

# 伊豆半島城ヶ崎海岸における鉄筋コンクリート梁の5年暴露試験

## —計画の概要—

5 year exposure tests on RC beams at Jogasaki coast in Izu Peninsula

—Outline of the project—

小林 一 輔\*・魚 本 健 人\*・辻 恒 平\*

星 野 富 夫\*・西 村 次 男\*

Kazusuke KOBAYASHI, Takeo UOMOTO, Kohei TSUJI

Tomio HOSHINO and Tugio NISHIMURA

### 1. は し が き

海洋飛沫帯のような極めて厳しい腐食環境下に設置されるコンクリート構造物では、ただ単に鉄筋のかぶり厚さの増大や水セメント比の減少のみによって鋼材腐食による劣化を防止することは困難であり何らかの積極的な防食の適用が必要である。

本計画は以上のような観点から次に述べる積極的な防食方法を取りあげ、これらの効果を海洋飛沫帯における鉄筋コンクリート梁の暴露実験を通じて明らかにしようとしたものである。

(A)コンクリート自体に防食性を付与することにより

鋼材の防食を図る方法

①高炉セメントの使用

②鋼繊維の混入

(B)コンクリート表層部に腐食因子しゃへい層を設けて鋼材の防食を図る方法

①合成高分子材料のコーティング

②ポリマーセメントモルタルのライニング

③繊維強化永久型枠の使用

本計画のもう一つの目的はコンクリート中における鋼材の腐食機構と鋼材腐食の非破壊検査方法の検討である。

### 2. 暴 露 試 験 場

暴露試験場(当初 17 m<sup>2</sup>, 1983 年 5 月に新しく 45 m<sup>2</sup> を増設)は静岡県伊豆半島東海岸(伊東市城ヶ崎, 図-1 参照)に位置する。供試体は最高潮位から約 50 cm 程度上部に設置した。この場所は満潮時には波に洗われ、また前面に岩礁があるので海水飛沫を常時受ける環境であって、日本コンクリート工学協会の「コンクリート供試体の暴露試験場の環境区分に関する規準(案)」では区分 A に該当する(写真-1)。

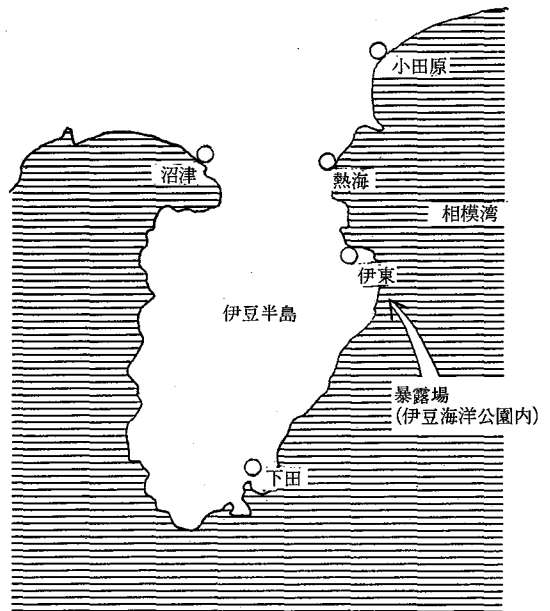


写真-1 暴露試験場全景



図-1 暴露試験場の位置

\* 東京大学生産技術研究所 第 5 部

研究速報

3. 暴露試験の概要

3.1 各種防食方法の適用

1) 高炉セメントコンクリート

普通ポルトランドセメントを高炉水砕スラグ粉末によって重量で50%および70%だけおきかえたものを高炉セメントとして用いた。使用した高炉スラグの品質を表-1に示す。

2) 鋼繊維補強コンクリート (SFRC)

