

海洋飛沫帯における鉄筋コンクリート梁の暴露試験(II)

—暴露 1 ヶ年の結果—

Marine Splash zone exposure tests on reinforced concrete beams (II)

—Test results at one year of exposure—

小 林 一 輔*・辻 恒 平*・星 野 富 夫*

Kazusuke KOBAYASHI, Kohei TSUJI and Tomio HOSHINO

1. はじめに

前報¹⁾では海洋飛沫環境下に1年暴露された各種鉄筋コンクリート供試体を対象に、主として供試体のひびわれ観察、鉄筋の腐食面積率測定および鉄筋の自然電位測定の結果を報告した。本報ではこの供試体の鉄筋腐食の原因を明らかにするために、コンクリート中の塩分分布の測定およびコンクリートの比抵抗の測定を試みたのでその結果を述べる。

2. コンクリート中への塩分浸透

既述²⁾のように供試体は常に海水とその飛沫にさらされ、ぬれと乾燥が繰り返し行われる環境に暴露されている。したがって、海水中の塩分がコンクリート中に浸透し、これが乾湿繰り返し作用により供試体表面から内部へと移動していくことが考えられる。

この点を明らかにするために、本実験ではコンクリート中の塩分含有率の測定を行った。すなわち、コンクリート供試体をφ30mmのコンクリートドリルにより表面より4レベルの深さまで順に穿孔してその粉末を分析試料とした。分析は日本コンクリート工学協会「硬化コンクリート中に含まれる塩分の分析方法(案)」³⁾に基づいて行った。すなわち、採取した粉末試料40gに50°Cの温水を加え保温しながら30分間振とうして抽出した滲液に対し硝酸銀による電位差滴定を行ってNaClを定量した。

図-1には基準に用いた普通セメントコンクリートの測定結果を示す。縦軸の塩分含有率はコンクリート単位重量に対する塩分量(NaCl換算値、%)である。図中の実線はひびわれのない健全部分からサンプリングを行ったものであり、破線は鉄筋の腐食が著しかったひびわれ部分からのサンプリング結果である。健全部分においては表面で0.4~0.5%の塩分含有率を示し、いずれの水セメント比(w/c)の供試体においてもほぼ同じ値を示してい

る。しかし、供試体内部では水セメント比が小さいものほど、塩分含有率の減少が著しい。Browne⁴⁾によれば、鉄筋が腐食を生ずる臨界Cl⁻量はセメント重量の0.4%であり、この値を各供試体の配合により計算すると図-1の塩分含有率は0.09%~0.13%となる。したがって、鉄筋のかぶり高が2cmの場合、たとえひびわれを生じていない部分であっても腐食の危険性があることになり、かぶり高を3cmにすると水セメント比の小さなコンクリートの場合にその危険性は避けられることがわかる。一方、破線の結果によれば塩分含有率は全般的に高く、供試体内部においても0.2%もの値を示している。また、含有率

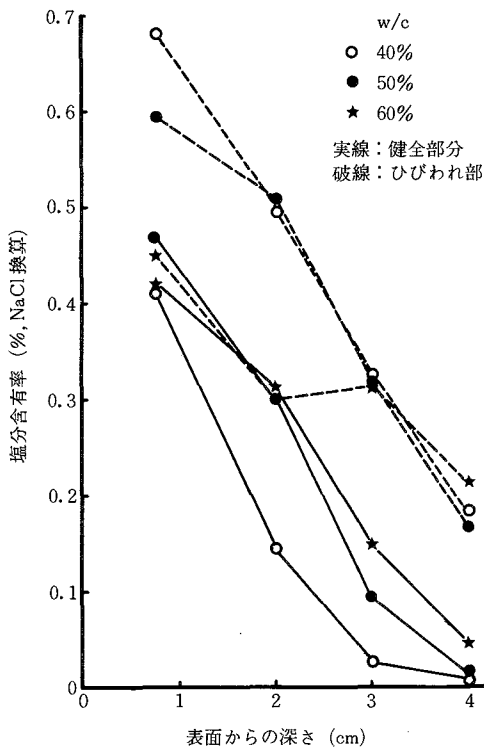


図-1 基準コンクリート中の塩分含有率

* 東京大学生産技術研究所 第5部

研究速報
と水セメント比との間には必ずしも規則性はみとめられずコンクリート表面近傍ほど変動が大きい。これは塩分浸透が表面のひびわれ幅や長さ、数によって支配されるためと考えられる。したがって、ひびわれの入ったコンクリートの場合、水セメント比やかぶりによる腐食抑制効果はほとんど期待できないものと考えられる。

図-2はコンクリート表面に防食処理を行った供試体3種類とその基準コンクリートの健全部分における塩分含有率を示す。図よりポリマーセメントモルタルによる表面ライニングを行った供試体からライニング部分での塩分が多少検出されたものの、その内側では0.01%以下の含有率を示し、エポキシ樹脂コーティングを行った供試体と共に基準コンクリートに比べると際立った塩分しゃへい性能が示されている。

図-1および図-2の結果は、前報¹⁾の腐食面積率測定結果において水セメント比が小さく、かぶりが大である供試体ほど腐食が少なかったこと、ならびに表面の被覆処理を行った供試体の腐食面積率が未処理の基準コンクリート(w/c=60%)に比べて1/2~1/3に減少していたこと、さらにそれらの腐食域がひびわれ部分に限定されていたことの理由の1つを示すものであろうと考える。

