

超高強度モルタルの力学的特性に及ぼす骨材の種類および骨材容積の影響

佐賀大学都市工学科

学生員 ○ 藤本 英哲

〃

正会員 伊藤 幸広

〃

中江 陽一

〃

正会員 山内 直利

1. まえがき

Reactive Powder Concrete (RPC) は、海外では既に施工実績もあるが、我が国では研究が緒についたばかりである。RPC のような超高強度モルタルでは、力学的特性に及ぼす骨材の影響は一般のコンクリートよりもかなり大きいものと考えられるが、その詳細は明らかにされていない。本研究では、圧縮強度が 150MPa を超えるような超高強度モルタルについて、使用する細骨材の種類や骨材容積がモルタルの圧縮強度および静弾性係数に及ぼす影響について検討を行ったものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

実験で用いた材料の物理的性質は、Table-1 に示す通りである。細骨材としては、粒径が同程度で粒子の強度の異なる骨材として、珪砂、アルミナグリッド、ガラスビーズおよびスチールビーズの4種類の骨材について検討を行った。混和剤は、ポリカルボン酸塩系の高性能 AE 減水剤であり、密度 1.07 g/cm³、固形分率 30% のものである。

モルタルの配合は、Table-2 に示す通りである。珪砂を用いた配合では、水結合材比を 14, 22 および 30% と3段階に変化させ、アルミナグリッド、ガラスビーズおよびスチールビーズを用いた配合では、14 および 30% に変化させた。全種類の細骨材において、細骨材の単位骨材容積を 27, 37 および 47% の3段階に変化させた。シリカフェームは、結合材の質量の 20% と一定とし、混和剤は練上がり時のモルタルのコンシステンシーが一定となるように添加量を調整した。

2.2 練混ぜ方法

実験では、モルタルの配合により練り混ぜに用いるミキサを変えた。水結合材比 14% および 22% の配合では、羽根の部分にチェーンを用いた水結合材比 20% 以下の高粘性のモルタルでも練り混ぜが可能となるミキサを使用した。水結合材比 30% の配合では、ホバートミキサを使用した。

2.3 試験方法

供試体の形状は、φ5.0×10cm である。圧縮

Table-1 Properties of materials

Item	Properties
Cement	OPC, Density : 3.15 g/cm ³
	Specific surface area : 3250 cm ² /g
	Compressive strength (28d) : 41.8N/mm ²
Silica fume	Density : 2.20 g/cm ³
	SiO ₂ Content : 96.0%
Aggregate	Quartz sand, Density : 2.59 g/cm ³
	Particle size : 106~600 μm
	Alumina grit, Density : 3.93 g/cm ³
	Particle size : 40~60 μm
	Glass beads, Density : 2.50 g/cm ³
	Particle size : 75~300 μm
	Steel beads, Density : 7.78 g/cm ³
	Particle size : 250~600 μm
Admixture	Superplasticizer, Density : 1.07 g/cm ⁴

Table-2 Mix proportions

Type	Water-binder ratio (wt %)	Aggregate volume (vol. %)	AES* by		Unit weight (kg/m ³)			
			binder (wt %)	water**	Binder		Aggregate	Solid part of AES*
					Cement	Silica fume		
Paste	14	0	6.0	281	1603	401	-	38
	22	0	1.5	387	1407	352	-	18
	30	0	0.5	465	1238	310	-	2
Quartz sand	14	27	6.0	205	1170	293	699	26
		37	6.0	177	1010	253	958	23
		47	6.0	149	850	212	1217	19
	22	27	1.5	282	1027	257	699	6
		37	1.5	244	887	222	958	5
		47	1.5	205	746	186	1217	4
	30	27	0.5	339	904	226	699	2
		37	0.5	293	780	195	958	2
		47	0.5	246	656	164	1217	1
Glass beads	14	27	6.0	205	1170	293	675	26
		37	6.0	177	1010	253	925	23
		47	6.0	149	85	212	1175	19
	30	27	0.5	339	904	226	675	2
		37	0.5	293	780	195	925	2
		47	6.0	246	656	675	1175	1
Alumina grit	14	37	6.0	205	1170	293	1061	26
		47	6.0	177	1010	253	1454	23
		27	1.5	149	850	212	1847	19
	30	37	1.5	339	904	226	1061	2
		47	1.5	293	780	195	1454	2
		27	0.5	246	656	164	1847	1
Steel beads	14	37	0.5	205	1170	293	2101	26
		47	0.5	177	1010	253	2879	23
		47	6.0	149	850	212	3657	19
	30	27	0.5	339	904	226	2101	2
		37	0.5	293	780	195	2879	2
		47	0.5	246	656	164	3657	1

