

PSV-15 海中、海浜環境下での特殊水中コンクリートの耐久性について

鹿島建設技術研究所	正会員	溝淵 利明
鹿島建設技術研究所	正会員	大友 忠典
鹿島建設横浜北陸支店	正会員	本橋 賢一
鹿島建設技術研究所	正会員	大野 俊夫

1. はじめに

近年、海洋構造物、特に本体構造物に特殊水中コンクリートが用いられるようになってきた。特殊水中コンクリートを用いてRC部材を海中施工する場合には、水中落下等の施工による海水中の塩分まき込みや、施工された部材が海中あるいは干満帯といった塩分の影響を受け易い環境下にさらされることから、塩分の影響による鉄筋の腐食等を受け易いものと思われる。このうち、前者については水中落下高さ及び流動性（スプレッド値）によって、打設時の塩分のまき込み量が増加することを既に報告した¹。後者について、鉄筋を埋込んだ試験体等を海岸暴露し、鉄筋の腐食や塩分浸透等の調査実験を実施している（暴露20年までの調査を予定）。ここでは、途中経過の暴露3年までの調査結果について、コンクリートの強度特性及び鉄筋の腐食について報告するものである。

2. 実験の概要

供試体は、図-1に示すようにかぶりを3種類（30, 50, 70mm）に変えて鉄筋を埋込んだ試験体、 $\phi 10 \times 20$ cm 円柱供試体及び梁試験体であり、それらは人工海水（実際の海水の Cl^- 濃度と同等の食塩水）を満したプール内で作製したものである。供試体作製時の水中落下高さは、円柱供試体の場合60cm、鉄筋埋込み供試体及び梁供試体の場合30cmであった。なお、鉄筋を埋込んだ供試体の表面は海水の浸入を一方向とするため、試験体の側面を除く上下面及び端面をエポキシ樹脂で被覆した。作製した供試体は、T.P.-5mの海底上（以後、海中部と称す）及び護岸法面の張石上（以後、スプラッシュゾーンと称す）に設置した。

(1). コンクリートの配合 実験に用いた特殊水中コンクリートの配合を表-1に示す。使用したコンクリート用材料は、普通ポルトランドセメント（比重:3.16）、陸砂（比重:2.60）、砕石（ G_{max} :20 mm, 比重:2.67）及びUWB（特殊水中コンクリート用混和剤）である。

(2). 試験項目 海岸暴露試験で実施した試験項目を以下に示す。

- ・コンクリートの品質；圧縮強度試験，静弾性係数試験，単位容積重量試験及び超音波伝播速度測定
- ・鉄筋の腐食調査；鉄筋の腐食面積と重量変化，塩分の含有量及び鉄筋の自然電位測定

3. 実験結果

(1). コンクリートの強度特性 暴露3年までのコンクリートの強度特性の経時変化を図-2に示す。圧縮強度、静弾性係数及び超音波伝播速度は、暴露1年までは増大しているが、暴露3年では圧縮強度が多少低下する結果となった。この時点では、本質的に強度低下が生じているのか、品質のバラツキによるものかについて判断し難く、暴露5年以降の試験によって検討すべきと考えられる。

(2). 塩分浸透 コンクリート打設時にまき込んだ塩分量は0.03%程度（NaCl換算）であり、また、鉄筋が埋込まれた部分（30～70mm）から採取した試料の塩分含有量は、図-3に示すように暴露開始から3年まで材料に伴いほぼ一様に増加しており、暴露3年で0.3%程度であった。最近鉄筋の腐食調査を目的とした暴露試験に関する報告がいくつかなされているが²、それらによると暴露3年での塩分含有量は0.2%～0.3%程度であり、特殊水中コンクリートにおいても普通コンクリートとほぼ同様の塩分浸透を受けるものと思われる。

(3). 自然電位 自然電位の測定結果は図-4に示すように、暴露3年までは暴露場所及びかぶりにかかわらずASTMによる判定基準-350mVを下回っており、腐食が生じている可能性は少ないと判断された。

(4). 鉄筋腐食 暴露1年及び3年で鉄筋を埋め込んだ供試体から鉄筋を取り出し、腐食状況等の調査を行った。その結果、写真-1に示すように鉄筋の表面に錆はほとんど見られず、海中部やスプラッシュゾーンの