3. 暴露コンクリートの比抵抗

前章では鉄筋の腐食を誘発する要因と考えられる塩分の浸透分布に関して検討したが、ここでは一旦生じた腐食が進行するか否かを予測する試みとして、コンクリー

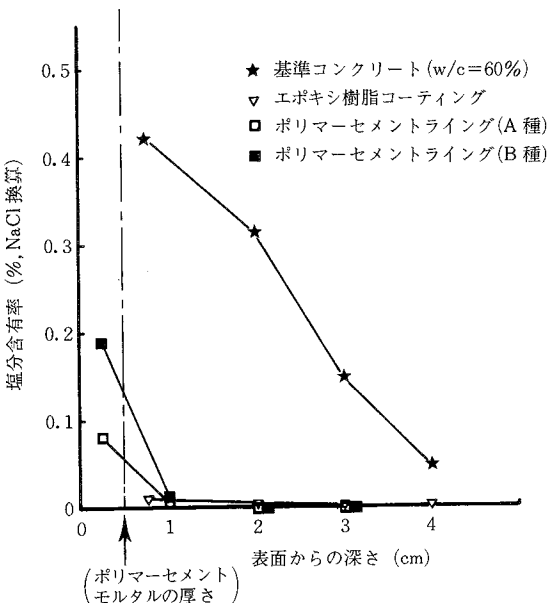


図-2 各種防食被覆を行ったコンクリートの塩分含有率

トの比抵抗を測定したので結果を述べる。一般に鉄筋に局部的な腐食が生じた場合、その部分(アノード)より他の健全な部分(カソード)に向かって腐食電流が流れる。そのとき、コンクリート自体の比抵抗が高ければ電流は流れにくく腐食の進行は抑制され、逆に比抵抗が低ければコンクリートの導電性が良く腐食は継続されるものと考えられる。コンクリートの比抵抗は通常5~20 kΩ cmであり、この値を4段階に分けて腐食診断の目安としている例⁵⁾もある。

本実験では、比抵抗を Wenner 法により測定した。すなわち、図-3に示されるように本方法は4本の電極を用い両端の電極に1~3 mA, 30 Hzの交流Iを通電し内側の2本の電極間に生じる電圧Vを精密に計測して、式

$$\rho = 2\pi a \cdot V / I$$

により比抵抗ρを求めた。ここで、aは各電極の間隔であり、この間隔に等しい深さまでの比抵抗が計測される。本実験ではa値を(鉄筋かぶり厚に相当する)3 cm一定として測定を行った。図-4に測定結果をまとめて示す。基準コンクリートの場合は3~13 kΩ cmであり、水セメント比が小さいほど比抵抗は大きい値を示す。また、表面をポリマーセメントモルタルでライニングした供試体の場合、ライニング厚が5~10 mm程度ではあるがその比抵抗は基準コンクリート(w/c=60%)に比べて大とな

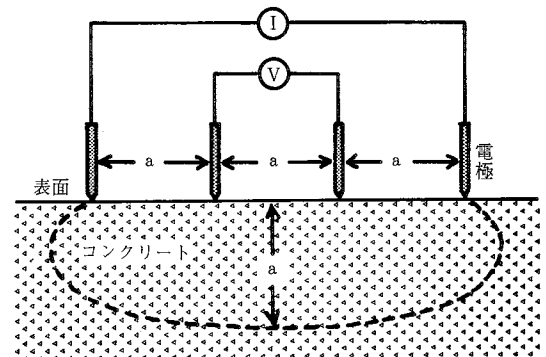


図-3 Wenner 法による比抵抗測定法

		比抵抗 (kΩcm)				
		0	5	10	15	20
基準 コン クリ ート	w/c	40	[10, 15]			
	(%)	50	[5, 10]			
	60	[2, 5]				
ポリマーセ メントモル タル ライ ン グ	A種	[10, 15]				
	B種	[5, 10]				
エポキシ樹脂コーティング		[2, 5]				

図-4 各種コンクリートの比抵抗

研究速報

っている。エポキシ樹脂コーティング供試体も同様にコーティング層により比抵抗が増大している。したがって、水セメント比の低下と表面の被覆処理により腐食の進行を抑制することがこの結果より推定され、前報¹⁾の結果とも一致する。

4. ま と め

本報告では、前報¹⁾に引き続いて海洋環境下に1年間暴露したコンクリート供試体の塩分浸透および比抵抗の測定結果について述べた。この結果、コンクリートの種類および表面の被覆により侵入塩分量や比抵抗の差異を生じ、これらが内部の鉄筋の腐食量に影響を及ぼしてい

ることが確かめられた。(1985年12月25日受理)

参 考 文 献

- 1) 小林, 辻, 星野: 生産研究, 37(1985), 550
- 2) 小林ほか: 生産研究, 37(1985), 547
- 3) 「硬化コンクリート中に含まれる塩分の分析方法(案)」
腐食防食研究委員会: コンクリート工学, Vol. 22, No. 12, Dec. 1984, 5
- 4) R. D. Browne: Durability of Building Materials, 1(1982), 113
- 5) Taylor Woodrow Research Laboratories: Concrete in the Oceans Technical Report No. 5, (1980), The Cement and Concrete Association

