

九州大学 工学部

○学生員 田中考典

正 員 徳光善治

学生員 牧内龍憲

1. まえがき

近年、骨材資源の枯渇、採取規制の問題

表-1 骨材の物理的性質

種別	比重	吸水率(%)	単位体積重量(%)	実積率(%)	F.M.
海砂	2.59	1.09	1610	62.2	2.73
研砂	2.65	1.16	1513	57.1	2.97
種別	真比重	吸水率(%)	単位体積重量(%)	実積率(%)	F.M.
岩石微粉末	2.66	0.52	15.7		

により、コンクリート用細骨材の入手は極めて困難な状態となり、
 研砂製造過程に生じる研砂ガス（研砂）の利用が考えられている。

研砂は天然細骨材と比較して、角ばりが多く、微粉末を多く含んでいる
 特色があり、これらがコンクリートに及ぼす影響について明
 かにしなければならぬ。以上の観点から、本研究は海砂と研砂
 を使用したモルタルに岩石微粉末を混入し、微粉末がモルタルの
 コンシステンシー、強度、乾燥収縮に及ぼす影響を調べ、岩石微
 粉末の有効利用について検討したものである。

2. 使用材料及び実験方法

セメントは普通ポル

トランドセメント、細骨材は福岡県豊前産の海砂、熊本県
 球磨郡産の研砂を使用した。研砂は研砂ガスの25mm以上、

表-2 モルタルの配合条件

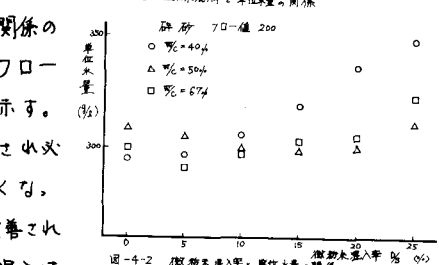
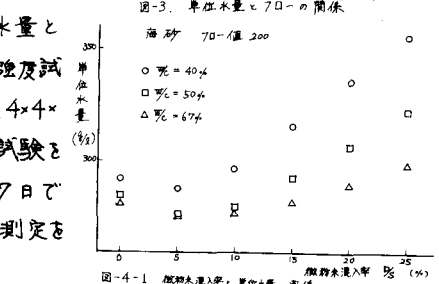
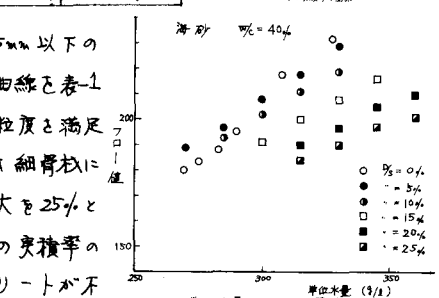
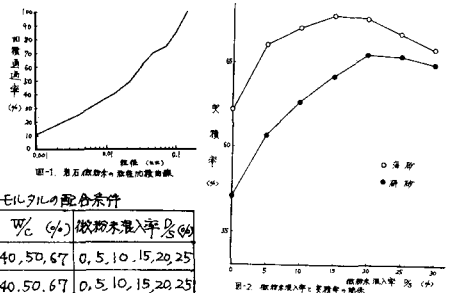
種別	W/C (%)	微粉末混入率(%)
海砂	40, 50, 67	0, 5, 10, 15, 20, 25
研砂	40, 50, 67	0, 5, 10, 15, 20, 25

0.15mm以下を取り除いたものである。岩石微粉末は研砂ガスの0.15mm以下の
 微粉末を使用した。各々の物理的性質、及び岩石微粉末の粒径加積曲線を表-1
 , 図-1に示す。なお海砂、研砂の粒度分布は、共に土木学会の標準粒度と満足
 している。モルタルの配合条件を表-2に示す。微粉末混入率(%)は細骨材に
 対する重量比で0~25%とし細骨材に代替した。微粉末混入率の最大を25%と
 したのは、図-2に示したように海砂、研砂に微粉末を混入したときの実積率の
 変化曲線で混入率が25%を越えると急激に実積率が低下し、コンクリートが不
 経済になることが予想されるからである。実験はまずW/C一定で単位水量と
 フロー値の関係ととり、その結果からフロー値200の配合を決め、強度試
 験及び乾燥収縮測定用の供試体を打設した。強度試験用供試体(寸法4×4×
 16)は所定の養生場で水中養生を行ない、JIS R-5201に準じて強度試験を
 行なった。乾燥収縮測定用供試体(寸法4×4×28.5)は脱型後、材令7日で
 恒温恒湿室(温度20℃、湿度60%)に放置し、ダイヤルゲージ方式で測定を
 開始した。

3. 実験結果及び考察

図-3に単位水量とフロー値の関係の

一例を示したが、両者には、直線関係が認められる。この関係からフロー
 値200を得るための単位水量の微粉末混入率による変化を図-4に示す。
 混入率が低い領域では微粉末の混入によりコンシステンシーが改善され必
 要単位水量が減らされる傾向にあり、この領域はW/Cが大きいほど広くな
 る。また岩石微粉末の混入によりモルタルのフィニッシュビリティも改善され
 ることが観察された。これらのことから、岩石微粉末のある程度の混入は
 まだ固まらないコンクリートの性質を改善するものと考えてよい。図-5、図-6にセメント水比と圧縮強度、曲



け強度の関係を示す。圧縮強度は初期材令において

は微粉未混入率に比例して増加するが、長期材令では混入率15%程度まで増加し、それ以上微粉未量を増しても強度は大きくなる。曲げ強度は初期材令では混入率に比例してわずかに増加するが、長期材令では混入率20%以上になると逆に低下する傾向がある。乾燥収縮量の実験結果の一例を図-7に示す。これは測定値と $f = \frac{a}{a+bt}$ にあてはめたもので、実測値とよく一致していた。各配合ごとの実験式及び $f_7, f_{28}, f_{91}, f_{90}$ (f_7 は

