

海中暴露 20 年を経過した水中不分離性コンクリート RC 梁の曲げ耐力確認実験

鹿島技術研究所 正会員 ○盛田 行彦
 鹿島技術研究所 正会員 大野 俊夫
 鹿島技術研究所 正会員 松本 信也

1. はじめに

これまで水中不分離性コンクリートは、大規模橋梁基礎をはじめとする多くの海洋構造物に適用されてきている。水中不分離性コンクリートを用いて鉄筋コンクリート（以後、RC）部材を海中で施工する場合には、水中落下などの施工による海水中の塩分の巻込みが考えられ、また施工された部材が海中あるいは干満帯といった塩分の侵入の影響を受けやすい環境下に曝される。このことから特に、塩害による鉄筋腐食の問題や水中不分離性コンクリートの物理的性質の経時変化等について検討しておく必要がある。

著者らは、水中不分離性コンクリートの長期耐久性を検討するために長期海中暴露試験を実施しており、暴露 5 年次までの調査結果について既に報告している¹⁾。今回、その長期海中暴露試験の暴露 20 年次の試験を実施した。このうち、本報では RC 梁試験体の曲げ耐力およびその RC 梁試験体から採取したコア供試体の物理的性質について報告する。

2. 実験概要

2.1 RC 梁試験体

表-1 に試験体の種類を示す。試験体は、かぶりの寸法および曲げひび割れ導入の有無をパラメータとした計 4 体である。図-1 に試験体の形状寸法を示す。試験体は、引張鉄筋の腐食による影響に着目したため、引張鉄筋を除いた圧縮鉄筋およびせん断補強筋にはエポキシ樹脂塗装鉄筋を使用した。コンクリート（配合は、表-2 参照）

の打設は、模擬海水（海水と同等の塩素イオン濃度を有する食塩水、Cl⁻濃度を 18000～19000ppm に調整）中で行い、図中に示す方向の型枠上端から落下させた。なお、海中落下高さは最大 30cm である。

試験体の海中暴露は、水深 5m 程度の海中への暴露とした。なお、曲げひび割れを導入した試験体の暴露前のひび割れ導入方法および暴露中のひび割れ幅の保持方法については、参考文献 1) を参照されたい。

2.2 実験内容

曲げ載荷実験は、図-1 に示すように 2 点静的単調載荷とした。境界条件は、載荷部には偏心載荷させないように球座を設けて、支承部には不陸調整用としてセメントペーストを敷いた。計測項目は、載荷荷重、変位、ひび割れ幅およびひび割れ状況である。

表-1 試験体の種類

試験体の種類			
記号	かぶり (mm)	曲げひび割れ導入の有無	暴露年数
H-40-1	40	有	20
H-40-5		無	
H-70-1	70	有	
H-70-5		無	

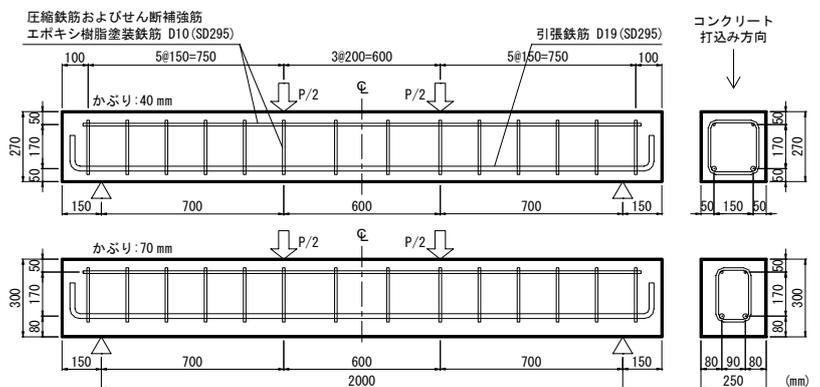


図-1 試験体の形状寸法

表-2 コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法 Gmax (mm)	設計基準強度 (N/mm ²)	スプレッド (cm)	空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
						W	C	S	G	UWB
20	21	40~45※	3.5	52.6	42.8	202	384	710	983	2.44

※ スランプフロー：39～46cm に相当

C：普通ポルトランドセメント，S：山梨県産丘砂と千葉県産丘砂のブレンド，

G：東京都産砂岩と埼玉県産石灰岩のブレンド

UWB：水中不分離性混和剤（セルロース系）

キーワード：水中不分離性コンクリート，海中暴露試験，長期耐久性，曲げ耐力，コア強度

連絡先：〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL：0424-89-7076

また、荷重実験終了後、各 RC 梁試験体からコア（φ100mm）を3本ずつ採取して、圧縮強度、静弾性係数、単位容積質量および超音波伝播速度の試験を実施した。

3. 実験結果および考察

3. 1 RC 梁試験体の外観

海中から引き揚げた試験体表面には貝殻などが付着していたので、これらを削り取ってコンクリート表面を観察した結果、鉄筋に沿ったひび割れや錆汁などは見られなかった。ただし、暴露前に曲げひび割れを導入した試験体では、比較的大きなひび割れについては確認できた。なお、試験体の端部の一部には角欠けなどの損傷が見られたが、全体的には健全であると判断された。

