

収縮低減型増粘剤系高流動コンクリートの海洋環境下での長期強度（材齢 3 年経過報告）

若 築 建 設（株）土 木 本 部 正 会 員 藤 村 貢
 新 日 鐵 高 炉 セ メ ン ト（株）技 術 開 発 セ ン ター 正 会 員 前 田 悦 孝
 運 輸 省 港 湾 技 術 研 究 所 正 会 員 濱 田 秀 則

1. はじめに

海洋環境下における高流動コンクリートの適用事例が増加してきているなか、収縮が問題となるような場合の対策として、収縮低減を目的に石膏を用いた増粘剤系高流動コンクリートの適用が考えられる。しかし、石膏を用いた場合の海洋環境下における性状については不明な点が多い。そこで、収縮低減型増粘剤系高流動コンクリートの長期材齢の圧縮強度試験、細孔径分布試験およびX線回折を行うこととし、材齢 1 年における結果については既に報告¹⁾した。今回は、材齢 3 年経過後の結果について報告する。

2. 使用材料および配合

使用材料を表 - 1 に、配合を表 - 2 に示す。なお、セメントと混和材はプレミックスタイプである。

表 - 1 使用材料

使用材料	規格・寸法
普通ポルトランドセメント	比重：3.15，比表面積：3,350cm ² /g
高炉スラグ微粉末	比重：2.90，比表面積：5,940cm ² /g
無水石膏	比重：2.92，比表面積：4,250cm ² /g
海砂（岡山県大瀬海域産）	比重：2.57，FM：2.71，吸水率：2.02%
砕石（兵庫県赤穂市産）	G _{max} ：20mm，比重：2.62，FM：6.66，吸水率：0.45%
増 粘 剤	水溶性セルロースエーテル
高性能 AE 減水剤	ポリカルボン酸エーテル系と架橋ポリマーの複合体

表 - 2 配 合

W/C	W/B	s/a	単位量（kg/m ³ ）						増粘剤	SP
(%)	(%)	(%)	W	C	Sg	Gy	S	G	(W×%)	(C×%)
54.9	40.2	50	180	328	87	33	809	825	0.2	2.5

（B：結合材、Sg：高炉スラグ微粉末、Gy：石膏、SP：高性能 AE 減水剤）

3. 試験項目

圧縮強度試験は、材齢 28 日（標準養生、浸せき前）3 ヶ月、6 ヶ月、1 年、2 年、3 年で行い、細孔径分布の測定および X 線回折は、材齢 28 日（標準養生、浸せき前）1 年、3 年で実施した。細孔径分布は圧縮強度試験用供試体から 2.5～5mm のモルタルを採取し、水銀圧入式ポロシメーターで測定した。粉末 X 線回折は細孔径分布測定用試料を 30 μm 以下に調整したものを用いた。材齢 3 年では供試体の表面部と中心部（表面から約 2cm）の試料を用いて SC-5 による塩分含有量試験を行った。なお、供試体は標準養生を行った後、海水（神奈川県久里浜海岸採取）と水道水に浸せきした。

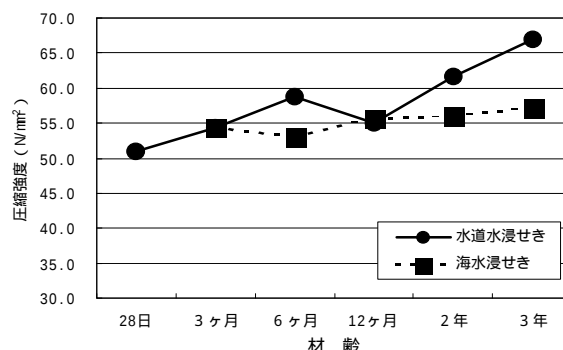


図 - 1 圧縮強度

4. 圧縮強度

圧縮強度試験の結果を図 - 1 に示す。圧縮強度は、浸せき条件にかかわらず材齢とともに増加している。増加の割合は水道水浸せきに比べて海水浸せきの方が小さく、海水に浸せきすることによって長期強度の増進に影響を与えることがわかる。

5. 細孔径分布

材齢 28 日と 1 年、3 年における細孔径分布試験の結果を表 - 3 に、海水浸せきの場合の細孔径分布を図 - 2 に示す。全細孔量は、材齢 28 日に比べて、材齢 1 年では海水浸せきで僅かに大きい値を示したが、材齢 3 年経過後では水道水浸せき、海水浸せきとも減少している。とくに海水浸せきの全細孔量の減少が顕著で

表 - 3 細孔容積と平均細孔直径

	材齢 28 日	材齢 1 年		材齢 3 年	
養生、浸せき条件	標準養生	水道水	海水	水道水	海水
全細孔量（cc/g）	0.0469	0.0469	0.0481	0.425	0.0380
平均細孔直径（nm）	18.5	23.4	23.5	23.0	25.0
50～2000nm の細孔量（cc/g）	0.0083	0.0111	0.0127	0.0095	0.0090

キーワード：収縮低減、高流動コンクリート、長期強度、細孔径分布、X 線回折

連 絡 先：〒153-0064 東京都目黒区下目黒 2-23-18 TEL:03-3492-0422，FAX:03-3492-0681

全細孔量は水道水浸せきに比べて小さくなった。一方、平均細孔直径は、浸せき条件の違いによる影響は見られず材齢 1 年では材齢 28 日に比べて僅かに大きくなったが、材齢 3 年ではほとんど変化がなく材齢 1 年とほとんど同じであった。細孔径分布は、水道水浸せき、海水浸せきともほぼ同じ傾向を示した。材齢 1 年では直径 10～40nm のピークを示す細孔量が減少し、500～5000nm 付近の細孔量が若干増加した。材齢 3 年では直径 10～40nm の細孔量がさらに減少し、500～5000nm 付近の細孔量も僅かに減少している。