0.5×0.5×30 mmのせん断品およびφ0.5×30 mmの異形カットワイヤーを使用した。繊維混入率は1.5 vol%とした。

3) 合成高分子材料のコーティング

エポキシ樹脂系：変性脂肪族アミン硬化の二液型無溶剤の可撓性エポキシを用いたもの

合成ゴム系：ポリブタジエンゴムをイソシアネートプレポリマーで架橋硬化させる弾性ポリブタジエン防水材

いずれもプライマーおよびパテにはエポキシ樹脂系のものを、上塗りにはアクリルウレタン樹脂系

のものを使用した。全体のコーティング厚さはいずれも約2~3 mmである。

4) ポリマーセメントモルタルのライニング

A種：ポリマーディスパージョンはアクリル樹脂エマルジョン(固形分48%)、ポリアミド樹脂などを含むものでポリマーセメント比は25%、水セメント比は32%である。骨材は珪砂と珪石粉を、強化材としてガラス繊維を使用している。塗り回数は3回でライニング厚さは約10 mmである。

B種：ポリマーディスパージョンは固形分50%のアクリル樹脂エマルジョンでポリマーセメント比は50%、水セメント比は56%である。骨材には珪石粉を用いている。第一工程でA種に用いたポリマーセメントモルタルを2回塗装したのち第二工程として上記のポリマーセメントモルタルを2回塗装し厚さは約8 mmに仕上げたもの。

5) 繊維強化永久型枠の使用

繊維混入率(Vf)が3%および5%で、それぞれ厚さが5 mmおよび10 mmのガラス繊維補強

表-1 高炉水砕スラグ粉末の品質

比重	粉末度 (cm <sup>2</sup> /g)	ガラス量 (%)	塩基度	化学成分 (%)									
				ig. loss	insol	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Total S	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Total
2.89	4320	99	1.80	2.6	—	32.9	12.3	0.9	41.0	6.0	1.0	0.5	97.2

表2-1 普通ポルトランドセメントの化学成分 (%)

igloss	insol	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Total
0.5	0.2	21.8	5.2	3.1	64.9	1.3	2.1	99.1

表2-2 普通ポルトランドセメントの物理試験結果

比重	比表面積 (ブレン方法)	凝結					安定性 (煮沸方式)	フロー値 mm
		室温	湿度	水量	始発	終結		
	cm <sup>2</sup> /g	℃	%	%	時一分	時一分		
3.15	3320	19.7	91	28.4	2-26	3-40	良	263

表-3 細骨材の物理試験結果

比重	吸水率 (%)	F.M.	各フルイに留まるものの重量百分率 (%)									
			0.15	0.3	0.6	1.2	2.5	5	10	15	20	25
2.64	0.15	3.17	96.1	85.7	70.3	47.1	18.2	0	0	0	0	0

表-4 粗骨材の物理試験結果

比重	吸水率 (%)	F.M.	各フルイに留まるものの重量百分率 (%)									
			0.15	0.3	0.6	1.2	2.5	5	10	15	20	25
2.70	0.47	6.40	100	100	100	100	100	99	41	0	0	0

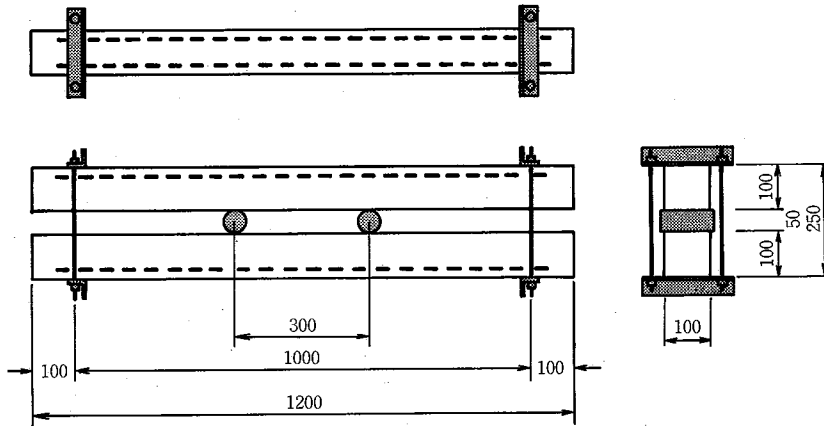


図-2 供試体寸法および載荷方法(単位:mm)

