

# 洗浄による塩化物イオン浸透抑制効果の検証

令和2年3月

橋梁塩害対策検討委員会  
国立大学法人 長岡技術科学大学

# 目 次

第1章 検討の目的 .....	1
1.1 目的 .....	1
第2章 水洗いによるコンクリート内への塩分浸透抑制効果確認試験 .....	1
2.1 概要 .....	1
2.2 目的 .....	1
2.3 試験方法 .....	1
2.3.1 飛来塩分環境再現装置 .....	1
2.3.2 高圧水洗浄方法 .....	2
2.3.3 実験方法 .....	2
2.4 実験結果 .....	4

## 第1章 検討の目的

### 1.1 目的

簡易な塩害防止方法の確立を目的として、コンクリート表面の付着塩分を高圧洗浄により除去することが内部への塩分浸透抑制となることを検証する。

## 第2章 水洗いによるコンクリート内への塩分浸透抑制効果確認試験

### 2.1 概要

小型の風洞試験機内で、人工的に発生させた海水粒子をモルタル供試体（10cm程度の立方体）に飛来させることで、塩害環境を再現する。

水洗いを実施する供試体と実施しない供試体を一定期間設置し、取り出した供試体の浸透割合（拡散係数）を比較し、水洗いの有効性について検証する。

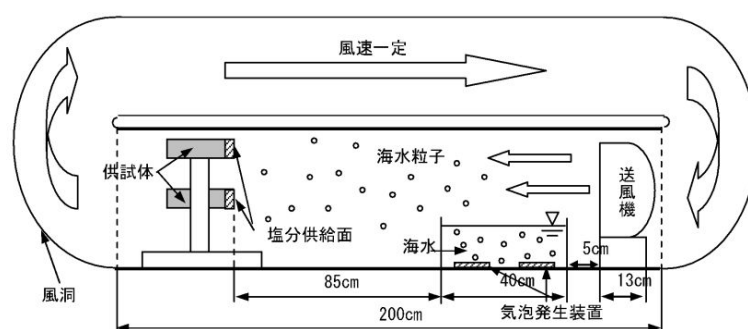


図 2.1.1 風洞試験機の概要（予備実験における試作品）

### 2.2 目的

海岸付近に建設されたコンクリート構造物の飛来塩分や海水飛沫による塩害の進行を抑制するには、塩分をコンクリート内に浸透させないことが有効であり、その方法は、かぶりを大きくする・コンクリートの水セメント比を小さくする・表面保護膜工法を適用するなど多数ある。

桁表面や支承部に付着した汚れを除去する目的で、高圧水による洗浄が実用されているが、塩分の浸透抑制効果も期待できると考えられる。

これまでコンクリート中への飛来塩分の侵入過程の検証は実環境下での暴露試験に頼るしかなかったが、飛来塩分環境再現装置の開発により、試験環境を人工的に制御した条件下での検証が可能となった。この装置を用いて、高圧洗浄による塩分抑制効果を検証する。

### 2.3 試験方法

#### 2.3.1 飛来塩分環境再現装置

実験装置の寸法

風洞外寸：2318cm×6118cm×1114 cm

風洞断面の内寸：100 cm×100 cm

風洞内には、3%濃度の塩水をエアレーションさせることにより発生させた塩水粒子を、送風ファンで発生させた0.1～2.1m/s程度の風で循環させている。（図 2.3.1、図 2.3.2）

これにより実現される塩害環境は、風洞内の位置にもよるが、飛来塩分量でみると新潟県での海岸汀線付近での実測値の5～10倍程度となる。

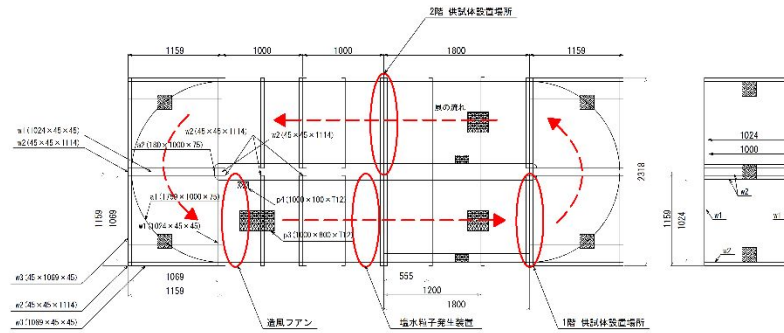


図 2.3.1 試験装置概要 (本試験用)



