

軽量コンクリートの硬化特性と塩化物イオン透過性について

東洋建設(株)大阪本店	正会員	○水谷 征治
同 上	正会員	前田 敏
東洋建設(株)美浦研究所	正会員	中村 亮太
同 上	正会員	佐野 清史
ニシキコンサルタント(株)	正会員	末岡 英二

1. はじめに

コンクリートの軽量化は、栈橋等の海洋構造物に作用する地震力の低減や浮体構造物への適用を図る有効な手段となる可能性がある。しかし、軽量骨材コンクリートは、ポンプ圧送時の加圧吸水によるコンシステンシーの低下や塩化物イオン透過に対する抵抗性に関する知見が少ないことから、海洋構造物への適用事例は少ない。本稿は、軽量骨材コンクリートの海洋構造物への適用のための基礎資料を得る目的で、ポンプ圧送性も考慮し、圧縮強度等の硬化特性と塩化物イオン透過性について調べた結果を報告するものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料及びコンクリートの配合

使用材料およびコンクリートの配合をそれぞれ表-1、表-2に示す。粗骨材には、一般的な構造用人工軽量骨材と超軽量骨材の2種類を用いた。構造用人工軽量骨材を用いた場合は、プレウェッチングにより表乾状態で用いたスランプ 18cm のコンクリートとした。一方、超軽量骨材を用いた場合は、製造工程上プレウェッチングが困難であり、施工中の吸水によるコンシステンシー低下が危惧されたため、高流動コンクリートなどでの適用を考えたが、写真-1に示すように骨材の浮き上がりによりコテ均しが困難であったため、スランプ 12cm のコンクリート（写真-2 参照）とした。

2.2 試験項目

硬化特性に関する試験として、圧縮強度試験、静弾性係数試験、および単位容積質量測定を実施した。試験は通常の JIS の方法に準じ、材齢 7 日、28 日で実施した。

塩化物イオン透過性試験は AASHTO T 227「急速塩化物イオン透過性試験」¹⁾に準じて行った。

3. 実験結果

(1) 単位容積質量

単位容積質量は、図-1に示すように構造用人工軽量骨材を用いたもので $1.7 \sim 1.8 \text{ t/m}^3$ 程度、超軽量骨材を用いたもので 1.5 t/m^3 程度で、配合上の設計値とほぼ同等であった。

表-1 使用材料

材料名			仕様
セメント			高炉セメントB 密度: $3.04(\text{g/cm}^3)$
人工軽量骨材	粗骨材	構造用人工軽量	主原料: 膨張頁岩、 $G_{\text{max}}=15\text{mm}$ 絶乾密度: $1.33(\text{g/cm}^3)$ 表乾密度: $1.67(\text{g/cm}^3)$ 含水率: 25.5(%)、吸水率: 25.5(%) 粗粒率: 6.24
		超軽量	主原料: 膨張頁岩、 $G_{\text{max}}=15\text{mm}$ 絶乾密度: $0.94(\text{g/cm}^3)$ 含水率: 0.5(%)、24時間吸水率: 12.0(%) 粗粒率: 6.52
	細骨材	構造用人工軽量	主原料: 膨張頁岩 絶乾密度: $1.67(\text{g/cm}^3)$ 表乾密度: $1.90(\text{g/cm}^3)$ 吸水率: 14.0(%)、粗粒率: 2.63
		天然骨材	茨城県笠間産 砕石(2005) 絶乾密度: $2.64(\text{g/cm}^3)$ 、表乾密度: $2.66(\text{g/cm}^3)$ 吸水率: 0.52(%)、粗粒率: 6.83、実積率: 59.8(%) 陸砂: 茨城県鹿島産 絶乾密度: $2.51(\text{g/cm}^3)$ 、表乾密度: $2.57(\text{g/cm}^3)$ 吸水率: 2.44(%)、粗粒率: 2.42
混和剤	AE減水剤	軽量骨材(AE-1)	リグニンスルホン酸とポリカルボン酸エーテルの複合体
		天然骨材(AE-2)	リグニンスルホン酸化合物とポリオール複合体

表-2 コンクリートの配合

種類	記号	粗骨材最大寸法(mm)	単位容積質量(kg/m ³)	スランプ(cm)	空気量(%)	W/C(%)	s/a(%)	単位量(kg/m ³)				混和剤	
								W(kg)	C(kg)	S(kg)	G(kg)	AE-1 C×%	AE-2 C×%
構造用人工軽量	L40	15	1,722	18	5.5	40	44.9	170	425	542	585	1.30	-
	L45	15	1,705	18	5.5	45	46.2	170	378	572	585	1.00	-
	L50	15	1,690	18	5.5	50	47.8	165	330	610	585	1.00	-
超軽量	SL40	15	1,485	12	5.5	40	46.5	180	450	545	310	1.30	-
天然骨材	N50	40	2,280	12	4.5	50	46.5	165	330	774	1011	-	0.25



