

大阪市立大学工学部 学生員 ○福永敏晴
日本セメント(株) 建材事業部 森 安仁
大阪市立大学工学部 正会員 眞嶋光保

1. まえがき

「軽くて強い」は構造材料として望ましい性質である。軽量骨材はコンクリートの過大な自重を軽減し、かつ比強度を高くすることができる。また、強度を犠牲にすることになるが、断熱性や遮音性に優れたコンクリートの作製を可能にする軽量骨材もある。軽量骨材は人工で製造できるので、良質細骨材枯渇に対する対策としても考えられている。人工軽量骨材コンクリートは、現在のところ建築で多く用いられ、土木構造用としては普及が進んでいない。今後土木構造用として利用していくためには、軽くて堅くて強い人工軽量骨材コンクリートが求められており、基本的力学特性である弾性の性質の向上が必要となってくる。本研究では、人工軽量骨材コンクリートの弾性係数が、どのような要因で高くなるかについて検討することを目的とする。

2. 実験計画

本研究に使用した材料を表1に示す。作成した供試体（円柱供試体φ10×20）の要因と水準を表2に示す。材齢は7日と28日の水中養生とする。粒度については規定の粒度分布範囲の上限および下限、その中間になるように決定する。その割合により各3つずつ実積率を求め

表1 使用材料

セメント			普通ポルトランドセメント、比重3.16
骨材	普通	粗骨材	表乾比重2.60、FM6.69、実積率58.5%
		細骨材	表乾比重2.54、FM2.64、実積率60.9%
	軽量	粗骨材	表乾比重10~15mm1.63、5~10mm1.72 FM6.37、実積率65.1%
		細骨材	表乾比重1.96、FM2.98、実積率63.9%
	高密度軽量	粗骨材	表乾比重10~15mm1.77、5~10mm1.81 FM6.48、実積率63.4%
混和材	シリカフェューム		比重2.20、粉末度 $1.35\times10^5\text{cm}^2/\text{g}$
	石灰石粉		比重2.62、粉末度 $3.67\times10^3\text{cm}^2/\text{g}$

る。また硬化コンクリートの評価のための試験項目を表3に、基本配合とした軽量粗骨材と普通細骨材を用いた場合の配合(容積一定1m³)を表4に示す。骨材の他の組合せの場合はこの配合を基本にして決定した。

表2 作成した供試体の要因と水準

要因	水準
粗骨材	普通、軽量、高密度軽量
細骨材	普通、軽量
混和材	シリカフェューム、石灰石粉
粒度	標準、細粒、粗粒
置換率	セメント重量の10%、20%、30%

表3 試験項目と方法

試験項目	試験方法
弾性係数	最大荷重の1/3の荷重と荷重10kNの繰り返し載荷により除荷時の応力ひずみ曲線の傾き
圧縮強度	JIS A 1108
ポアソン比	ひずみゲージ貼付による
実積率	粗骨材と細骨材を合成した骨材の実積率

表4 軽量粗骨材と普通細骨材を用いた場合の配合

配合項目	W/C (%)	s/a (%)	空気量 (%)	水 W	セメント C	普通細骨材 S	軽量粗骨材 G 10~15mm	軽量粗骨材 G 5~10mm
質量(kg)	35	46	4.5(%)	160	457	758	258	332
体積(ℓ)			45	160	145	299	158	193

