

報告 超軽量骨材を用いたコンクリートの比強度の向上

中西正俊*¹・篠崎明夫*²・九々正武*³・友竹博一*⁴

要旨：抗火石微粉末の焼成骨材を使用した超軽量コンクリートについて検討を重ねてきたが、低比重（比重1.1 以下）で更に一層の比強度の向上をはかるため、上記骨材に加えて中空微小球の高強度セラミックフィラーを加え、比重 1.1以下で材令28日圧縮強度300kgf/cm²以上のコンクリートを得た。さらに、筆者らの既発表のデータ等の比重と比強度との関係を検討し、今回得られた結果は、低比重（比重1.1 以下）で最も大きい比強度であることを示した。

キーワード：抗火石、超軽量骨材、超軽量コンクリート、比強度

1. はじめに

抗火石（多孔質黒雲母流紋岩、東京都新島産）微粉末を造粒、焼成して得られた、絶乾比重0.6～0.9の超軽量骨材の基礎物性、ならびに、この骨材を使用して得られた、目標気乾比重1.4（未満）の超軽量コンクリートの圧縮強度を中心とした基礎物性、圧縮強度と水セメント比との関係、ならびに同コンクリートの高強度化および破壊過程の解析はすでに報告した[1][2][3]。

本報告は、低比重（比重1.1 以下）で更に一層の比強度の向上をはかるために行った実験の結果を報告するとともに、筆者らの既発表のデータ等の比重と比強度との関係を検討したものである。

2. 低比重高比強度のコンクリートに関する実験

2. 1 使用材料とコンクリートの調査

(1) 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は中空微小球（高強度セラミックフィラー）（外国産）（記号：MC）および造粒型超軽量細骨材（記号：NS1, NS2）、粗骨材は造粒型超軽量粗骨材（記号：NG1, NG2）、混和材料はナフタリンスルフォ

表一 1 使用した骨材の物性

記号	絶乾比重	表乾比重	24時間吸水率(%)	粒度範囲(mm)
MC	0.76	0.76	0.31	0.02～0.3
NS1	0.72	0.81	12.2	2.5～5
NS2	0.87	1.00	15.6	1.2～2.5
NG1	0.80	0.83	3.8	10～15
NG2	0.92	0.97	5.0	5～10

ン酸塩系の高性能減水剤、空気量調整剤、ならびにシリカ質混和材で、使用した骨材の物性を表一 1 に示す。

*1 清水建設(株)技術本部、工博（正会員）

*2 清水建設(株)建築本部部長

*3 清水建設(株)建築本部（正会員）

*4 秩父小野田(株)建材研究所、建材グループ（正会員）

(2) 調合

コンクリートの調合を表一2に示す。

表一2 コンクリートの調合

No.	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)							
			水 W	セメント C	細骨材 MC	細骨材 S1	細骨材 S2	粗骨材 G1	粗骨材 G2	シリカ質 混和材
1	45.5	48	150	330	95	34	167	95	235	-
2	50.0	48	165	330	92	33	161	96	227	17.5

注：No.2の水結合材比は47.5%である。

2. 2 試験結果

(1) フレッシュコンクリート

フレッシュコンクリートの試験結果を表一3に示す。スランプ、空気量、単位容積質量はそれぞれJIS A 1101, JIS A 1118, JIS A 1116によった。

表一3 フレッシュコンクリートの試験結果

No.	スランプ (cm)	スランプフロー (cm)	空気量 (%)	単位容積質量 (kg/m ³)
1	23.0	43.0	6.2	1090
2	23.0	-	6.3	1089

(2) 硬化コンクリート

硬化コンクリートの試験結果を表一4に示す。ただし、蒸気養生の方法は前置養生時間2時間、前置養生温度20℃、昇温速度20℃/時間、最高温度50℃、最高温度保持時間2.5時間（以後自然徐冷）とした。

