

V-152 使用骨材の選定が軽量コンクリートの強度発現に及ぼす影響

太平洋セメント(株) 研究本部 清澄研究所 正会員 榎木隆 正会員 岡本享久
正会員 石田聡 早野博幸

1. はじめに

構造物の軽量化による地震力の低減、製品の運搬・設置など施工時の負荷低減などの目的で各種軽量コンクリートが使用されているが、最近では軽量骨材の高品質化により更なる軽量化、また高強度・高耐久化の可能性が見出されている。軽量化と高強度化とを高レベルでバランスさせ高性能の軽量コンクリートを製造するためには高性能の軽量粗骨材、細骨材が必要であるとともに、要求品質に応じてこれらを最適条件で組み合わせ使用する配合技術が必要である。ここでは比重の異なる2種類の造粒型軽量粗骨材その他を用いて、使用骨材の選定がコンクリートの強度性状に及ぼす影響を検討した結果について述べる。

2. 使用材料

使用材料の一覧を表1に、また使用材料中の各軽量骨材の物性を表2に示す。

本実験で使用した造粒型の軽量粗骨材(HLA1.2、HLA0.85)は、非造粒型軽量粗骨材と比較して低比重、低吸水性である。また、HLA0.85に比べて高比重タイプのHLA1.2は、骨材自身の強度を表す圧壊荷重が30%程度増大している。細骨材については、造粒型軽量細骨材(HLAS)、

非造粒型軽量細骨材(LAS)、および従来より左官用、園芸用などに使用されているパーライトを高強度化・低吸水性化した硬質パーライト細骨材

(KPS1)を使用した。粗骨材と同様に造粒型のHLASはLASと比較して低比重、低吸水性である。ただし細粒部分を欠くため、硬質パーライト細粒品(KPS2)と混合使用した。

3. 使用材料の組合わせとコンクリートの配合

使用材料の組み合わせとコンクリート配合条件は表3のとおりである。

4. 試験項目と方法

圧縮強度試験(JIS A 1108)および静弾性係数試験(JSCE-G502)を実施した。試験材齢は、標準養生7,28日、蒸気養生後1日(脱型時)および蒸気養生後気中養生14日とした。(ここでは標準養生28日、蒸気養生後気中14日の結果について述べる。)

キーワード：人工軽量骨材、造粒型軽量骨材、軽量コンクリート、圧縮強度、単位容積質量

〒135-8410 東京都江東区清澄1-2-23、TEL.03-3642-7174、FAX.03-3643-2047

表1 使用材料

種 類		記号
セメント	早強ポルトランドセメント(比重3.13)	—
粗骨材	造粒型軽量粗骨材(絶乾比重1.2品)	HLA1.2
	造粒型軽量粗骨材(" 0.85品)	HLA0.85
細骨材	造粒型軽量細骨材	HLAS
	非造粒型軽量細骨材	LAS
	硬質パーライト細骨材1	KPS1
	硬質パーライト細骨材2(細粒品)	KPS2
	砕砂(表乾比重2.64, FM 2.98)	CS
混和剤	ポリカルボキ酸系高性能AE減水剤	—

表2 使用した軽量骨材の物性

	粗骨材			細骨材			
	造粒型 (HLA1.2)	造粒型 (HLA0.85)	非造粒型 (参考)	造粒型 (HLAS)	硬質パーライト1 (KPS1)	硬質パーライト2 (KPS2)	非造粒型 (LAS)
原料	真珠岩		膨張頁岩	真珠岩			
絶乾比重	1.19	0.83	1.25	1.02	1.11	1.20	1.68
24時間吸水率(%)	2.8	3.2	9.7	5.0	10.0	8.0	9.8
圧壊荷重*(N)	1400	1100	—	—	—	—	—
粒度(mm)	15~5	15~5	15~5	5~1.2	5以下	1.2以下	5以下

*圧壊荷重：直径14±1mmの骨材の1軸載荷試験時の破断荷重

表3 使用材料の組合せとコンクリート配合

配合No.	単位容積質量* (t/m ³)	粗骨材	細骨材の組合せ (vol%)	W/C (%)
1, 2, 3	1.82, 1.77, 1.76	HLA1.20	CS	30, 35, 40
4	1.56		CS:KPS1=30:70	30
5	1.54		LAS:KPS1=70:30	
6	1.68	HLA0.85	CS:KPS1=60:40	35
7	1.64		CS:KPS1=90:10	
8, 9, 10	1.58, 1.49, 1.47		CS:KPS1=40:60	30, 35, 40
11, 12, 13	1.50, 1.48, 1.45		LAS	
14, 15, 16	1.38, 1.33, 1.32		KPS1	32, 35, 40
17, 18, 19	1.35, 1.33, 1.30		HLAS:KPS2=55:45	