3. 試験結果と考察

実験で求めた供試体の密度、実積率、圧縮強度、弾性係数、ポアソン比を図1~6に示す。

Toshiharu FUKUNAGA, Yasuhito MORI, Mitsuyasu MASHIMA

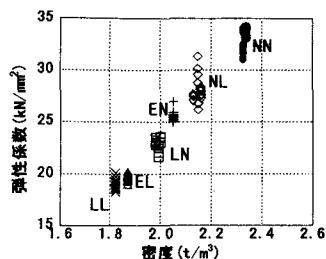


図1 弾性係数と密度の関係

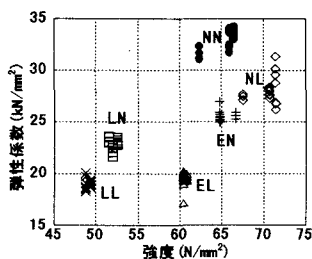


図2 弾性係数と強度の関係

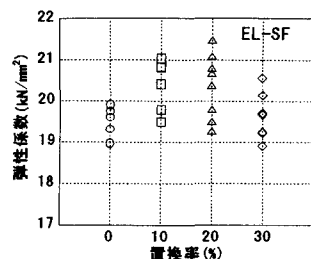


図3 シリカフューム置換率と弾性係数の関係

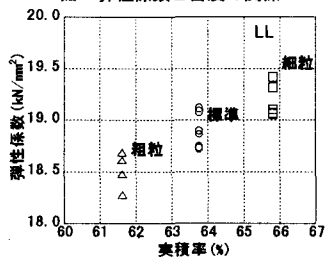


図4 弾性係数と実積率の関係

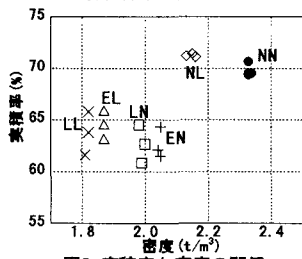


図5 実積率と密度の関係

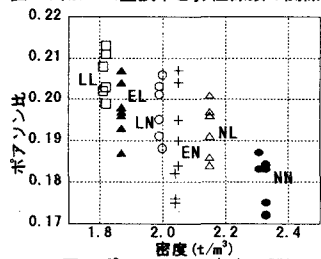


図6 ポアソン比と密度の関係

図中 L は軽量、N は普通、E は高密度軽量粗骨材、SF はシリカフューム、LM は石灰石粉を表す。前の文字が粗骨材、後の文字が細骨材を示している。EL-SF は高密度軽量粗骨材と軽量細骨材、そしてシリカフュームを用いた場合である。

(1) 図 1 から、すべての骨材の組合せにおいて密度が高くなれば、弾性係数も大きくなった。

(2) 図 2 から、普通粗骨材と軽量細骨材を用いた場合は普通粗骨材と普通細骨材を用いた場合よりも、弾性係数は約 5kN/mm^2 小さくなったが、他に比べて高剛性を示した。高密度軽量粗骨材と普通細骨材を用いた場合は、軽量粗骨材を用いた中でもっとも高強度、高剛性を示した。高密度軽量粗骨材と軽量細骨材を用いた場合と軽量粗骨材と軽量細骨材を用いた場合は約 20kN/mm^2 を示した。

(3) 図 3 より、高密度軽量粗骨材と軽量細骨材を用いた場合は、シリカフュームで置換した場合、置換率 0% よりも弾性係数が大きい。シリカフューム置換率 10% から 20% の間で弾性係数の値にピークが見られた。またこの傾向は、高密度軽量粗骨材と普通細骨材を用いた場合以外でみられた。

(4) 図 4 より、粒度の変化によって実積率が変化し、弾性係数は実積率の増加に伴い増加した。ばらつきはあるが、その傾向は他の骨材の組合せでも見られた。

(5) 図 5 から、軽量骨材を用いた場合では、骨材の組合せが同じであれば粒度の変化に伴い実積率は増加するが、密度の変化は見られないことが分かった。密度と実積率は全体としては相関関係にないが、骨材の組合せが同じであれば相関関係にあると考えることができる。

(6) 図 6 より、ポアソン比について、密度が小さくなるにつれてポアソン比が大きくなる傾向があった。

4. まとめ

- 1) シリカフュームをセメントと 10~20% 置換すると、強度の増加、弾性係数の増加がみられた。シリカフュームの充填材としての効果が表れていると考えられた。
- 2) 軽量骨材から普通骨材まで組合せに関係なく、密度と弾性係数に比例関係がみられることがわかった。
- 3) 骨材の組合せが同じであれば、軽量骨材コンクリートの密度の変化は小さく、粒度の変化に伴い実積率が増加し、弾性係数は増加する傾向にあった。

参考文献 1) 土木学会、人工軽量骨材コンクリート設計施工マニュアル、pp55~63、1985。

2) 人工軽量骨材協会、人工軽量骨材コンクリート技術資料 No.4、pp1~5、1987。

3) 日本材料学会、新建設材料実験、pp44~59、pp85~88、pp125~127、1992。