表一4 硬化コンクリートの試験結果

No.	圧縮強度 (kgf/cm ²)				割裂引張強度 (kgf/cm ²)	
	蒸気養生		標準養生		蒸気養生	標準養生
	7日	28日	7日	28日	28日	28日
1	235	276	213	262	21.4	20.6
2	286	323	264	304	19.2	18.1

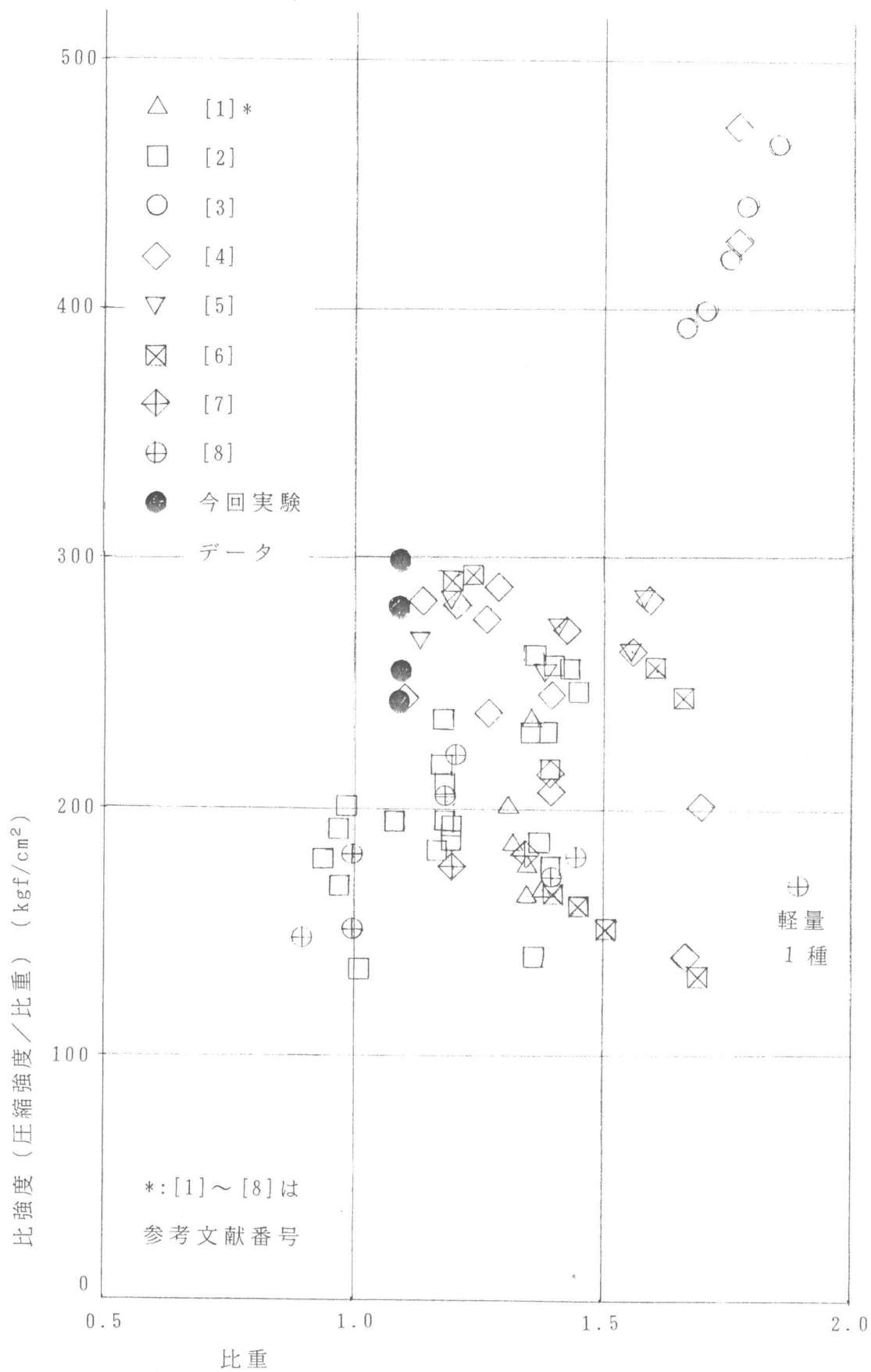
2. 3 考察

表一4によると、材齢28日圧縮強度は、調合No.1では蒸気養生、標準養生で、それぞれ276、262kgf/cm²、調合No.2では、それぞれ323、304kgf/cm²であり、調合No.1、2の比重を、それぞれ、1.090、1.089とすると、比強度（圧縮強度/比重）は、調合No.1では蒸気養生、標準養生で、それぞれ253、240、調合No.2では、それぞれ297、279となり、低比重（比重1.1以下）ではかなり大きい比強度が得られた。

3. 比重と比強度との関係

3. 1 筆者らの既発表のデータ等の比重と比強度との関係

筆者らの既発表の材齢28日圧縮強度のデータ、公表された市販超軽量コンクリートのデータ、ならびに、今回実験の材齢28日圧縮強度のデータによる、比重と比強度（圧縮強度/比重）との関係を図一1に示す。



図一1 筆者らの既発表のデータ等の比重と比強度との関係

3. 2 考察

図一1に示すように、筆者らの既発表の材齢28日圧縮強度のデータ、ならびに公表された市販超軽量コンクリートのデータによる、比重と比強度（圧縮強度／比重）との関係は、比重1.6以上では、比強度（圧縮強度／比重）は400以上得られているケースもあるが、比重が低い（比重1.1以下）の場合の比強度は200以下である。さて、今回実験データによる比強度3. で述べたように、240～297となり、低比重（比重1.1以下）では、筆者らの既発表のデータ、ならびに公表された市販超軽量コンクリートのデータと比較すると、最も大きい比強度がある。

4. まとめ

