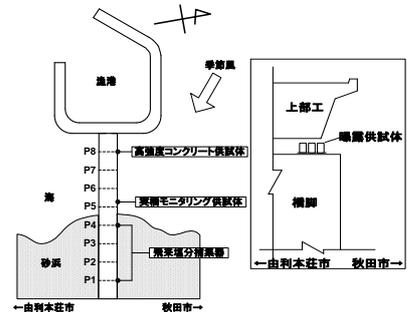


# 秋田県沿岸部に 16 年間暴露したコンクリート供試体の塩分浸透について

秋田大学 学生会員 ○小野寺 駿, 佐々木 健, 夏堀 格  
秋田大学 正会員 徳重 英信

## 1. はじめに

秋田県由利本荘市の岩城アイランドブリッジは沖合の島式漁港と既設護岸を結ぶ連絡橋である。冬季には北西からの季節風と波しぶきをうける環境下にある海上橋であり、橋脚上でコンクリート供試体の暴露試験を 1998 年より 16 年間行った。本研究は暴露最終年に引き上げた供試体の塩分浸透や圧縮強度、動弾性係数等の物性値の測定結果について明らかにすることを目的としている。



## 2. 実験概要

### 2.1 暴露試験地概要

暴露試験地概略図を図-1 に、暴露試験地における 1, 9, 11, 12, 13, 14 年目までの日平均飛来塩分量を図-2 に示す。日平均飛来塩分量は冬季の飛来塩分量が夏季に比べ約 5 倍大きな値を示しており、冬季の北西からの季節風の影響を大きく受けている。

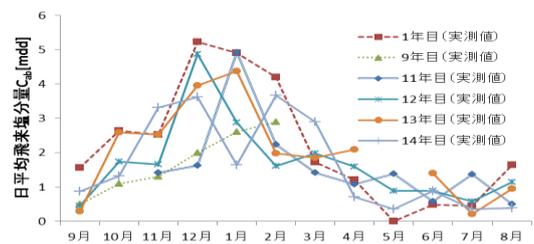


図-2 暴露試験地日平均塩分量

### 2.2 暴露供試体

暴露供試体 MC は実橋と同様の材料および配合を用いたモニタリング供試体で寸法は 100×100×200 mm である。供試体 MC の配合を表-1 に示す。また表-2 に示す 4 種類の高強度コンクリート供試体も設置している。供試体はプレキャスト用高強度コンクリート(HC), もみ殻灰 10 % 混和高強度コンクリート(RMC-10), 高活性もみ殻灰 5 % 混和高強度コンクリート(RHC-5)およびシリカフェーム 10 % 混和高強度コンクリート(SC-10)である。また供試体寸法はφ75×150 mm である。全ての供試体は 1 面からのみ塩分浸透させるため側面と底面に実橋と同じ柔軟型硬膜エポキシ塗装を施している。

表-1 モニタリング供試体の配合

供試体名	粗骨材の最大寸法 (mm)	W/C (%)	単位量 (kg/m³)				SP (kg/m³)	スランブ (cm)	空気量 (%)
			W	C	S	G			
MC	20	41.0	166	403	486	1216	40.3	8.0	4.5

表-2 高強度コンクリート供試体の配合

供試体名	粗骨材の最大寸法 (mm)	W/B* (%)	単位量 (kg/m³)					SP (kg/m³)	AE (kg/m³)	スランブ (cm)	空気量 (%)
			W	C	RHA or SF	S	G				
HC	20	30.0	153	510	0	734	1040	0.92	0.04	19.0	3.9
RMC-10			149	448	50			1.67	0.13	23.0	5.5
RHC-5			151	478	25			1.23	0.10	16.0	4.8
SC-10			150	449	50			0.98	0.05	20.0	4.6

\*W/B: 水結合材比

### 2.3 測定項目と方法

測定項目は、圧縮強度、動弾性係数および塩化物イオン量である。圧縮強度試験は JIS A 1108, 動弾性係数の測定は JIS A 1127, また塩化物イオン量の測定は JIS A 1154 に準じて実施している。

