

高炉スラグ微粉末を混入した軽量コンクリートの 遮塩性および耐凍害性に関する基礎研究

技術本部 技術研究所 川畑智亮
 技術本部 技術研究所 鈴木雅博
 技術本部 技術部 諸橋克敏

1. はじめに

高度経済成長期に寒冷地の内陸部や沿岸部に建設された鋼道路橋の鉄筋コンクリート床版 (RC 床版) では、凍害および凍結防止剤の大量散布に伴う塩害、活荷重や交通量の増大による疲労等、複合劣化による損傷事例が多く報告されている。このような RC 床版の抜本的な対策として、近年、高品質高耐久な床版への取替え需要が高まっている。さらに、活荷重 (橋面構成の変更) の増加にともなう鋼主桁および下部工への負担軽減のため、床版の取替え時において床版の軽量化が求められるケースも少なくない。

軽量化に関しては、軽量コンクリート床版とすることが有効な手段として考えられるが、耐塩害性、耐凍害性での課題が生じる。このうち耐凍害性に関しては、ポリビニールアルコール繊維 (PVA) を混入することが軽量コンクリートにおいても効果的であることは、既報で明らかにしてきた。しかし遮塩性に関しては、高炉スラグ微粉末の混入が一般的には優れていることが知られているが、軽量コンクリートでの事例はほとんど無いのが現状である。

こうした背景から、工場製品のプレキャスト PC 床版を対象に、リサイクル材料の 1 つである高炉スラグ微粉末を混入した高強度繊維補強軽量コンクリートに関して塩分浸せき試験および凍結融解試験を実施し、耐塩害性、耐凍害性を検討した。

2. 試験概要

2.1 使用材料および配合

遮塩性の試験で用いた使用材料を表-1、写真-1、写真-2に、示方配合を表-2 に示す。軽量コンクリートの単位容積質量は 1.9t/m³ 以下となるように単位細骨材量と単位粗骨材量を決定した。なお、本配合には、骨材修正係数の加算は行っていない。

2.2 養生方法

蒸気養生の温度設定を図-1 に示す。蒸気養生後に関しては、

H および H-GL は気乾養生、BFS-GL は材齢 4 日まで湿らせた養生マットで覆う湿潤養生、その後は気乾養生とした。

2.3 供試体一覧

供試体一覧を表-3 に示す。遮塩性は JSCE-G 572-2007 (塩

表-1 使用材料

材料	仕様	記号
早強ポルトランドセメント	密度 3.14g/cm ³	H
高炉スラグ微粉末	比表面積 5900cm ² /g, 密度 2.91g/cm ³	BFS
石灰石砕砂	表乾密度 2.66g/cm ³ , 吸水率 1.19%, F.M.2.65	S
高性能軽量骨材	絶乾密度 1.27g/cm ³ , 骨材修正係数 3.0	GL
砕石	表乾密度 2.92g/cm ³ , 吸水率 0.88%, F.M.6.55	G
高性能減水剤	—	SP
AE 剤	—	AE
PVA 繊維 (ポリビニールアルコール)	繊維径 100μm, 繊維長 12mm	PVA



写真-1 高性能軽量骨材



写真-2 PVA 繊維

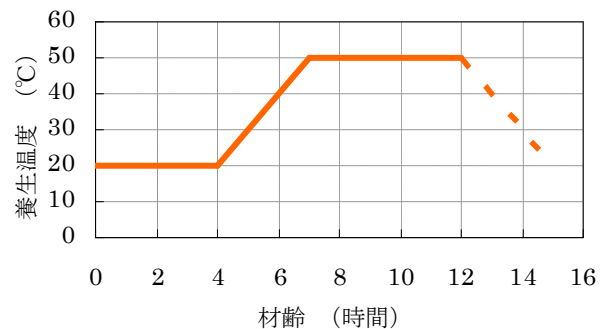


図-1 養生方法

表-2 示方配合

配合	W/B (%)	s/a (%)	Air (%)	単位量 (kg/m ³)							混和剤		密度 (kg/m ³)
				W	B		細骨材 S	粗骨材		PVA	SP (B×%)	AE (B×%)	
					H	BFS		GL(気)	G				
BFS-GL	32	48.6	5.0	155	242	242	819	419	—	1.95	0.50	0.05	1880
H-GL	32	49.1	5.0	155	484	—	835	419	—	1.95	0.70	0.05	1896
H	36	45.9	5.0	155	431	—	803	—	1040	—	0.50	0.01	2428

水浸せき試験) に準拠して行い、全塩化物イオン分布は電子線マイクロアナライザ (EPMA) 法により測定した。凍結融解試験は、JIS A 1148 の A 法に準拠し、水中凍結融解試験と真水の代わりに 3%mass の NaCl 溶液を用いた塩水凍結融解試験の 2 種類を実施した。空気量の規格値が $5 \pm 1.5\%$ の範囲とするため、凍結融解試験供試体は AE 剤にて空気量を調整し、危険側である空気量の下限值を目標に製作し、実施した。

