

V-207

練り混ぜ水として海水を使用したコンクリートの海洋環境下における長期的耐久性

福手 勤 正会員 (運輸省港湾技術研究所)

山本 邦夫 ○正会員 (同 上)

浜田 秀則 正会員 (同 上)

1. まえがき

いわゆる塩害を引き起こす要因となる塩素イオンには、練り混ぜ時に混入されたものと、コンクリート硬化後外部環境より浸入してくるものがある。一般に、長期にわたって海水の作用を受ける港湾コンクリート構造物においては、外部環境より塩素イオンが多量に浸入することから、練り混ぜ時に混入された塩素イオンの影響は比較的小さくなるという可能性がある。

本研究は、練り混ぜ水として海水を使用することによって混入された塩素イオンが、長期にわたって海水の作用を受けるコンクリートの長期的な耐久性に及ぼす影響について調べることを目的として、20年間海洋環境下に暴露したコンクリート供試体について種々の試験を行ったものである。

2. 試験の概要

暴露を行ってきた供試体は、表-1に示すような14種類の配合のものである。各々の種類ごとにφ15×30cmのコンクリート供試体および同形状のRC供試体を製作した。RC供試体には、かぶり2、4、7cmの位置に3本の鉄筋(φ9mm×180mm)が埋め込まれている。これらの供試体は標準養生後(早強ボルトランドセメントの養生期間は3日、アルミナセメントの場合は養生なし、その他のセメントの場合は6日とした)、当研究所内の海水循環水槽の感潮部に暴露した。

材令20年において実施した試験項目は、コンクリートの圧縮強度、コンクリート中鉄筋の腐食状況、可溶性塩分量、酸素の拡散係数である。

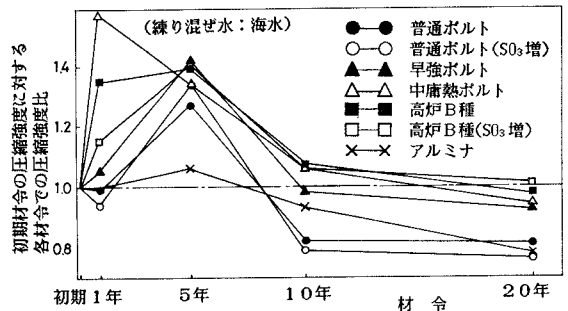
3. 試験結果および考察

(1) コンクリートの圧縮強度の推移 図-1は、初期材令の圧縮強度を基準(1.0)とした時の強度比の推移を示したものである。材令5年までは強度の増進がみられたが、その後減少し、材令20年においては初期強度を下回るものもみられた。比較的減少割合の小さいセメントは、高炉セメントB種、および中庸熟ボルトランドセメントであった。また、図-2は、練り混ぜ水として海水を

表-1 コンクリートの配合

No.	セメントの種類	練り混ぜ水	W/C (%)	Slump (cm)	Air (%)	単位量 (kg/m ³)				
						W	C	S	G	Ad.*
1	普通ボルトランド	水道水	52.7	6.6	3.4	153	290	740	1261	2.9
2	ランド	海水	53.4	5.6	3.2	155	290	718	1277	2.9
3	普通ボルト	水道水	54.5	6.4	4.0	158	290	734	1251	2.9
4	(SO ₃ 増量)	海水	55.2	5.1	3.4	160	290	713	1270	2.9
5	早強ボルト	水道水	53.1	3.7	3.9	154	290	738	1258	2.9
6	ランド	海水	55.2	5.7	3.1	160	290	711	1263	2.9
7	中庸熟ボルト	水道水	52.4	6.5	4.8	152	290	742	1264	2.9
8	トランド	海水	53.1	4.6	4.0	154	290	720	1280	2.9
9	高炉B種	水道水	52.4	3.5	3.0	152	290	738	1258	2.9
10		海水	53.1	4.0	3.8	154	290	716	1274	2.9
11	高炉B種	水道水	54.8	4.2	3.8	159	290	729	1242	2.9
12	(SO ₃ 増量)	海水	55.5	4.7	4.1	161	290	708	1258	2.9
13	アルミナ	水道水	52.1	6.3	3.1	151	290	737	1256	2.9
14		海水	52.8	5.1	3.5	153	290	716	1272	2.9

*Ad.:減水剤 (ℓ)



早強ボルトランドセメントの初期材令は4日、アルミナセメントの初期材令は1年、その他のセメントの初期材令は28日である。

図-1 初期材令の圧縮強度に対する強度比

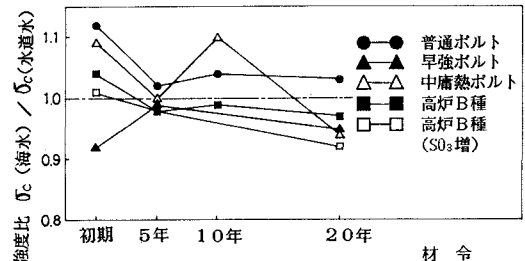


図-2 練り混ぜ水の違いが長期強度に及ぼす影響

使用したコンクリートの圧縮強度と水道水を使用したものとの強度比の推移を示したものである。材令20年における強度比は、0.92～1.06であった。したがって、練り混ぜ水の違いが長期強度に及ぼす影響はほとんどないものと考えられる。