目標スランプ:18cm(単位水量150~160kg/m³)、目標空気量:5%
*標準養生28日供試体による

5. 結果と考察

(1) 各配合の強度比較

図1に各配合のセメント水比と標準養生28日強度の関係を示す。概ねコンクリートの単位容積質量に応じて圧縮強度も変化しているが、同程度の単位容積質量であっても粗骨材として比重の大きい(高強度の)HLA1.2を用いた場合の方が強度が大きいことがわかる。すなわち配合 No.4, 5 は No.8, 11 に比べて、また配合 No.6 は No.7 に比べて高強度である。コンクリートの単位容積質量が $1.5 \sim 1.7 \text{ t/m}^3$ 程度の範囲では組み合わせる軽量細骨材の種類により粗骨材として HLA1.2, HLA0.85 のどちらも使用可能であるが、強度発現の面からは、使用細骨材を軽量化しモルタル強度を低く抑えても、粗骨材として比重の大きい高強度のものを使用する方が有利であることが明らかとなった。

また使用する粗骨材が同一の場合でも細骨材の種類によりコンクリートの圧縮強度は変化する。例えば配合 No.4 と No.5 の比較では単位容積質量がほぼ同一でも No.4 の方が強度が大きい。これは細骨材種類や使用比率によりモルタル強度が変化するためと考えられる。

HLAS(造粒型軽量細骨材)使用の影響を見ると、配合 No.17,18,19 は配合 No.14,15,16 と比較して圧縮強度が 5 N/mm^2 程度(10%以上)増大している。従って HLAS 使用によりコンクリートの単位容積質量を 1.3 t/m^3 程度に抑えつつ、例えば非造粒型軽量骨材を用いた単位容積質量 1.5 t/m^3 程度のコンクリートと同程度の圧縮強度が得られることがわかる。また HLAS 使用により、他の配合条件においても更なる高強度化が期待出来ると考えられる。

(2) 蒸気養生強度

図2に標準養生28日強度と蒸気養生後14日気中養生強度との関係を示す。今回の結果では、後者は前者の概ね95%前後であった。

(3) 静弾性係数係数

図3に圧縮強度と静弾性係数係数の関係を示す。また図中に既往の関係式²⁾³⁾による曲線を記入した。これより、今回試験した各配合についても静弾性係数は圧縮強度および単位容積質量との関係により整理されることがわかった。

6. まとめ

(1)コンクリートの単位容積質量を同一とした場合、粗骨材に比重の大きい高強度のものを使用した方が高強度の軽量コンクリートを得る上で有利である。従って高強度タイプの造粒型軽量粗骨材の使用は軽量化と高強度化とを高レベルでバランスさせた高性能軽量コンクリートの製造に有効である。

(2) 造粒型軽量細骨材の使用も軽量コンクリートの高強度化に有効である。

【参考文献】1)岡本享久ほか：超軽量コンクリート，コンクリート工学，Vol.36，No.1，pp.48-52，1998. 1

2)A.M.Neville：Properties of Concrete(後藤・尾坂 監訳：コンクリートの特性)，技報堂，1979

3)友澤・野口：高強度・超高強度コンクリートの基礎的力学特性に関する調査，建築学会大会梗概集，1990

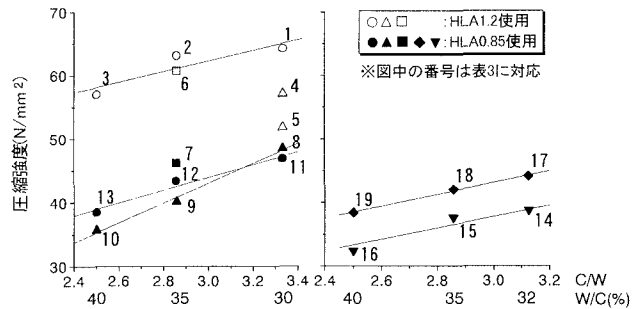


図1 セメント水比と圧縮強度の関係

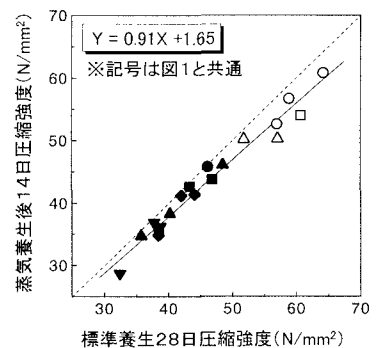


図2 標準養生28日強度と蒸気養生14日強度の関係

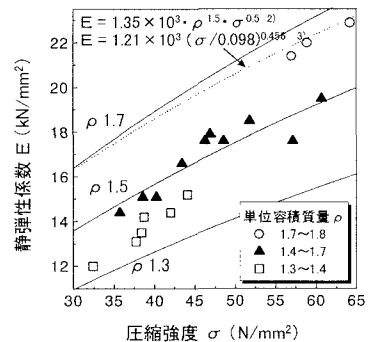


図3 圧縮強度と静弾性係数の関係