

凍結融解作用を受ける軽量骨材コンクリートの表層部の性状

太平洋セメント(株) 中央研究所 正会員 ○森 寛晃 正会員 河野 克哉
正会員 小幡 浩之 正会員 石川 雄康 正会員 岡本 享久

1. はじめに

近年、従来の軽量骨材と比べて低吸水性を有する軽量骨材が開発され、凍結融解抵抗性が格段に優れる軽量骨材コンクリートの製造が可能となっている。これは骨材の初期含水に起因する急激な凍害劣化が生じないためであり、こうした観点からは、ポップアウト現象やスケーリングなど表層からの劣化および表層部損傷箇所からの劣化進行が懸念される。本研究は、凍害を受けた軽量骨材コンクリートの表層部の損傷程度を定量的に把握するため、引抜き法¹⁾を適用することにより、配合条件ならびに試験環境の相違が表層部の強度性状に与える影響を検討したものである。

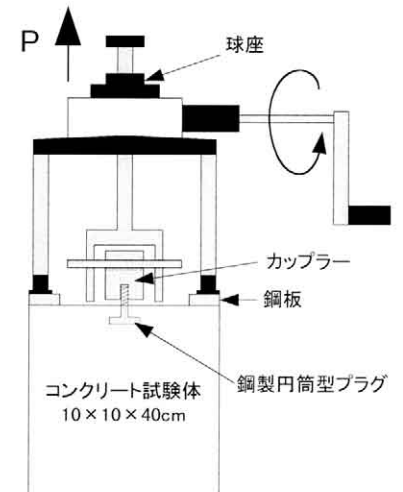
2. 実験概要

プラグを埋設した試験体を促進凍結融解試験に供し、所定のサイクルごとに引抜き試験を実施した。なお上記試験に先立ち、健全な試験体により軽量骨材コンクリートの基本的な表層強度性状を把握した。2種類の人工軽量骨材の物理的性質を比較に用いた粗骨材と併せて表—1に示す。

表—1 使用した粗骨材の物理的性質

記号	HLA	LA	CS
粗骨材種類	独立空隙型	従来型	天然碎石
原料および製造方法	真珠岩造粒型	膨張頁岩非造粒型	青梅産
絶乾密度(g/cm ³)	1.19	1.28	2.64
吸水率 (重量%)	24時間 1.90 2時間煮沸 4.66	12.5 32.0	0.76 -
最大寸法(mm)	15	15	15
粗粒率	6.48	6.47	6.51

2.1 プラグ引抜き試験：引抜き試験用試験体は10×10×40cm(あるいは10×7×40cm)の角柱であり、打設側面の両側には鋼製円筒型プラグ(φ15mm)を深さ7mmの位置に埋設してある。プラグ引抜き試験状況を図—1に示す。プラグはカップラーを介して引張試験器(日本建築仕上学会、容量1000kgf)の治具と連結され、引抜かれる構造となっている。測定項目は引抜き最大荷重であり、これをプラグ上面の断面積で除したものを表層強度として算出した。



図—1 プラグ引抜き試験状況

2.2 凍結融解促進試験：HLAコンクリートの配合条件を表—2に示す。水セメント比40%、単位粗骨材量350ℓ/m³(HLAは絶乾状態で使用)、目標空気量5.5±1.5%を標準とし、これにW/C=50%、煮沸吸水させた骨材を使用したものおよび目標空気量を2.0±0.5%に設定したものを加えた計4配合とした。プラグを埋設した試験体は材齢28日まで水中養生した後、ASTM C666 A法「急速水中凍結融解」およびB法「気中凍結水中融解」に準拠して凍結融解サイクル(5～6サイクル/1日、凍結切換5℃、融解切換-18℃、HLA0.4の中心温度制御)を与えた。また共鳴一次振動数および供試体質量測定用の試験体を別途作製し、引抜き試験と併せてこれらの測定も実施した。

表—2 コンクリートの配合条件および硬化性状

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)			粗骨材 HLA		空気量 ^{*1} (%)	圧縮強度 ^{*2} σ _c (N/mm ²)	静弾性係数 ^{*2} E _c (kN/mm ²)	見掛け密度 ^{*2} ρ _c (kg/ℓ)
			W	C	S	単位量(L/m ³)	含水状態				
HLA0.4	40	46.8	160	400	801	350	絶対乾燥	5.7(5.9)	41.3	22.5	1.80
HLA0.5	50	48.8		320	867			5.1(6.0)	36.1	20.8	1.79
HLA-S0.4	40	46.8		400	801		煮沸吸水	6.2(5.8)	40.9	21.9	1.82
non-AE	40	49.5			892		絶対乾燥	1.5(1.8)	53.9	25.4	1.89