暴露場所及びかぶりに関係なく、暴露3年を経過しても腐食面積はすべて1%以下であった。今回の実験に用いた供試体のように、かぶりが30mm以上確実に確保されている場合、コンクリート打設時に海水から塩分をまき込み、かつ暴露期間3年で外部から0.3%程度の塩分浸透があったとしても鉄筋の腐食までは至らないものと考えられる。

4. おわりに

以上、海中打設した特殊水中コンクリートを海岸暴露し、その強度特性及びコンクリートに埋込んだ鉄筋の腐食等の経時変化について、暴露3年までの調査実験を行ってきた。その結果、塩分は鉄筋付近までかなり浸透しているものの、鉄筋の腐食はほとんど見られなかった。

今後、暴露5年、10年及び20年について調査を行う予定であるが、今回報告した試験体のほかに、暴露前にひびわれを発生させた梁などの試験体も海中暴露しており、これらの曲げ性能等の経時変化の調査も行う予定である。

最後に、本研究は財団法人建設工学研究振興会の奨励金を研究の一部として活用させていただきました。ここに記して御礼申し上げます。

<参考文献>1)大友，本橋他：鹿島建設技研年報 VOL.34 “新しい水中コンクリートの開発研究（その3）”

2)星野，小林：土木学会第42回年次学術講演会“各種の防食材料を用いた鉄筋コンクリート梁の海岸暴露実験”

表-1 配合と実験結果

Gmax (mm)	スレッド (cm)	空気量 (%)	W/C	s/a	単位量 (kg/m ³)					まだ固まらない状態における試験結果			
					W	C	S	G	UWB	スレッド量 (cm)	空気量 (%)	単位容積重量 (kg/m ³)	温度 (℃)
20	40~45	3±1	52.6	42.8	202	384	710	983	2.44	41.5	3.7	2,240	22.0

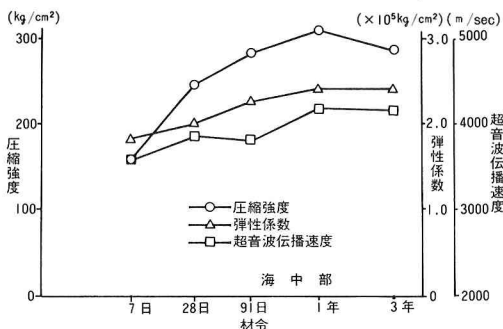


図-2 コンクリートの品質の経時変化

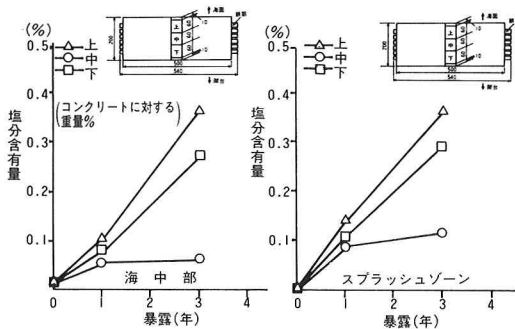


図-3 コンクリートの塩分含有量 (NaCl 重量%)

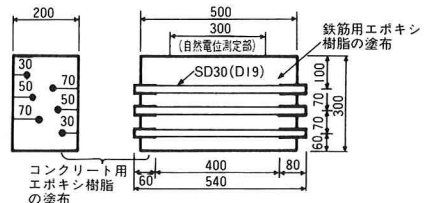


図-1 鉄筋の腐食調査用供試体の形状

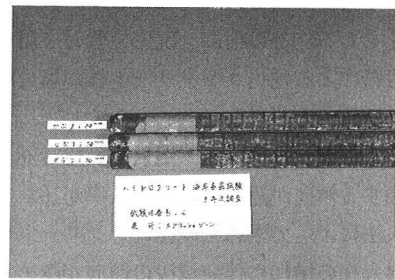


写真-1 鉄筋の腐食状態 (材令 3 年)

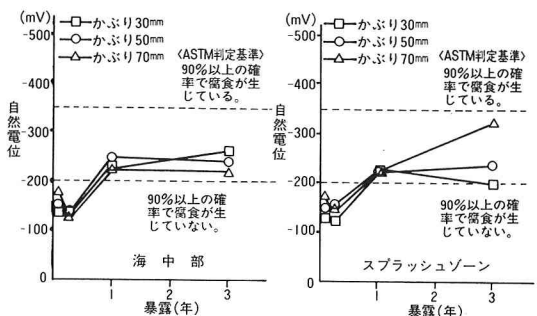


図-4 鉄筋の自然電位の経時変化