F.M.2.2・2.5・2.8, W/C 55・75%, 微粉末添加量はP/S 0・8・16・24・32・40%で、slump 18 $\pm$ 1.5 cm , 空気量5 $\pm$ 1%にばるように配合を定めた。例として、F.M.2.8, W/C 75%, 水砕砂を用いた場合の配合を表-3に示す。

6. 添加量の変化における水砕砂コンクリートの性状

水砕砂は粒形が天然砂に比べ悪いために、一般的に実積率が低い。そこで実積率に注目してみた。図-3は実積率と添加量との関係の上に単位水量の増減の百分率の等値線を描いたものである。但し単位水量の増減率は、各々P/S 0%の単位水量を1としたものである。W/C 55%では負の領域は、右下1/4ほどで、W/C 75%では1/2となった。このことから、微粉末の使用は水セメント比が高い方が良く、また実積率が低い方が良いと思われる。ここで最適添加量として、等値線の峰をつらねる直線が

表-3 配合および試験結果

W/C (%)	種類 (%)	細骨材率 (%)	コンクリート1m ³ に用いた材料 (kg/m ³)								試験値		
			セメント (%)	水 (%)	砂 (%)	骨材 (%)	骨材 (kg)	骨材 (kg)	骨材 (kg)	スランプ (cm)	空気量 (%)	凍結融解後 (kg/cm ²)	
75	P/S	0	289	217	740	987	0	3.0	19.2	4.2	2.234		
		8	272	204	723	964	58	3.5	19.3	4.6	2.221		
		16	256	192	712	949	114	4.0	19.2	5.4	2.222		
		24	245	184	692	923	166	4.5	18.6	5.9	2.210		
		32	253	190	678	905	217	5.0	17.1	5.1	2.244		
		40	265	199	647	863	259	6.0	17.4	5.1	2.234		

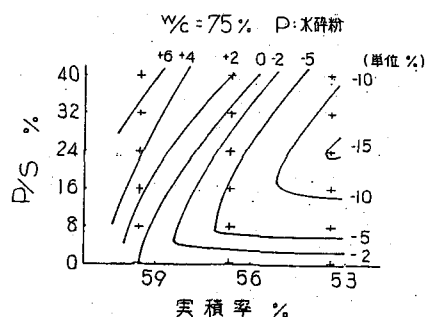
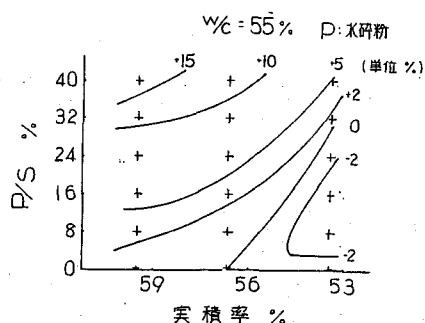


図-3 単位水量の増減率

W/C 55%の場合 $P/S = -2.4 \times (\text{実積率}) + 136$

W/C 75%の場合 $P/S = -3.7 \times (\text{実積率}) + 221$

となる。但し、P/Sの単位は%で、 $P/S \geq 0$ の場合のみ有効となる。またW/C 55%の+10%以上領域で、岩粉を使用した場合に、最高約10%ほどの強度低下が見られた。これは過剰の岩粉が骨材とペーストとの付着を妨げるためと思われる。

7. まとめ

水砕砂コンクリートに微粉末を利用することは有益であり、微粉末の添加量は、水砕砂の実積率に関係することが分かった。