セメント (GRC) 板を永久型枠として使用した。この GRC の配合は  $W/C=30\%$  で早強ポルトランドセメント : 砂の比が 3 : 2 のものである。

### 3.2 基準コンクリートの使用材料および配合

セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は大井川産の川砂、粗骨材は最大寸法 15 mm の碎石 (硬質砂岩) を用いた。これらの材料の性質を表-2~4 に示す。

基準コンクリートは水セメント比を 40%、50% および 60% の 3 種とし、それぞれスランブが 8 cm となるように配合を定め、高炉セメントコンクリートの場合は水セメント比の同じ基準コンクリートと同一配合を用いた。また鋼繊維補強コンクリートもスランブが 8 cm となるよう配合を定めた。

### 3.3 供試体

実験に使用した鉄筋コンクリート供試体は、図-2 に示すように  $10 \times 10 \times 120$  cm の矩形梁供試体で、その内部に D 10 の 2 本の異形鉄筋 (長さ : 110 cm) をかぶり厚さ 2 または 3 cm で埋め込んだものである。供試体はそれぞれ 6 本作成し 2 本を一組として暴露 1, 3, 5 年用とした。電位測定用供試体は鉄筋端部にリード線を接続したものを暴露計画 5 年用の片側の梁に 2 本埋め込んで作成した。

コーティングおよびライニングを行ったものはコンクリート打設方向以外の 5 面についてその処理を施した。

水中養生と海洋暴露の強度を比較するために  $\phi 10 \times 20$  cm の圧縮試験体と  $10 \times 10 \times 40$  cm の曲げ試験体をそれぞれ作成した。コーティングおよびライニングを施したのものについても同様の試験体を作成した。

供試体は先づ基準コンクリート梁について、これらを 2 本で一組とした 2 点載荷状態とし、スパン中央部の曲げひびわれ幅がコンクリートの引張縁において 0.2~0.3 mm 程度となるように 100 t 油圧式万能試験機

上で載荷しながら締め付けた。各種の処理を行ったものや、コンクリートの品質が異なるものの締め付けは、その母材コンクリートの水セメント比と同じ水セメント比の基準コンクリートの締め付け荷重により行った。

### 3.4 暴露試験の実施状況

暴露期間の最も長いものは 5 年とし 1, 3, 5 年でそれぞれの供試体を引き揚げて調査するが、外観上の変状やひびわれの追跡等については 6 ヶ月、1, 2, 3, 4, 5 年の時点で現地で測定を行うことにしている。鉄筋の自然電位測定も上記と同様の間隔で暴露 5 年計画のコンクリート梁中の片側の鉄筋について行うことにしている。

暴露開始は 1983 年 6 月であり、このとき基準コンクリート、高炉セメントコンクリート、合成高分子材料コーティング、ポリマーセメントモルタルライニング、GRC 型枠使用コンクリートの梁供試体を、また同年 10 月に SFRC とその基準コンクリート梁供試体を合計 85 組 170 本、他に強度測定用として 120 本の試験体の暴露を行った。

鉄筋コンクリート梁の暴露は、梁の長手方向が押し寄せる波と平行になるように枕木に固定して行った。また強度測定用試験体は木枠を組み固定した。

さらに 1984 年 10 月には無載荷状態の 6 本の連続繊維板を使用したコンクリート梁とポリマーセメントモルタルライニングを行ったコンクリート梁 6 本の暴露も開始した。

## 4. おわりに

本暴露試験の結果は順を追って本誌に発表する予定である。なお本試験は日本道路公団の援助によって実施した。さらに大成建設 (株)、鋼材倶楽部、伊豆海洋公園、ショーボンド建設 (株)、恒和化学 (株) の協力を得た。ここに記して謝意を表する。(1985 年 9 月 4 日受理)