## 3. 実験結果

### 3.1 物性試験結果

高強度コンクリートの相対動弾性係数の結果を図-3 に、全供試体の圧縮強度試験の結果を図-4 に示す。相対動弾性係数は全供試体で若干の増加傾向を示しており、組織の緻密化が進行していると考えられる。高強度コンクリートの圧縮強度試験結果については、試験年によって若干の変動が見られるが大きな低下や増加は見られない。一方、モニタリング供試体の圧縮強度は若干の増加傾向が見られた。以上より暴露供試体の物性の低下はないことが明らかとなった。

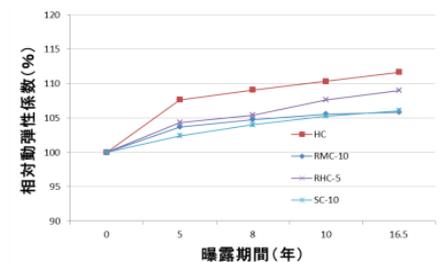


図-3 相対動弾性係数

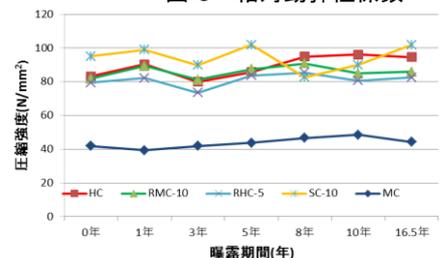


図-4 圧縮強度

キーワード: 暴露, 飛来塩分, コンクリート, 表面被覆, 塩化物イオン, 強度

連絡先: 〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1 秋田大学工学資源学部 tel:018-889-2367, fax:018-837-0407

### 3.2 塩化物イオン量測定結果

各供試体の塩化物イオンの測定結果から、Fick の第二法則の解を用いて最小二乗近似を行った結果のうち、供試体 MC について図-5 に示す。暴露開始時から塩化物イオンの供試体への浸透が進み、供試体表面から 10 mm の位置では暴露 16 年で  $25 \text{ kg/m}^3$  を上回った。以下、全ての供試体で表面塩化物イオン量と拡散係数を実測値の最小二乗近似式より求めた結果について述べる。

### 3.3 表面塩化物イオン量とみかけの拡散係数

前節の結果より表面塩化物イオン量  $C_0$  とみかけの拡散係数  $D$  を算出した結果を図-6 および図-7 に示す。表面塩化物イオン量は MC については暴露 16 年を経過しても増加傾向にあり 16 年目で  $56 \text{ kg/m}^3$  と非常に大きな値を示した。高強度コンクリートに関しては、10 年目の調査では今後  $15 \text{ kg/m}^3$  程度に収束していくと予測していた<sup>1)</sup>が、16 年目の測定結果からの予測では  $15 \sim 25 \text{ kg/m}^3$  程度の収束値となっている。拡散係数は 10 年目測定時点では  $10 \text{ mm}^2/\text{年}$  程度に収束していくと予測していたが、16 年目の測定では  $10 \text{ mm}^2/\text{年}$  を下回る値に収束していくことが明らかになった。

### 3.4 発錆限界年の推定

前節で推定を行った表面塩化物イオン量  $C_0$  と拡散係数  $D$  をもとに、今後の塩化物イオン量浸透の推定を行った。ここで前節の結果よりモニタリング用供試体と高強度コンクリートの表面塩化物イオン量  $C_0$  と拡散係数  $D$  は表-3 に示す値を用いた。実橋のかぶりは  $70 \text{ mm}$  であるので、全供試体のかぶり  $70 \text{ mm}$  における塩化物イオン量を算定した結果を図-8 に示す。各供試体が無塗装の場合、供試体 MC では、かぶり位置での塩化物イオン量が  $1.2 \text{ kg/m}^3$  に達するのは約 38 年目と推定される。同様に高強度コンクリートについては、供試体 HC では約 166 年目、供試体 RMC-10 では約 168 年目、供試体 RHC-5 では約 207 年目、供試体 SC-10 では約 322 年目で発錆限界塩化物イオン量に達すると推定された。以上の結果から、本研究の範囲ではシリカヒュームを 10 % 混和した供試体 SC-10 が最も高い塩化物イオン浸透抑制能力を示すことが明らかになった。