抗火石微粉末の焼成骨材を使用した超軽量コンクリートについて検討を重ねてきたが、比重（1.1以下）で更に一層の比強度の向上をはかるため、上記骨材に加えて中空微小球の高密度セラミックフィラーを加え、比重1.1以下で材齢28日圧縮強度300kgf/cm²以上のコンクリートを得た。さらに、筆者らの既発表のデータ等の比重と比強度との関係を検討し、今回得られた結果は、低比重（1.1以下）で最も大きい比強度であることを示した。

謝辞

本報告の作成にあたり、清水建設㈱の内藤憲一氏、秩父小野田㈱の金子純氏、㈱エスシープレコンの河村光昭氏、関口好氏、畑中孝之氏、多久寿一氏、ならびに新島物産㈱の木村薫に多大の協力をいただいた。ここに厚く感謝いたします。

参考文献

- 1) 中西正俊・九々正武・篠崎明夫・内藤憲一：抗火石微粉末の焼成骨材を使用した超軽量コンクリートの諸物性、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.10, No.2, pp.595-600, 1988.6
- 2) 中西正俊・九々正武・篠崎明夫・内藤憲一：抗火石微粉末の焼成骨材を使用した超軽量コンクリートの圧縮強度と水セメント比との関係、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.12, No.1, pp.727-732, 1990.6
- 3) 中西正俊・内藤憲一・木村 薫・篠崎明夫：抗火石微粉末の焼成骨材を使用した軽量コンクリートの高強度化、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.15, No.1, pp.43-46, 1993.6
- 4) 九々正武・中西正俊・篠崎明夫・内藤憲一：超軽量骨材を用いた高強度コンクリート材の開発（その1）、日本建築学会大会学術講演梗概集（関東）、2937, pp.27-28, 199
- 5) 建築施工技術・技術審査証明報告書 第9304号、超軽量骨材「エヌエルライト」、（財）日本建築センター、平成 5年10月
- 6) 九々正武・梶田佳寛・齊藤豊・篠崎明夫・中西正俊：超軽量骨材を用いた構造用コンクリートの基礎的性質（その1）、日本建築学会大会学術講演梗概集（東海）、1195, pp.387-390, 1994.9
- 7) 日経アーキテクチャー、1994.11.7 日号
- 8) 各社技術資料