

VI-105 海岸レクリエーション施設への各種セメントモルタルの適用性について

五洋建設(株)技術研究所 正員 内藤英晴

同 正員 松井巨光

同 正員 〇高野 泰

1. まえがき

近年、国民のライフスタイルの変化による余暇の拡大に伴い、この利用形態も多様化し、余暇空間に対するニーズも多岐にわたっている。中でも、マリンリゾートに関する国民の関心はひきつづき高く、提供側の構想・計画も活況を呈している。筆者らはこれまで、主に海岸レクリエーション施設としての利用を想定した、コンクリート製浮桟橋（以下、浮桟橋と称する）の開発を行ってきた。この開発過程において、各種セメントモルタルを用いてその力学特性および（海洋RC構造物に特に要求される）塩化物イオンの浸透抵抗性に関する試験を行い、浮桟橋シェル（外周コンクリート部分）用材料としての適用性を比較・検討し、最適材料の選定を実施した。以下にこれら試験のうち、その耐久性に特に大きく関与する、(1)透水試験、(2)塩化物イオン浸透深さ試験、(3)海水中での腐食促進試験についての概要と結果について報告する。

2. 実験概要

表-1 各種試験体用モルタル配合

本実験に用いたモルタル供試体は以下の5種類である。

- ① プレーンモルタル（以下、プレーンと略す）
- ② シリカ微粉末混入モルタル（同シリカ）
- ③ 高炉スラグ混入モルタル（同スラグ）
- ④ カーボンメッシュ混入モルタル（同カーボン）
- ⑤ ポリマーセメントモルタル（同ポリマー）

種類	セメント + 混和材	セメント 混和材比	砂	水	混和 剤	消泡 剤
プレーン	100	100:0	300	44.420	1.0	—
シリカ	100	95:5	300	44.188	1.2	—
スラグ	100	90:10	300	44.304	1.2	—
カーボン	100	88:12	200	44.304	1.2	—
ポリマー	125	100:25	300	16.000	—	0.06

注）各種配合のフロー値（160±10mm）を統一して管理した

2.1 試験体の製作

各材料の配合（重量比）を表-1に示す。

試験前までの試験体の養生方法は、①モルタル打設後、3時間放置、②1.5時間かけて60℃まで昇温、③60℃下で3時間保持、④自然冷却、（①～④の過程を湿度100%条件下で実施）⑤翌日脱型し、試験直前まで気中養生に供した。

2.2 試験方法

各種試験方法を表-2に示すが、このうち、海水中での腐食促進試験について補足する。まず、海水への浸漬による高温湿潤と室温乾燥は、図-1に示す装置を用いて行った。また、湿潤3.5日、乾燥3.5日の7日間を1サイクルとした。そして、0.5、10、15、20の各サイクルに試験体内に埋め込んだ鉄筋の自然電位の測定を行った。測定は、図-2に示すように非破壊式鉄筋腐食度検査装置（照合電極として硫酸銅電極を使用）を用いて実施した。

3. 実験結果および考察

3.1 透水試験

透水試験結果を表-3に示す。これによると各材料の透水係数は、 6.99×10^{-11} (cm/sec) 以下であり、一般的なコンクリート構造物の透水係数としてほぼ問題ないレベルであった。

3.2 塩化物イオン浸透深さ試験

塩化物イオン浸透深さ試験の結果を表-4に示す。これを見ると、プレーン、シリカ、カーボンについては、促進試験

表-2 試験内容・方法

試験名	試験方法
・透水試験	・「最新土木材料実験」中のアウトプット法に準拠
・塩化物イオン浸透深さ試験	・JCI「同試験方法の指針（案）」に準拠
・海水中での腐食促進試験	・本文中で後述

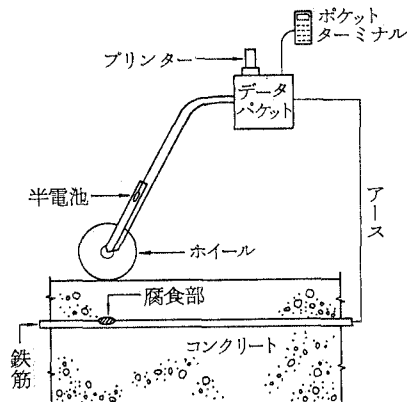


図-2 測定状況

の15サイクル時点における浸透深さが海中暴露においての1ヶ月間程度の浸透深さに相当しているようである。また、スラグおよびポリマーについては、促進試験における20サイクル時点においても、海中暴露における1ヶ月間程度の浸透深さに達していない。また、海中環境下に暴露した全ての材料試験体について、1ヶ月、3ヶ月各時点で測定した塩分浸透深さには変化がなかったが、塩分浸透が平衡状態に達しているか否かの判断はできなかった。

