

V-340

超軽量人工骨材を用いたコンクリートの圧縮強度と比重に関する基礎的実験

立命館大学大学院

学生員 池上浩太郎

立命館大学大学院

学生員 吉田 信也

立命館大学理工学部 正会員 尼崎 省二

1. はじめに

近年、土木構造物の巨大化や建築物の高層化に伴い、コンクリートの高強度化、軽量化が必要とされており、これまでも軽量コンクリートの研究は多くなされてきた。本研究では、比重0.9未満の超軽量人工骨材を構造コンクリート用骨材として適用するため、プレストレスの導入可能な圧縮強度40MPaを目標として、天然骨材を人工軽量骨材に置換した場合のコンクリートの強度を調べたものである。

2. 実験概要

実験では表1及び2に示す骨材を用いた。高強度コンクリートを目的とし $W/C=35\%$ として、表3に示す基本配合から、①細骨材のみ、②粗骨材のみ、③細粗両骨材同時、さらに④細骨材が100%人工骨材の状態から粗骨材を人工骨材に置換してコンクリート供試体を作製した。なお、置換は骨材体積比25%単位とした。JIS A 5002（構造用軽量コンクリート骨材）の粒度分布に最も近くなるよう人工細骨材は $N1:N2:N3=0.15:0.17:0.68$ 、人工粗骨材は $G2:G3=0.45:0.55$ で混合し使用した。ここで使用した人工粗骨材の10%破碎値は30kNである。

セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、練混ぜは強制練りミキサーを用い空練り30秒、本練り2分間とした。このとき、予備実験よりスランプが10～15cmの範囲では締固めが困難であるので、フレッシュコンクリートのスランプフローが50～55cmになるよう高性能AE減水剤の量を調節し、また材料分離を防ぐため増粘剤を使用した。混和剤の性質を表4に示す。圧縮試験は材齢3、7、28日でJIS A 1108に準じて行った。

3. 結果

図1に骨材置換率と材齢28日の圧縮強度を、図2には人工骨材率（人工骨材体積/全骨材体積）と圧縮強度の関係を示す。28日圧縮強度は細骨材置換よりも粗骨材置換のほうが骨材置換率に伴う強度低下が大きい傾向がある。また、人工骨材率が同程度のとき、常に粗骨材置換よりも細骨材置換の強度が大きい。このことから、人工粗骨材強度は人工細骨材強度よりも低いと考えられる。細粗両骨材置換

表1 人工骨材の化学組成

組成成分	重量百分率 (%)
SiO ₂	72.0～78.0
Al ₂ O ₃	12.0～17.0
CaO + MgO	0.8～1.6
K ₂ O + Na ₂ O	5.0～10.0

表2 骨材の物性

種別	種類	比重	吸水率
天然細骨材	野洲川産川砂	2.60	2.16
天然粗骨材	高槻産硬質砂岩碎石	2.71	1.07
人工細骨材	N-1 4.75mm～2.36mm	0.65	8.4
	N-2 2.36mm～1.18mm	0.68	7.5
	N-3 1.18mm～0.59mm	0.86	8.5
人工粗骨材	G-2 15.0mm～9.50mm	0.45	3.1
	G-3 9.50mm～4.75mm	0.87	5.3

表3 基本示方配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
		W	C	S	G
35	45.4	175	515	711	892

表4 使用混和剤

	主成分	標準使用量
高性能AE減水剤	ホリカルボン酸エチル系	セメントの1.1%
増粘剤	水溶性セルロースエーテル	300～600g/m ³

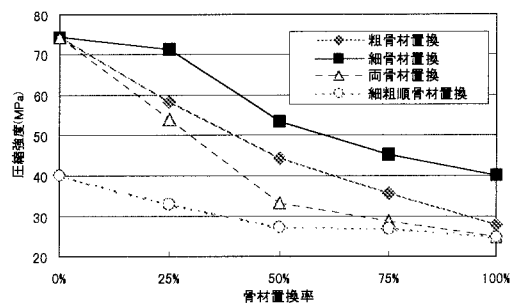


図1 骨材置換率と圧縮強度（材齢28日）

keywords : 超軽量人工骨材、比重、置換率、圧縮強度

連絡先 : 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 立命館大学理工学部土木工学科 Tel077-561-2726