表-3 供試体一覧

配合	試験名	目標空気量(%)	試験開始材齢(日)
H	塩水浸せき試験	5.0	14
H-GL	塩水凍結融解試験	3.5	
	塩水浸せき試験	5.0	
BFS-GL	標準凍結融解試験	3.5	
	塩水凍結融解試験		
	塩水浸せき試験	5.0	

3. 試験結果

3.1 塩水浸せき試験

浸せき期間は 365 日とし、分析の試験片は 40mm とした。EPMA 法による塩化物イオン濃度の面分析結果を用いて、式 (1) の拡散係数 D_c 、表面塩分濃度 C_0 を算出した。図-2 に BFS-GL と H-GL の塩化物イオン濃度の関係を、表-4 に見かけの拡散係数を示す。

その結果、塩化物イオン浸透性は軽量粗骨材を使用した H-GL が H と比較して低くなり、高炉スラグ微粉末を混入した BFS-GL ではさらに浸透性が低下した。

$$C(x,t) = C_0 \left(1 - \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{D_c \cdot t}} \right) \right) + C_i \quad (1)$$

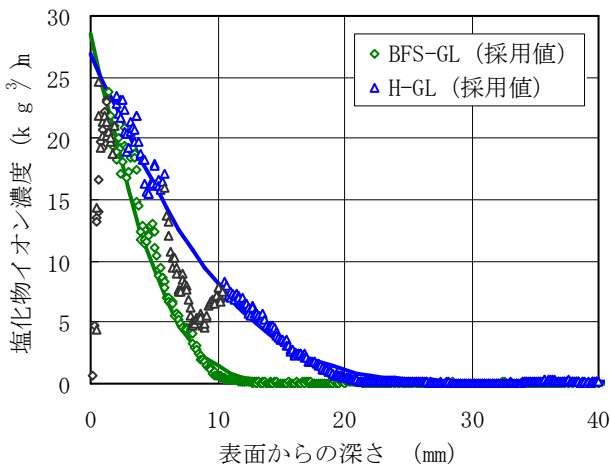


図-2 塩化物イオン濃度

表-4 塩水浸せき試験結果

配合	W/B	見かけの拡散係数 D_c (cm ² /年)	表面塩化物イオン濃度 C_0 (kg/m ³)	初期塩化物イオン濃度 C_i (kg/m ³)
H	0.36	0.705	29.6	0.146
H-GL	0.32	0.464	26.7	0.114
BFS-GL	0.32	0.128	28.6	0.019

3.2 凍結融解試験

凍結融解試験結果を図-3、図-4 に示す。相対動弾性係数はいずれも 300 サイクルまで低下がなく、規格 85% 以上を十分に満足する結果となった。

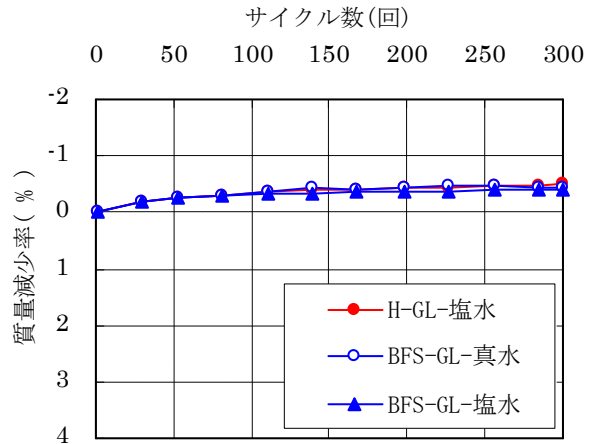


図-3 質量減少率

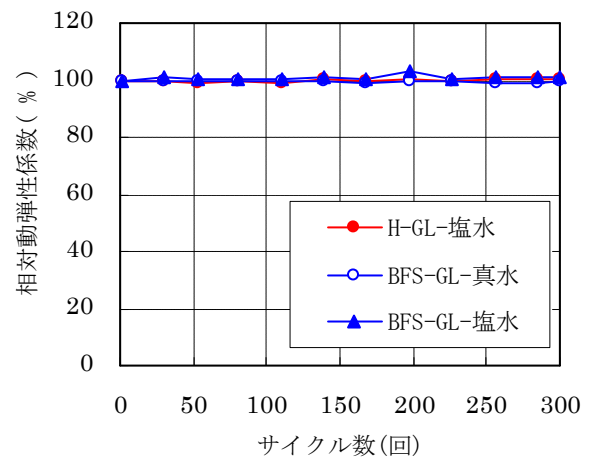


図-4 相対動弾性係数

4. まとめ

本試験研究から以下のことが明らかになった。

H-GL と BFS-GL との比較から、高炉スラグ微粉末を混入することによる遮塩性が高くなることが認められた。

空気量を許容値の下限值とした塩水凍結融解試験結果においても 300 サイクルでの相対動弾性係数に低下がなく、規格を十分に満足することが認められた。

Key Words: 高炉スラグ微粉末、軽量コンクリート、凍結融解、塩水浸せき、プレキャスト、床版



川畑智亮



鈴木雅博



諸橋克敏