## 4. まとめ

秋田県沿岸部に 16 年間暴露したコンクリート供試体について得られた結果をまとめると以下のとおりとなる。

- (1) 暴露供試体の圧縮強度や動弾性係数等の物性値にはわずかな増減はあるものの大きな変化は表れず、各供試体の劣化はないと考えられる。
- (2) 高強度コンクリート供試体の表面塩化物イオン量と拡散係数は、各々  $15 \sim 25 \text{ kg/m}^3$  程度、および  $10 \text{ mm}^2/\text{年}$  を下回る値に収束することがわかった。
- (3) 高強度コンクリート供試体の中では、シリカヒューム 10 % 混和コンクリートならびにもみ殻灰 5 % 混和コンクリートの塩化物イオン浸透抑制能力が高いことが明らかとなり、ポゾラン材料の有効性が確認できた。

【参考文献】 1) 小塚ほか: 秋田県沿岸部に 10 年間暴露したコンクリートの塩分浸透と物理的性質に関する研究、平成 20 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, V-7 (2009)

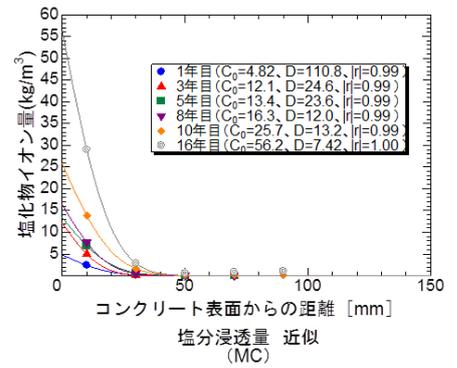


図-5 供試体中の塩化物イオン量

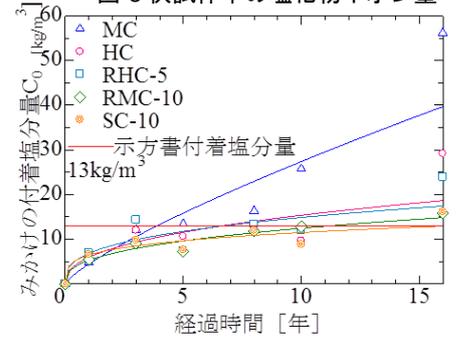


図-6 表面塩化物イオン量

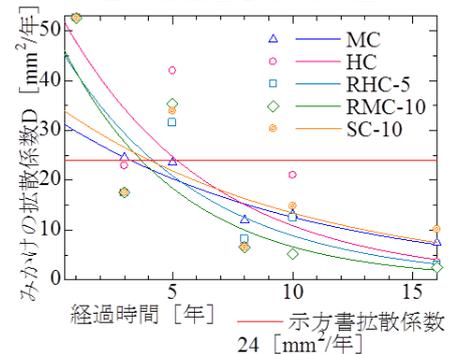


図-7 みかけの拡散係数

表-3 表面塩化物イオン量とみかけの拡散係数

	MC	HC	RMC-10	RHC-5	SC-10
$C_0$ (kg/m <sup>3</sup> )	56.0	29.1	15.8	23.9	16.1
$D$ (mm <sup>2</sup> /年)	13.5	3.5	4.6	3.1	2.4

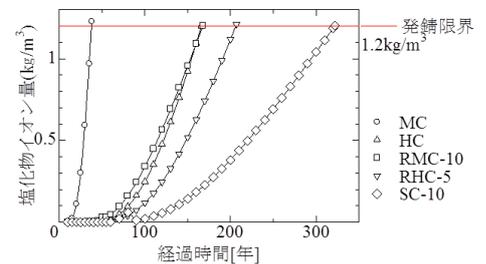


図-8 かぶり 70 mm での塩分浸透予測