

高炉スラグ微粉末置換コンクリートを使用したPCまくらぎの耐久性

(株) 富士ピー・エス 正会員 ○正木 守  
 九州旅客鉄道(株) 正会員 久楽 博  
 (公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 上田 洋  
 (公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 西尾 壮平

1. はじめに

本研究では、高炉スラグ微粉末置換コンクリートを使用した下級線用低コストPCまくらぎ(以下「TPCまくらぎ」)の耐久性試験を実施した。高炉スラグ微粉末にはブレン比表面積  $4000 \text{ g/cm}^3$  のものを使用し、アルカリシリカ反応抑制性能、中性化抵抗性、塩化物イオン浸透抵抗性の確認を行った。

2. 実験概要

高炉スラグ微粉末置換コンクリートの示方配合を表1に示す。セメントには早強セメントを使用し、ブレン比表面積  $4000 \text{ g/cm}^3$  の高炉スラグ微粉末をセメント重量の30%置換した。耐久性試験は(1)~(3)に示す方法で実施した。(2)と(3)の試験はまくらぎの上面・底面に相当する2面が開放面となるように表面被覆し、それぞれ、まくらぎ3本について実施した。耐久性試験に用いた試験片は、まくらぎを約100mmの輪切りにし、まくらぎ1本あたりから5体採取した。

表1 示方配合

W/B (%)	s/a (%)	質量(kg/m <sup>3</sup> )						
		W	C	BFS	S1	S2	G	SP
34.0	50.0	170	350	150	602	253	859	3.75

S1:石灰岩砕砂, S2:除塩海砂, G:ひん岩砕石

(1) アルカリシリカ反応抑制性能

アルカリ量の測定はJIS R 5202「セメントの化学分析方法」に定められる方法によって行い、セメントおよび高炉スラグ微粉末のアルカリ量を確認することにより評価した。

(2) 中性化抵抗性

JIS A 1153「コンクリートの促進中性化試験方法」に準拠した試験により中性化深さを測定し評価した。中性化深さの測定はJIS A 1153「コンクリートの中性化深さの測定方法」に定められる方法により、図1に示す位置で行った。

(3) 塩化物イオン浸透抵抗性

JSCE-G 572「浸せきによるコンクリート中の塩化物イオンの見掛けの拡散係数試験方法(案)」に準拠した試験により塩化物イオン浸透に関する評価を行った。全塩化物イオン量の測定はJIS A 1154「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」に従い、図2に示す位置から切り出した試験片を用いて行った。

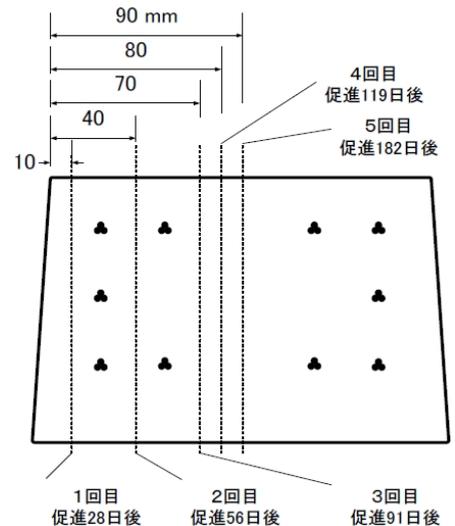


図1 中性化深さ測定位置

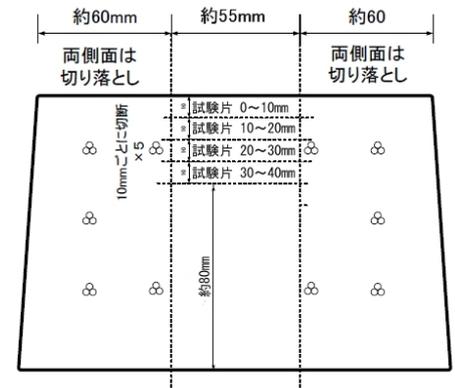


図2 塩分浸透深さ測定位置

3. 結果および考察

アルカリ量の測定を行った結果、セメント由来のアルカリ量は  $1.7 \text{ kg/m}^3$ 、高炉スラグ微粉末由来のアルカリ量は  $0.7 \text{ kg/m}^3$  であり、コンクリート中のアルカリ総量は  $2.4 \text{ kg/m}^3$  となった。国土交通省通達「アルカリ骨材反応抑

キーワード 高炉スラグ微粉末, 置換率, アルカリシリカ反応, 中性化, 塩化物イオン

連絡先 〒136-0071 (株) 富士ピー・エス 関東支店 江東区亀戸 2-26-10 TEL 03-5858-3161 FAX 03-5858-3162

制対策（土木構造物）実施要領<sup>1)</sup>では、セメント由来のアルカリ総量が  $2.5\text{kg/m}^3$  以下であることを確認すればよいとされている。今回使用したコンクリートのアルカリ総量は  $2.4\text{kg/m}^3$  であったことからアルカリシリカ反応は生じないと判断される。

中性化促進試験結果を図 3 に、促進期間 182 日における中性化促進試験状況を写真 1 示す。まくらぎ 3 本の中性化深さの平均値はまくらぎ底面において  $0.5\sim 1.5\text{mm}$  程度であった。測定結果を見ると、中性化深さは 56 日以降ほとんど進行していない。中性化が確認されたまくらぎ底面は、まくらぎ製造時のコンクリートの打設面である。打設面ではブリーディングや浮遊した微粒分などの影響により最表層にレイタンスが発生する場合があります。測定結果の推移から、これらが主要因と考えられる。まくらぎ上面（まくらぎ製造時の型枠面）が中性化していないこと、底面の中性化深さが  $1\text{mm}$  前後にとどまっていることから、中性化に対する高い抵抗性を有しているものと判断される。