強度に相関があるといわれる 50～2000nm の細孔量²⁾は、材齢 1 年で若干増加したが材齢 3 年では材齢 28 日と同程度まで小さくなっている圧縮強度は材齢 28 日より大きく、今回みられる細孔量の変化は圧縮強度に影響を与えるものではないといえる。Na イオン拡散係数と相関が高いといわれる 50nm 以上の細孔量²⁾は、材齢 3 年経過後でわずかに増加しているが浸せき条件で差がみられない。細孔径分布試験からは、海洋環境下で石膏を用いることによる影響は少ないと考えられる。

6．X 線回折

材齢 28 日と 3 年における X 線回折結果を図 - 3 に示す。材齢 1 年では海水浸せきでフリーデル氏塩が同定された以外、両者の回折パターンに差異はほとんど認められなかった。材齢 3 年では同定された主要鉱物は同じであり石膏に起因するエトリンガイトのピークもほぼ同程度であるが、海水浸せきで水酸化カルシウムのピークが小さくなり、フリーデル氏塩のピークが明瞭になっており、海水浸せきによる影響が現れてきていると考えられる。

7．塩分含有量試験

塩分含有量試験の結果を表 - 4 に示す。供試体中心部付近での全塩化物イオン量は、海水浸せきの方が水道水浸せきに比べて若干多くなっている。海水浸せきの方が塩化物イオンの浸透しやすくなっていると考えられるが、フィックの法則から求めた拡散係数は十分小さい。

8．結論

以上の結果から、海洋環境下における収縮低減型増粘剤系高流動コンクリートは、材齢 28 日に比べて 圧縮強度が大きく、 細孔径分布は平均細孔直径が僅かに大きいが生全細孔量はほぼ同程度であり、 X 線回折から同定された組成鉱物に若干違いがみられ、 塩分含有量が若干大きいが生拡散係数が十分小さいことから、材齢 3 年経過後も大きく劣化の兆候がないことから耐久性に関して問題はないと考えられる。なお、これらの試験は材齢 5 年でも確認する予定である。

本稿をまとめるにあたり、御協力をいただいた関係各位に深謝いたします。

[参考文献] 1)収縮低減型増粘剤系高流動コンクリートの海洋環境下での長期強度 (材齢 1 年経過報告),土木学会第 53 回年次学術講演概要集 ,pp.222-223,1998.10
2)大門正機他：わかりやすいセメント科学, (社)セメント協会, pp92,95,102, 1993

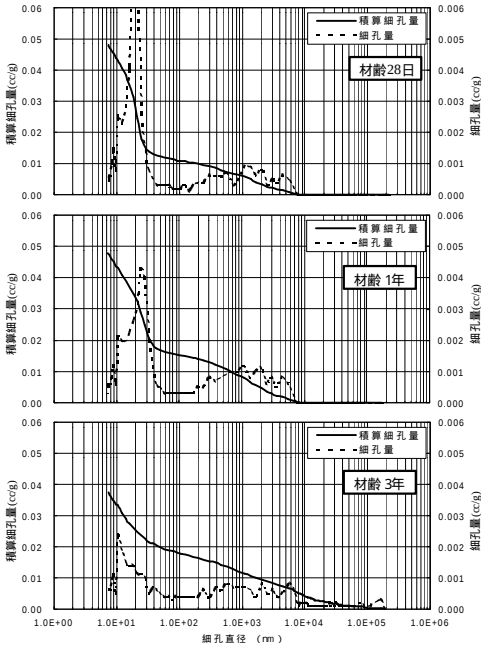


図 - 2 細孔径分布 (海水浸せき)

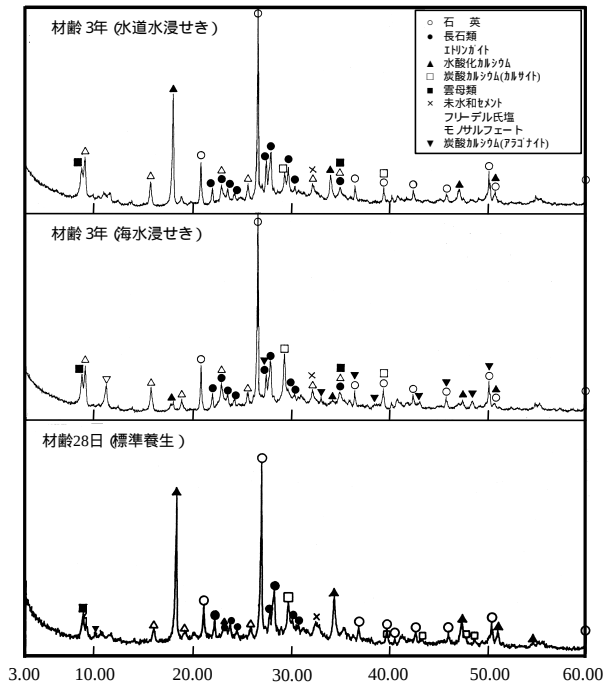


図 - 3 X 線回折結果

表 - 4 細孔容積と平均細孔直径 (材齢 3 年)

	Cl (%)		拡散係数 (cm ² /sec)
	表面部	中心部	
水道水浸せき	0.111	0.029	6.11 × 10 ⁻⁸
海水浸せき	0.962	0.536	1.67 × 10 ⁻⁸