* Air entraining superplasticizer

** Including the liquid part of superplasticizer (AES)

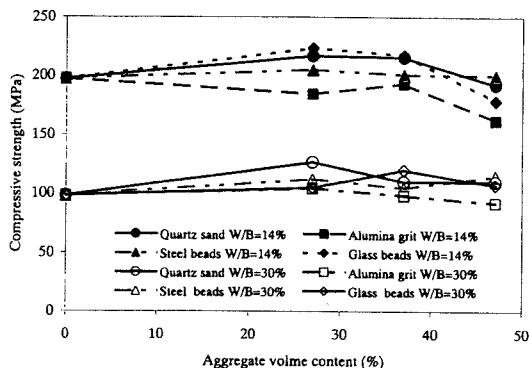


Fig.1 Relationship between compressive strength and aggregate volume content

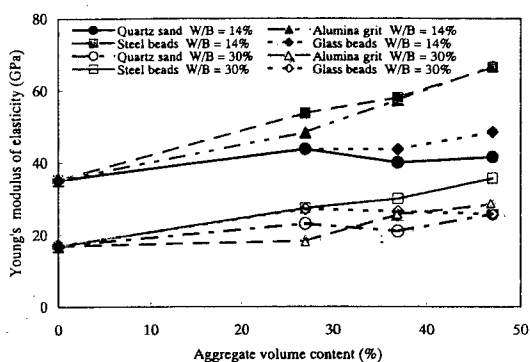


Fig.2 Relationship between Young's modulus of elasticity and aggregate volume content

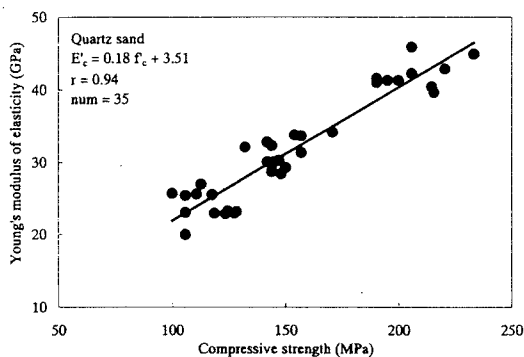


Fig.3 Relationship between Young's modulus of elasticity and compressive strength for quartz sand

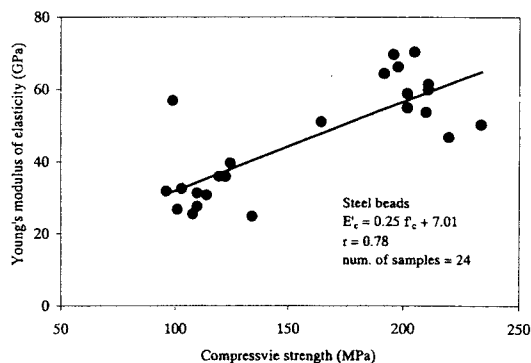


Fig.4 Relationship between Young's modulus of elasticity and compressive strength for steel beads

強度試験は、温水養生（80℃）1日および加熱養生（180℃）1日を行った後、JIS A 1108 に準じて行った。また、圧縮強度試験と同時に静弾性係数試験を JSCE G 502 に準じて、ストレインゲージを用いて行った。

3.実験結果および考察

Fig.1 は、水結合材比 14 および 30% の配合における単位細骨材容積と圧縮強度の関係を示したものである。全般的に、ペーストに対して単位細骨材容積が 27% となると、若干ではあるが圧縮強度が増加し、単位細骨材容積が 27% 越えると圧縮強度は低下する傾向が見られる。圧縮強度が低下する理由としては、細骨材量の増加に伴い、骨材を取り巻くペースト分が不足していき骨材とペースト間の付着が低下したか、空隙が生じたためと考えられる。なお、骨材の種類の違いが圧縮強度に及ぼす影響はさほど大きくない。

Fig.2 は、水結合材比 14 および 30% の配合における単位細骨材容積と静弾性係数の関係を示したものである。珪砂を用いたモルタルを除いて、単位細骨材容積の増加に伴い静弾性係数は増加する傾向が見られる。珪砂以外の骨材についてはペーストよりも骨材の剛性がかなり大きく、モルタルの静弾性係数が骨材の影響を大きく受けたためと考えられる。

Fig.3 および Fig.4 は、それぞれ珪砂およびスチールビーズを用いたモルタルの圧縮強度と静弾性係数の関係を示したものである。珪砂を用いたモルタルは、圧縮強度と静弾性係数の間に比例関係があるが、スチールビーズの場合は、相関が低い。これはスチールビーズの容積の増加による静弾性係数の増加率に対し、圧縮強度の増加率が小さいためである。