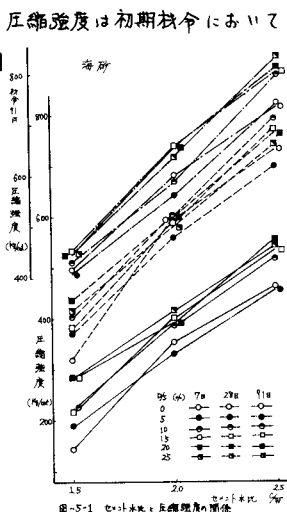


図-5-1 セメント比と圧縮強度の関係

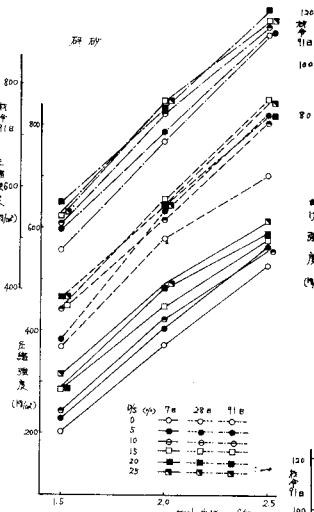


図-5-2 セメント比と圧縮強度の関係

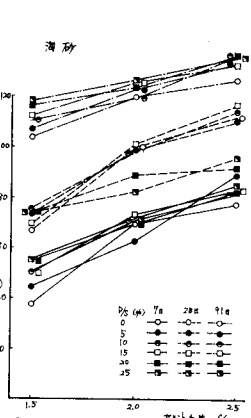


図-6-1 セメント比と乾燥収縮率の関係

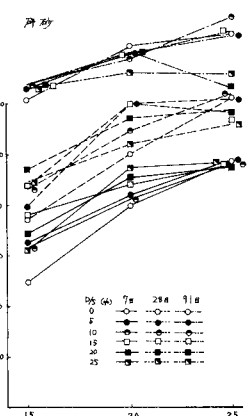


図-6-2 セメント比と乾燥収縮率の関係

7日収縮量を示す。)を表-3に示す。全般的にみて、微粉未混入率が增大すると f が大きくなる傾向にある。筆者らは、先に乾燥収縮量は $f = pw + qc$ (p, q はセメント 1g 当りの収縮量) で表わされることを示したが、微粉未混入の場合については、これを次式のように修正して提案する。

$$f = pw + qc + rD \quad \text{-----(1)}$$

r : 微粉未 1g 当りの収縮量, D : 微粉未量

実験結果から各材料、各材令別に、 p, q, r を算定し、相関係数 R とともに表-4に示す。(1)式は実験結果とよく一致している。この結果より、初期材令では岩石微粉未も収縮量にかなり寄与するが、長期材令に及べば収縮量に及ぼす程度は木セメント、岩石微粉未の順であり、微粉未混入が必ずしも収縮量を増大させるとはいえない。

4. まとめ

以上の結果より、岩石微粉未と細骨材の一部と置き換えると、ある程度の混入率までは単位水量を減じることができ、圧縮、曲げ強度も増加する。また、乾燥収縮量も長期材令では微粉未の影響をあまり受けないことが明らかとなった。よって、岩石微粉未を混入した細骨材を使用した場合、初期の養生を入念に行なえば、十分に使用可能であると思われる。

本研究は、文部省科学研究費(試験研究)によって実施したものであることを付記する。

表-3 各配合の実験式・係数及び収縮量

種別	%	%	a	b	f_7 (%)	f_{28} (%)	f_{91} (%)	f_{90} (%)
海砂	40	0	0.0149	0.000886	331	705	952	1129
	5	0.0156	0.001015	308	636	843	985	
	15	0.0126	0.000936	365	721	931	1068	
	25	0.0108	0.000774	431	851	1120	1292	
河砂	40	0	0.0154	0.000964	315	660	882	1037
	5	0.0227	0.001148	228	511	716	871	
	15	0.0170	0.001116	282	580	767	896	
	25	0.0138	0.000895	350	721	956	1117	
67	0	0.0203	0.001322	237	488	647	756	
	5	0.0174	0.001392	258	497	632	718	
	15	0.0136	0.001302	308	559	689	768	
	25	0.0128	0.001251	325	586	719	799	
40	0	0.0154	0.000858	327	710	974	1166	
	5	0.0189	0.000952	274	615	862	1050	
	15	0.0154	0.000912	322	684	925	1096	
	25	0.0116	0.000827	403	806	1048	1209	
50	0	0.0157	0.001019	307	633	839	981	
	5	0.0156	0.000934	316	670	905	1071	
	15	0.0150	0.000970	322	665	881	1031	
	25	0.0128	0.000913	365	730	949	1095	
67	0	0.0188	0.001217	256	530	703	822	
	5	0.0200	0.000925	265	611	874	1081	
	15	0.0143	0.001060	322	637	872	943	
	25	0.0135	0.000992	342	678	877	1008	

表-4 各材料、各材令別の提案式・係数及び相関係数

種別	材令(d)	p	q	r	R
海砂	7	0.583	0.188	0.161	0.883
	28	0.956	0.533	0.129	0.859
	91	1.103	0.806	0.029	0.819
河砂	7	0.669	0.136	0.201	0.944
	28	1.438	0.301	0.255	0.946
	91	1.970	0.413	0.198	0.923

この場合の材令は収縮量の測定を開始した日数。