写真-1 スランプ フロー 600mm



写真-2 スランプ 12cm

キーワード: 軽量骨材コンクリート, 人工軽量骨材, 硬化特性, 塩化物イオン透過性

連絡先: 〒541-0043 大阪府大阪市中央区高麗橋 4-1-1 東洋建設(株)大阪本店土木技術部 TEL 06-6209-8775

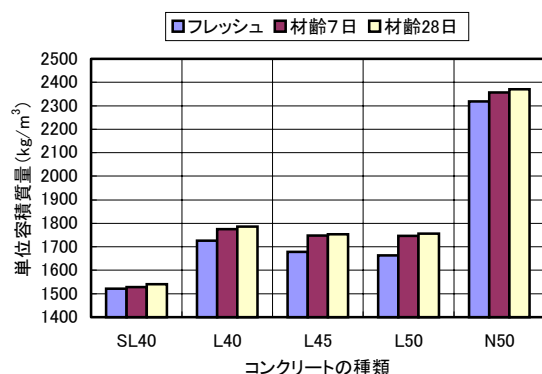


図-1 単位容積質量試験結果

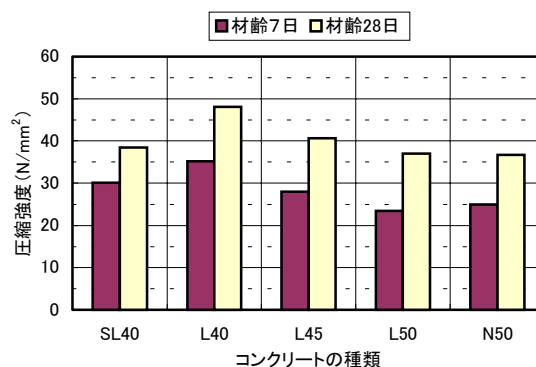


図-2 圧縮強度試験結果

(2) 圧縮強度および静弾性係数試験

図-2 に圧縮強度試験結果を示す。同等の圧縮強度を得るための水セメント比は、普通天然骨材を用いた場合と比較して、構造用人工軽量骨材を用いた場合で同等程度、超軽量骨材を用いた場合で 5～10%程度小さいことがわかった。また、W/C=40%で構造用人工軽量骨材と超軽量骨材の場合を比較すると、前者の方が材齢 28 日で 10N/mm²程度大きい。これは、超軽量骨材が骨材中空隙が多く低強度であるため、構造用人工軽量骨材に比較して、モルタルに先行して破壊した骨材が多かったためと考えられる。

圧縮強度と静弾性係数の関係を、図-3 に示す。構造用人工軽量骨材を用いた場合は、RC 示方書に示される軽量コンクリートの関係式²⁾と良く合致したが、超軽量骨材を用いた場合の静弾性係数は、その関係式から求められる値の 80%程度となった。

(3) 塩化物イオン透過性

塩化物イオン透過抵抗性は何れのコンクリートも AASHTO 基準の透過電流量による塩化物イオン透過性評価によると、表-3 に示す「Very Low」のランクとなった。

(図-4 参照)

4. まとめ

(1)超軽量骨材を用いたコンクリートでは、天然骨材あるいは構造用人工軽量骨材を用いたコンクリートと同等の圧縮強度を得るには水セメント比を 5～10%程度小さく

設定する必要がある。また、静弾性係数は構造用人工軽量骨材を用いたコンクリートの 80%程度となる。

(2)急速塩化物イオン透過性試験によれば、何れの軽量骨材を用いたコンクリートも良好な塩化物イオン透過抵抗性を有する。

最後に、本実験に際し多大なご支援、ご協力頂いた日本メサライト工業(株)様、(株)ポゾリス物産様に対し紙面を借りて深謝致します。

参考文献

1) AASHTO DESIGNATION : T 277 「Rapid Determination of the Chloride Permeability of Concrete」

2) 土木学会：[平成 8 年制定]コンクリート標準示方書・設計編，p.25

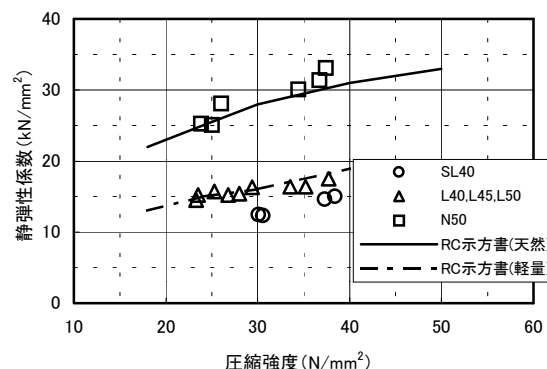


図-3 圧縮強度と静弾性係数の関係

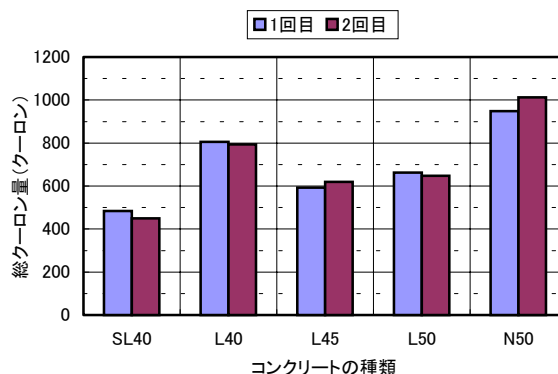


図-4 急速塩化物イオン透過性試験結果

表-3 電流量による塩化物イオン透過性評価の目安

電流量 (クーロン量)	塩化物イオン透過性
>4000	High
2000～4000	Moderate
1000～2000	Low
100～1000	Very Low
<100	Negligible