3. 2 RC 梁試験体の曲げ耐力

表-3 に曲げ荷重実験における最大荷重を、図-2 に暴露前最大荷重に対する暴露後最大荷重の比を、暴露年数を横軸にして示す。最大荷重は、暴露年数 20 年においても暴露前と比較していずれの試験体もほぼ同等以上であり、海中暴露 20 年においても十分な耐力を有していることが確認できた。なお、荷重荷重-変位関係も暴露前と同様な履歴であった。

3. 3 コア供試体の品質試験

表-3 に RC 梁試験体から採取したコア供試体の品質試験結果を示す。また、図-3 に暴露年数と圧縮強度の関係を示す。なお、図中には別途実施した円柱供試体レベルの試験結果も併せて示す。

コア供試体の圧縮強度は、暴露 5 年次において円柱供試体よりも小さくなっているものの、暴露 10 年以降においては円柱供試体とほぼ同程度であり、暴露 20 年までは強度低下の傾向は見られないと判断できる。また、森ら²⁾によると、気中打設して作製した普通ポルトランドセメントを用いた円柱供試体を海中養生すると、材齢 5~10 年程度で圧縮強度は増進から下降に転じる傾向があるとの報告があるが、本試験ではそのような傾向は見られなかった。

なお、その他の物理的性質については、超音波伝播速度はやや低下する傾向が認められるものの微少であり、静弾性係数、単位容積質量は圧縮強度と同様に、暴露 20 年まで低下の兆候は認められない結果であった。

4. まとめ

本試験結果から、海中暴露 20 年経過後も RC 梁試験体の曲げ耐力、コア供試体の物理的性質にはほぼ低下の傾向は認められないことから、海洋構造物の RC 部材として適用可能であることを確認できた。今後は、RC 梁試験体の鋼材腐食量などの調査を引き続き実施していく予定である。

参考文献

- 1) 本橋，溝淵，須田：水中不分離性コンクリートを用いた RC 梁の海中暴露実験，水中不分離性コンクリートに関するシンポジウム，pp.153-160，1990
- 2) 森，国広：各種セメントを用いたコンクリートの永年試験，セメント・コンクリート，No.319，pp.8-13，1973

表-3 RC 梁試験体に関する試験結果

記号	試験体の種類			曲げ荷重実験 最大荷重 (kN)	コア供試体の品質試験			
	かぶり (mm)	暴露前曲げ ひび割れ導入	暴露 年数		圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性 係数 (kN/mm ²)	単位容 積質量 (kg/m ³)	超音波 伝播速度 (m/sec)
H-40-7	40	—	0	125.5	—	—	—	—
H-40-2		有	5	128.5	30.1	23.3	2220	4275
H-40-3			10	129.6	30.6	26.0	2220	4048
H-40-1			20	136.8	30.1	26.1	2232	3956
H-40-6			無	5	121.6	27.5	23.6	2230
H-40-4		10		134.2	30.2	25.1	2240	4111
H-40-5		20		132.2	28.1	26.1	2256	4064
H-70-7		70		—	0	119.1	—	—
H-70-2	有		5	128.5	24.6	21.6	2170	4105
H-70-3			10	134.0	29.0	23.0	2190	3992
H-70-1			20	135.7	29.6	25.7	2222	3938
H-70-6			無	5	118.7	26.4	23.6	2220
H-70-4	10			124.7	31.4	25.5	2230	4140
H-70-5	20			132.5	27.9	24.7	2249	3978
コア供試体の品質試験 平均値				5	27.2	23.0	2210	4253
			10	30.3	24.9	2220	4073	
			20	28.9	25.6	2240	3984	

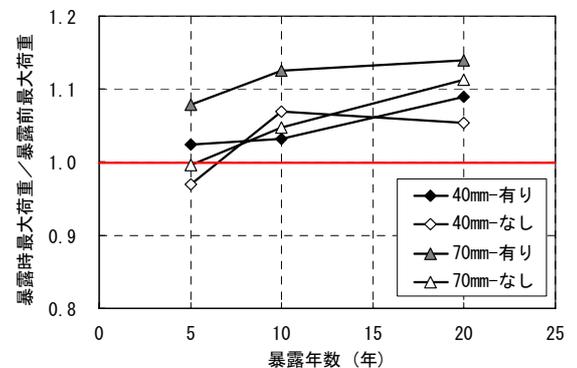


図-2 暴露年数と最大荷重の関係

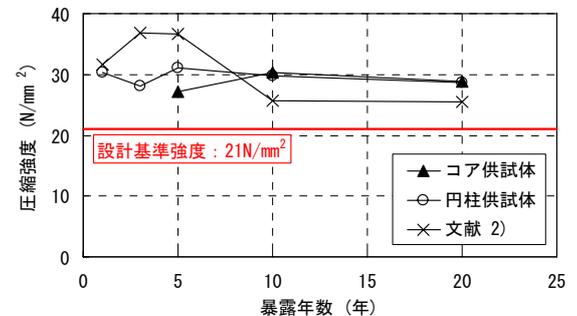


図-3 暴露年数と圧縮強度の関係