暴露環境を変えて実施した2つの試験を通じて、塩化物イオンの浸透に対する抵抗性は、ポリマーが最も優れ、シリカおよびカーボンがこれに続く結果となった。

3.3 海水中での腐食促進試験

海水中での腐食促進試験で得られた自然電位測定結果を図-3に示す。また、A.S.T.M.規格（米国）による自然電位と鉄筋腐食の可能性との関係を表-5に示す。これらをあわせみると、促進20サイクル時点でプレーンは腐食の可能性が約90%と高いが、他の材料を用いた場合には、この可能性は約50%である。ここで、川村ら¹⁾は本試験と同様な混和剤を用いたコンクリート供試体についての腐食促進試験の結果から、塩水への浸漬および乾燥の繰り返しの初期における自然電位は、かなり卑側になるとしているが、本試験結果からはこのような傾向は見られなかった。これは本試験での促進サイクル及び測定間隔を川村らと異なり（川村らの設定は、1日/1サイクル；200サイクルにつき20回測定）、より長く設定したことによるものではないかと考えている。

また、促進20サイクル後に試験体を割裂し、埋め込んでおいた鉄筋の表面状況を目視観察およびその重量の減少量を測定した結果、プレーンのみになわずかな発錆と重量減少が見られたが、他の供試体中の鉄筋はいずれも健全な状態であった。

4.まとめ

以上のように、海洋レクリエーションRC構造物への各種モルタル材料の適用性に関する実験を実施した結果、つぎのことがわかった。

- (1)本透水試験結果によると、各材料の透水係数は最大 $6.9 \times 10^{-11}(\text{cm/sec})$ であり、全ての材料について、その密実さはほぼ問題ないレベルにあった。
 - (2)本塩化物イオン浸透深さ試験によると、塩化物イオンの浸透に対する抵抗性は、ポリマーが最も優れ、シリカおよびカーボンがこれに続く結果となった。
 - (3)本海水中での腐食促進試験中、自然電位測定結果からは、プレーンは腐食の可能性が約90%と高く、他の材料を用いた場合には、この可能性は約50%であった。また、促進20サイクル後のプレーン試験体中の鉄筋のみになわずかな発錆と重量減少が見られたが、他の試験体中の鉄筋はいずれも健全な状態であった。
- 以上をまとめると、前述の適用性はポリマーが最も高く、次いでシリカが高いと考えられる。

参考文献

- 1) 川村, 鳥居, 藤井, 浅野, 第44回年次学術講演会概要集(V), 1989

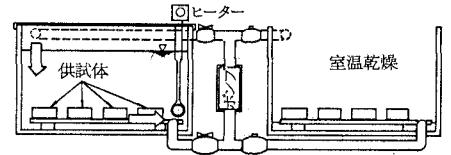


図-1 腐食促進試験装置

表-3 透水試験結果

透水係数 $\times 10^{-11}$ (cm/sec)	プレーン	シリカ	スラグ	カーボン	ポリマー
	0.35	0.76	1.52	6.99	測定不能注)

注) 試験期間を通じて透水が認められなかった

表-4 塩化物イオン浸透深さ試験結果

暴露条件	海 中		腐食促進環境下			
サイクル	1 月	3 月	5	10	15	20
プレーン	11	11	7	10	12	14
シリカ	9	9	4	7	9	10
スラグ	12	12	4	7	8	8
カーボン	10	10	6	10	9	9
ポリマー	10	10	3	5	5	5

(単位:cm)

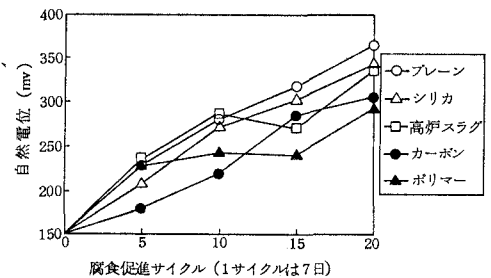


図-3 自然電位測定結果

表-5 自然電位と鉄筋腐食の可能性との関係

半電池による測定値（絶対値）	鉄筋腐食の可能性
自然電位が200mv より小さい場合	10%以下
自然電位が200mv ～350mv の場合	50%
自然電位が350mv より大きい場合	90%以上