（2）鉄筋の腐食状況 図-3(a)は、材令20年におけるコンクリート中铁筋の発錆面積率を示したものである。図に示すように、練り混ぜ水の違いが鉄筋の腐食に及ぼす影響はほとんど認められなかった。一方、セメントの種類の違いが鉄筋の腐食に与える影響は大きかった。すなわち、高炉セメントB種、アルミナセメントを使用した供試体の鉄筋腐食は少なかったのに対して、ポルトランドセメントを使用した供試体の鉄筋腐食はかなり進んでいた。

（3）可溶性塩分量 図-3(b)は、材令20年において、鉄筋近傍のモルタルの可溶性塩分量を測定したものである。図より、練り混ぜ水の違いが可溶性塩分量に及ぼす影響はそれほど大きくなく、セメントの種類の違いによる影響の方が大きいことがわかる。なお、練り混ぜ水として海水を使用したことによって混入された塩分量は約0.25%である。ポルトランドセメントを使用した供試体においては、材令20年でその約4～6倍の量の可溶性塩分が含有されていた。

（4）コンクリート中の酸素の拡散係数 材令20年において、RC供試体よりφ15×2cmの試験体を切り出し、酸素の拡散試験方法(案)¹⁾に準じて拡散係数を測定した。その結果、図-4に示す通り、練り混ぜ水の違いが拡散係数に及ぼす影響は認められなかった。

4. まとめ

感潮部での20年の暴露試験の結果、練り混ぜ水として海水を使用したコンクリートの長期強度、鉄筋の腐食、可溶性塩分量等は、水道水を使用したものとほとんど変わらないことが確認された。海中部や感潮部で長期にわたって海水の作用を受けるコンクリートにおいては、練り混ぜ水として海水を用いたとしても長期的な耐久性にはそれほど大きな影響を及ぼさないと考えられる。

なお本研究の実施にあたっては昭和63年度吉田研究奨励金の援助を受けていることを付記し、関係各位に深く感謝する次第である。

（参考文献）

1) (社)日本コンクリート工学協会：耐久性診断研究委員会報告，1989年，pp.29～36

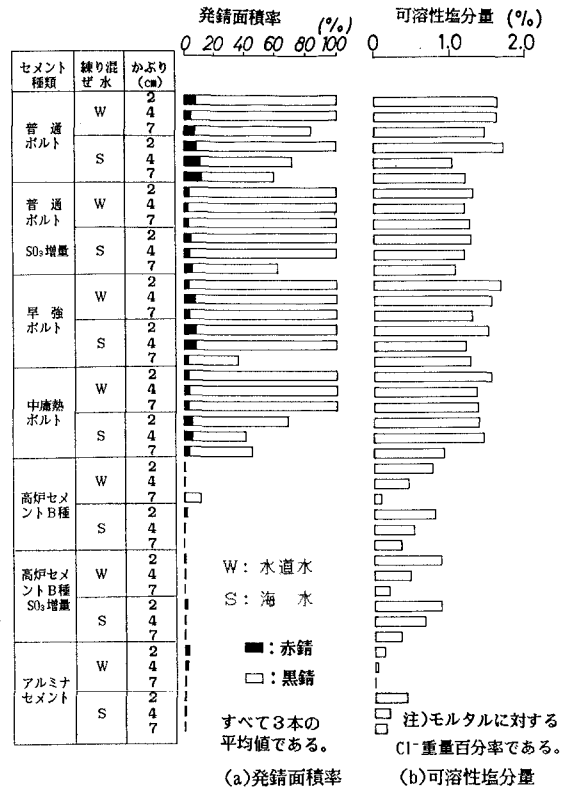


図-3 発錆面積率および可溶性塩分量

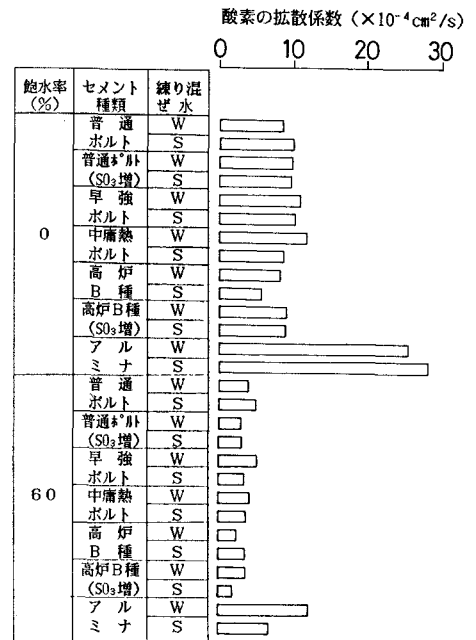


図-4 酸素の拡散係数