

1. まえがき 近年コンクリート用細骨材として砕砂の利用が計られている。この砕砂は天然骨材と異なり人工的に砕かれたものであるから当然粒子形状は角ばっているし、泥分的でない岩石微粉末が含まれる。このため砕砂を用いたコンクリートの性状は天然骨材を用いたものに比べ差異を生ずる。岩石微粉末の許容値については砕砂としての基準が示されているものの品質管理を充分にする必要があり、さらに回収した微粉の利用も意図されている。ここでは砕砂(ダスト)に微粉末の混入を行ない、微粉末の混入によるまだ固まらないコンクリート及び硬化コンクリートの性状につき実験を行って若干の検討を試みた。

2. 実験の概要 本実験では大別して2つに分けた。実験1は同一配合で粒度を一定に揃えた砕砂(ダスト)に0.074mm(74μm)以下の微粉末を3~20の重量百分率で混入して行なった。実験2は5~15%の微粉末を混入し、水セメント比とスランプを同一にして行なった。

表 1. 使用した骨材の粒度

	ふるい目寸法 粗粒率	各ふるいに止まる量の累計(%)									
		0.15	0.3	0.6	1.2	2.5	5.0	10	15	20	25
細骨材	2.17	77	60	50	27	3	0	-	-	-	-
粗骨材	7.00						100	80	50	20	3

微粉末(74μm以下)混入量(%)

実験1. 0, 3, 5, 10, 15, 20

実験2. 5, 10, 15

(1) 使用材料および配合 セメントは小野田普通ポルトランドを使用した。粗骨材は高規格硬質砂岩砕石(比重2.67, 最大寸法25mm, 単位容積重量1620kg/m³)を使用した。細骨材は奈良県宝生村硬質砂岩ダスト(比重2.67, 吸水率0.87%, 粗粒率2.43)を、ふるい目寸法毎にふるい分けを行ない、粗粒率2.17に再調整して使用した。表1に使用骨材の粒度を示す。コンクリートの配合は試し練りを行なって修正した表2に示すものを用いた。

表 2. コンクリートの配合

実験	粗骨材の最大寸法(mm)	スランプの範囲(mm)	空気量範囲(%)	水セメント比	細骨材率(%)	単 位 量 (kg/m ³)			
						水	セメント	細骨材	粗骨材
1	25	8	1.0	0.55	41	253	460	581	929
2	25	8±1	1±0.5	0.55	41	254	462	579	927
						262	476	566	908
						271	493	552	884

(2) 試験項目と試験方法 コンクリートは配合にしたがい1バッチ量50ℓ(0.05m³)にて各材料を計量ののち、強制練りミキサーにて練り混ぜた。ミキサーより排出したコンクリートは表3に示す項目の試験及び方法に準じて行なった。

3. 実験結果と考察 得られた実験結果は表4に示した。考察はワーカビリティと硬化速度及び強度につき行なった。(1) 実験1の考察 コンクリートの微粉末量とスランプの関係は微粉末量の増加に対しスランプは低下した。この低下は微粉末量15%まではほぼ直線的であり20%では異なった。スランプについては実験より微粉末量1%増加に対しスランプは0.5mmの減少を示した。

微粉末混入の影響をリモルジング試験結果より考察すると円筒容器中のコンクリートが変形するに必要な最終落下回数よりは滑り棒の1目盛下るに必要な落下回数の方がよく図1に關係を示した。硬化速度については微粉末量の増加に伴う始発時間への影響は15%まではほとんど一定であるが20%では36分早くなった。終結時間については一般に言われている通り微粉末量の増加に伴って速くなり0%に比べて15%では48分早くなった。しかし微粉末量の10%までの速さと20%までの速さの傾向は異なっている。強度については微粉末量と圧縮強度に比例

表 3 実験項目と試験方法の概要

実験項目	試験方法	備 考		
		備 考	条件	実験1 実験2
スランプ	JISA 1101	試験条件 温度17℃ 相対湿度 70%	数値50/100 73mm 振動数3000/min 振幅600μm	○ ○
空気量	JISA 1128			○ ○
単位容積重量	JISA 1161			○ ○
リモルジング	T.C. Powers Vee-Bee V. Bahner			○ ○
リモルジング	JISA 1123			○ ○
凝結硬化速度	ASTM C403-70	試験条件 20℃水中	φ10×20cm	○ ○
圧縮強度	JISA 1108			○ ○
曲げ強度	JISA 1106			○ ○
引張強度	JISA 1113			○ ○
弾性係数	電気抵抗線ひずり計			○ ○

落下回数よりは滑り棒の1目盛下るに必要な落下回数の方がよく図1に關係を示した。硬化速度については微粉末量の増加に伴う始発時間への影響は15%まではほとんど一定であるが20%では36分早くなった。終結時間については一般に言われている通り微粉末量の増加に伴って速くなり0%に比べて15%では48分早くなった。しかし微粉末量の10%までの速さと20%までの速さの傾向は異なっている。強度については微粉末量と圧縮強度に比例