塩化物イオン浸透試験結果を表 2、まくらぎ表面からの深さと全塩化物イオン濃度平均値の関係を図 4 に示す。浸漬 182 日におけるまくらぎ表面からの深さ  $0\sim 10\text{mm}$  位置では、試験片の全塩化物イオン濃度の平均値は  $11.6\text{kg/m}^3$  であり、 $10\text{mm}$  以降の深さには塩化物イオンがほとんど浸透しなかった。また、試験片ごとの測定値のばらつきはあるものの、浸漬 91 日から 182 日までの塩化物イオン浸透深さはほとんど変化しなかった。以上より、塩化物イオン浸透に対する高い抵抗性を有しているものと判断される。

浸漬 182 日における全塩化物イオン濃度測定結果の平均値から見掛けの拡散係数を算定すると  $0.261\text{cm}^2/\text{年}$  となった。しかし、まくらぎ表面から  $10\text{mm}$  以降の深さの全塩化物イオン濃度はほとんどゼロであるため、この見掛けの拡散係数を用いて塩化物イオンの浸透を評価することは適切ではない。

4. まとめ

本研究では高炉スラグ微粉末置換コンクリートを使用した PC まくらぎの耐久性試験を実施した。耐久性試験の結果から、ブレン比表面積  $4000\text{g/cm}^3$  の高炉スラグ微粉末をセメントの 30% 置換して用いたコンクリートまくらぎは、良好なアルカリシリカ反応抑制性能および中性化抵抗性、塩化物イオン浸透抵抗性を有することが確認された。

参考文献 1) アルカリ骨材反応抑制対策について:国土交通省大臣官房技術審議官通達, 平成 14 年 7 月 31 日

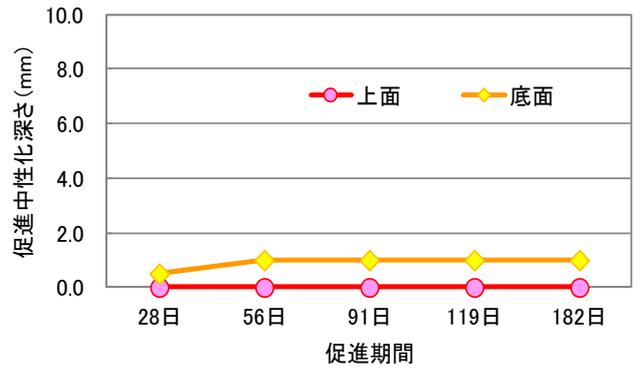


図 3 中性化促進試験結果

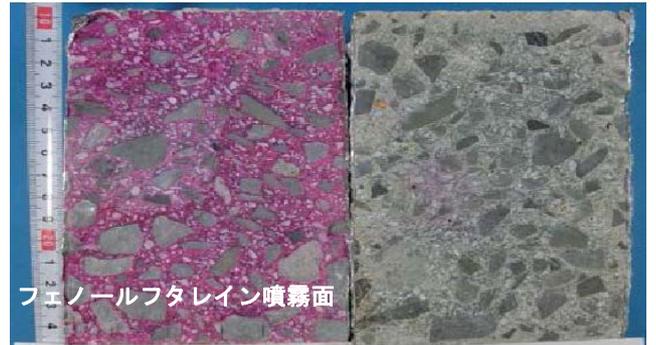


写真 1 中性化促進試験状況 (促進期間 182 日)

※写真上方がまくらぎ底面側

表 2 塩化物イオン浸透試験結果

まくらぎ No.	初期塩化物イオン量	試験片採取位置	全塩化物イオン濃度( $\text{kg/m}^3$ )		
			浸漬28日	浸漬91日	浸漬182日
No.1	0.1	0~10mm	5.5	11.6	12.3
		10~20mm	-	0.1	0.1
		20~30mm	-	0.2	0.2
		30~40mm	-	-	0.2
No.2	0.1	0~10mm	5.2	9.3	11.0
		10~20mm	-	0.1	0.1
		20~30mm	-	-	0.2
		30~40mm	-	-	-
No.3	0.1	0~10mm	5.6	11.3	11.4
		10~20mm	-	0.4	-
		20~30mm	-	-	-
		30~40mm	-	-	-
平均	0.1	0~10mm	5.4	10.7	11.6
		10~20mm	-	0.2	0.1
		20~30mm	-	0.1	0.1
		30~40mm	-	-	0.1

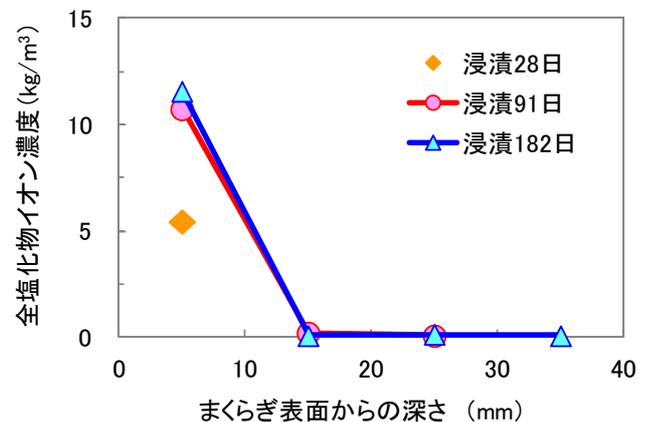


図 4 塩化物イオン浸透試験結果