では、100%置換で強度は約 65%低下しているが、50%置換で強度は約 50%低下している。置換率が50%を越えると、50%未満のときに比べて強度低下は小さくなっている。このことから人工骨材は置換率が低いうちから圧縮強度の低下に大きな影響を与え、全骨材中の人工骨材体積が 50%を越えるとその影響は頭打ちの状態になると考えられる。そこで、コンクリートの圧縮強度を 40MPa 以上に保つためには人工骨材率を 50%未満にし、さらに細骨材置換率よりも粗骨材置換率を低くする必要があると考えられる。

図3に材齢と圧縮強度の関係を示す。骨材置換率が増加すると、材齢による強度の発現が小さくなる傾向がある。特に細粗両骨材置換 50%以上及び、細粗順置換では7日から 28 日までの強度の発現は小さい。このことから、全骨材中の人工骨材率が高いと、ペースト強度が増進しても骨材の強度が低いため、骨材の先行破壊によりコンクリートが破壊するものと考えられる。

図4に骨材置換率と比重の関係を示す。コンクリートの比重は、骨材置換率の増加にほぼ比例して減少している。細骨材置換と粗骨材置換の比重減少の傾向が異なる理由は、人工細骨材のほうが人工粗骨材よりも比重が大きいことが挙げられる。

図5に比重と圧縮強度の関係を示す。同程度の比重の場合、粗骨材置換よりも細骨材置換のほうが圧縮強度は大きい。これは人工粗骨材の強度が、人工細骨材の強度よりも劣っているためと考えられる。比重が2以下に着目すると、細骨材 100%置換で比重 1.93、圧縮強度 42.4MPa とプレストレスの導入が可能な値を示している。

4. まとめ

本実験の結果をまとめると以下ようになる。

- ①圧縮強度に関しては人工骨材置換率が低いうちから人工骨材の影響が顕著に現れるが、全骨材中の人工骨材率が 50%を越えるとその影響もほぼ頭打ちの状態になる。また粗骨材と細骨材では、粗骨材置換のほうが影響は大きい。
- ②全骨材中の人工骨材率が 50%を越えると、材齢による強度の発現は小さくなる。
- ③圧縮強度のみについては軽量コンクリートとして構造物に適用可能な値を得ることができる。その場合、人工骨材率を 50%未満にし、なおかつ粗骨材置換率を低くすることが必要である。

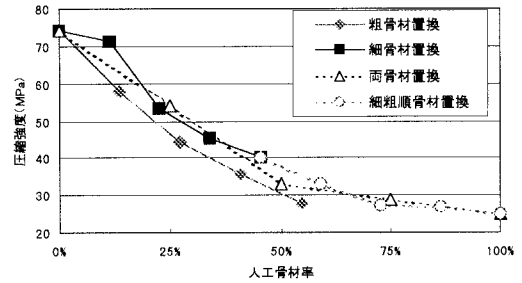


図2 人工骨材率と圧縮強度

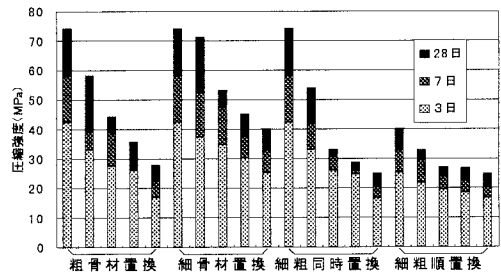


図3 材齢と圧縮強度

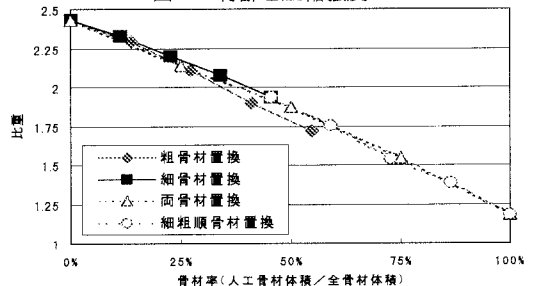


図4 人工骨材率と比重

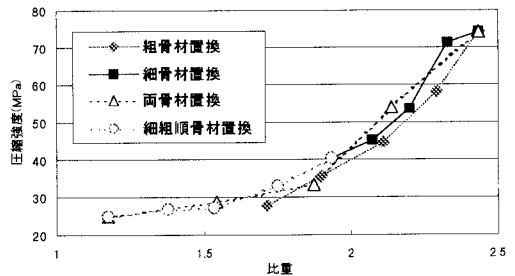


図5 比重と圧縮強度