関係はない
様に思える
が0%に比
べ4~11%
の強度減
あり検討を
要すると思
われる。

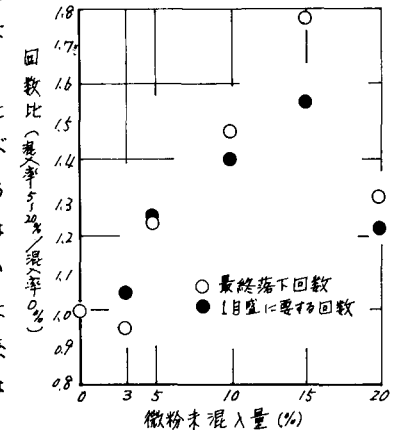
表 4. まだ固まらないコンクリートおよび強度(材令28日)の試験結果

実験	微粉末混入量(%)	スランプ(cm)	空気量(%)	単位容積重量(kg/m^3)	リモルディング		Vee-Bee		ブルージン率(%)	凝結硬化速度		強度(kg/cm^2)			静弾性係数(kg/cm^2)
					回数	1目盛に要する回数	秒	面積(cm^2)		始発時間分	終結時間分	圧縮	曲げ	引張	
1	0	8.5	1.5	2350	43	5.29	63	882	2.03	4-24	7-24	395			
	3	8.5	1.3	2350	41	5.51	59	885	1.89	4-48	7-36	396			
	5	8.0	1.1	2320	53	6.61	68	902	1.75	4-36	6-54	398			
	10	5.0	0.8	2330	63	6.86	61	1026	1.77	4-24	6-24	364			
	15	2.5	0.6	2340	76	8.20	145	2144	1.09	4-24	6-36	381			
	20	3.0	1.0	2320	56	6.41	93	1417	1.51	3-48	5-24	350			
2	5	8.0	1.0	2330	49	6.24	75	1059	1.71	4-34	6-38	392	52	28	2.97×10^5
	10	8.0	1.0	2340	53	7.13	142	2042	1.71	4-09	5-12	398	41	36	3.02×10^5
	15	8.0	1.0	2330	51	6.81	137	1848	1.01	3-24	4-36	430	16	35	2.90×10^5

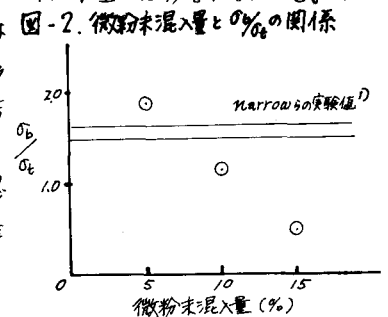
(2) 実験
2の考察
配合条件

を満足させる単位水量の補正は微粉末量5%の混入ではほとんどない様であるが、10%混入では3.2%、15%混入で6.7%の増加となった。リモルディング試験からは最終落下回数及び1目盛に要する回数も実験1と比べ減少を示した。Vee-Bee試験からは実験1よりも時間が掛った。このことはスランプを一定にして水セメント比を変えなかったために水およびセメントの量が増加したことによる粘性と振動によって締め固めることによるものと考えられる。混入量5%に対し10%では倍の時間であった。凝結硬化速度については始発時間、終結時間ともに微粉末量が増えると早くなり微粉末混入による影響がよく示された。これは細骨材の容積が微粉末量と反比例の関係にあっても微粉末の粒子表面に水分が吸着する保水作用の影響が間接的に及ぼしたものと考えられる。強度については微粉末混入によるセメント量の増加があり、圧縮強度、引張強度について比例傾向である。しかし、曲げ強度については微粉末混入量の増加に伴ない減少した。この傾向は静弾性係数も同様であった。実測ヤング係数に対しACI基準式で算出しても微粉末混入量5%、10%については推定できた。コンクリートのヤング係数は均質な構造材料と異なり種々の要因により値を異にするが、初期ヤング係数は同品質のコンクリートに対し常に一定値を示す筈のが15%については無理であった。曲げ強度と引張強度の間には相関関係が存在するとの説¹⁾があり実験個数も少なく限定されているが考察したのが図2である。図中の線は文献を用いて本実験の実測引張強度に相当する σ_c の比の範囲を示したものである。この図よりは明らかに微粉末混入量は5%であれば影響のないことが示される。

図 1. 微粉末混入量と回数比の関係



4. あとがき 砕砂中に微粉末を混入しその量の影響の実験を行なった。砕砂は微粉末を含んでおりダストも例外ではない。本実験より、スランプについては微粉末量5%以内であれば単位水量には影響がないこと。コンクリートの締め固めや表面仕上げ等の施工に関連する凝結時間については微粉末量の増加に比例して早くなること。強度については、空隙を含み多乳質でセメント水和物や骨材粒子の混合物であるためにそれらの影響も考慮しなければならないが、水セメント比法則に対応するとしての考察より図2に示す σ_c の関係からは、微粉末混入量7%でも影響はないように思われる。本実験は文日本土(本) 神山博文君、河内長野市役所 依木隆之君、堀田建設(株) 安永 賢君の協力頂いたことを付記しておく。



参考文献 1) コンクリート工学ハンドブック、朝倉書店、1965、pp 311