^{*1}: 圧力法(骨材修正係数を考慮)による測定値。括弧内は重量法による測定値、^{*2}: 材齢28日にて測定

キーワード：人工軽量骨材、軽量骨材コンクリート、表層強度、凍害劣化、凍結融解試験環境

〒135-0024 東京都江東区清澄 1-2-23

TEL 03-3642-7171 FAX 03-3643-2047

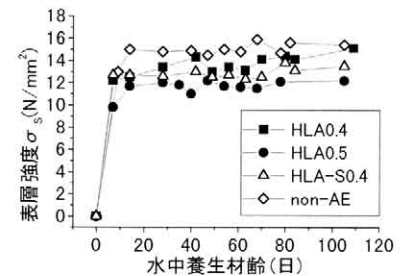
3. 実験結果および考察

3.1 軽量骨材コンクリートの表層強度：3種類の粗骨材を用いた標準配合コンクリートの引抜き試験結果を表—3に、また表—2に示すHLAコンクリートの材齢に伴う表層強度(以下、 σ_s と表記)の変化を図—2示す。なお表—3には σ_s を同材齢における圧縮強度 σ_c で除した σ_s/σ_c も掲載した。表—3によると軽量骨材コンクリートの σ_s は普通コンクリートと比べて小さく、材齢28日までの σ_s の増加割合も比較的小さいことが分かる。引抜き終了後の供試体には逆円すい状の破壊面が形成されるが、CSコンクリートは主として粗骨材とモルタルの界面で破壊するのにに対し、軽量骨材コン

表—3 プラグ引抜き試験結果

粗骨材 (含水状態)	材齢 (day)	圧縮強度 σ_c (N/mm ²)	表層強度 σ_s (N/mm ²)	σ_s/σ_c
HLA (絶乾)	7	33.6	12.2	0.36
	14	35.3	12.5	0.35
	28	41.3	13.4	0.32
	63	50.8	13.1	0.26
LA (表乾)	7	36.1	11.2	0.31
	14	37.9	12.8	0.34
	28	43.1	12.2	0.28
CS (表乾)	7	39.1	15	0.38
	14	45.3	16.5	0.36
	28	48.3	19.9	0.41

*配合条件は表—2に示すHLA0.4と同じ、粗骨材を置換



図—2 材齢に伴う表層強度の変化

3.2 凍結融解作用を受けた軽量骨材コンクリートの表層強度：凍結融解サイクルに伴う表層強度および相対動弾性係数の変化を試験環境別に図—3および図—4に示す。図—3は急速水中凍結融解法(以下、A法と表記)、図—4は気中凍結水中融法(以下、B法と表記)に準拠してサイクルを与えたものである。これによるとnon-AEはA法で100サイクル、B法で200サイクル付近から表層強度が低下

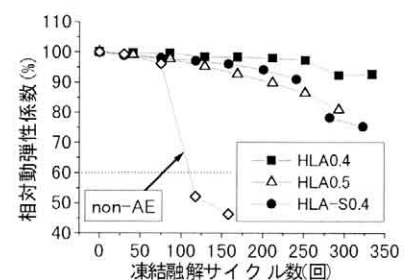
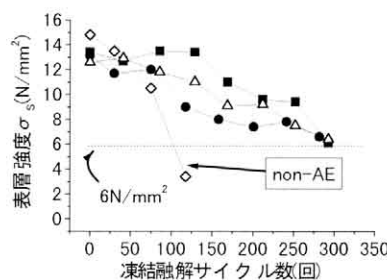
しており、いずれの試験環境でも明確な表層部の劣化損傷が確認された。それ以外の配合はB法ではほとんど表層強度は低下していないが、A法ではHLA0.4は150サイクル、HLA0.5とHLA-S0.4は100サイクルから表層強度が低下し始め、最終的に試験開始時の50%以下の値となった。一方、相対動弾性係数の変化を見るとHLA0.4は試験終了時まで90%以上、最も低下したHLA0.5でも70%以上を保持しており、優れた凍結融解抵抗性を示している。以上のことから水中で凍結融解サイクルを与える試験環境では、サイクルの繰り返しによりHLAコンクリートの表層部、とくに表層に分布する粗骨材が損傷を受けていることが推察される。

4. まとめ

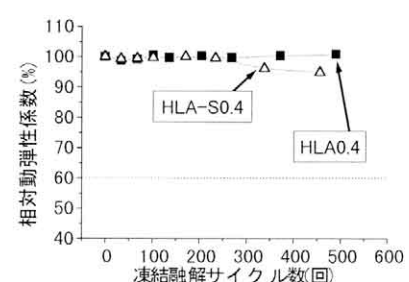
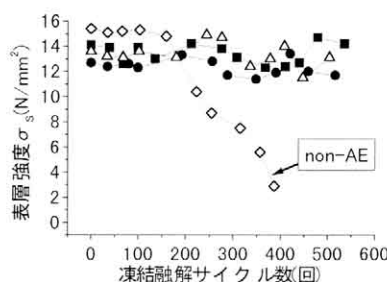
①軽量骨材コンクリートの表層強度は粗骨材強度に支配されるため、表層に分布する骨材の損傷程度を把握する上で有用な指標となる。

②低吸水性を有する軽量骨材を用いたコンクリートでは表層からの劣化進行が重要であり、試験環境によっては表層部が損傷を受けることが分かった。

[参考文献] 1)菅原隆, 庄谷征美, 佐伯昇: コンクリートの表層強度による耐凍害性の評価, セメント・コンクリート論文集, No.44, pp.418-423, 1990



図—3 表層強度および相対動弾性係数の変化(急速水中凍結融解法)



図—4 表層強度および相対動弾性係数の変化(気中凍結水中融解法)