図 2.3.2 風洞外観及び内部状況

### 2.3.2 高圧水洗浄方法

高圧洗浄装置吐出口より 40 cm の位置で供試体を固定し、塩分供給面のみ洗浄する。洗浄時は、高圧洗浄水と供試体を直線的に保持する。



図 2.3.3 洗浄方法

### 2.3.3 実験方法

#### (1) 供試体

水セメント比を 50% とし、セメントは普通ポルトランドセメントを使用。

供試体の寸法は、10 cm×10 cm×15 cm の角柱

塩分供給面以外はコールタールでシールし、さらにラップで覆う



図 2.3.4 供試体形状

(2) 供試体の設置位置とその位置における飛来塩分量

風洞内の位置によって飛来塩分量が異なるため、あらかじめ各位置における飛来塩分量を測定しておき、供試体設置後も供試体にその塩分量が到達すると仮定する。

飛来塩分量は、ガーゼ法によって予め測定した。ただし、空气中を通過する塩分量ではなく、供試体表面に到達する塩分量を測定する必要がある為、ガーゼを不透過状態にして測定した。

図 2.3.5 に到達塩分量を示す。(mmd= mg/d m<sup>2</sup>/day)



図 2.3.5 供試体配置位置及び到達塩分量

(3) コンクリート中の塩分濃度測定のための試料採取法

コンクリート中の塩分濃度測定のための試料は、供試体を卓上フライス盤で穿孔して採取した削粉を用いる。

卓上フライス盤での試料採取位置を図 2.3.6 に示す。

試料の採取位置は、供試体の塩分供給面から深さ方向 0.5 cm, 1 cm, 2 cm, 4 cm, 8 cm とした。0.5 cm のみ表面から表層を削除し穿孔, 1 cm 以上は暴露面以外の面から穿孔し削粉を採取した後、供試体は風洞内で再暴露する。

再穿孔点は、穿孔済点の影響を考慮し出来るだけ距離の置いた位置とする。



写真 2.3.1 卓上フライス盤

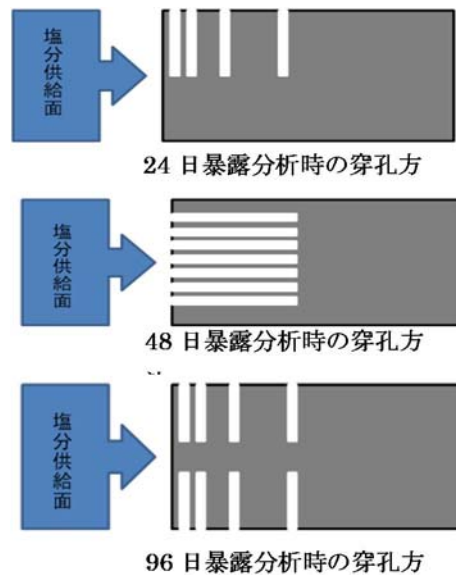


図 2.3.6 採取位置

#### (4) 塩分分析方法

塩分分析方法は、JCI-SC4「硬化コンクリート中に含まれる塩分の分析方法」に準拠して行う。  
測定する塩分は全塩分である。

#### (5) 実験シリーズ

水洗いによってコンクリート内部への塩分浸透を抑制することが可能かを調べる基本的な検討を行う。

各供試体の洗浄時間間隔を図 2.3.7 に示す。

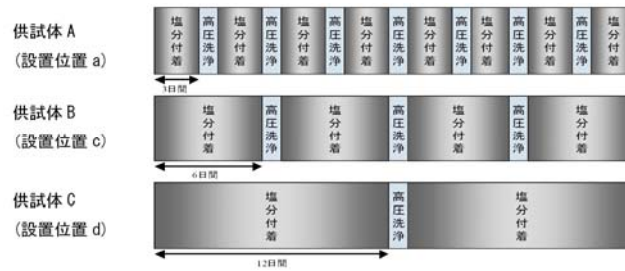


図 2.3.7 各供試体の洗浄時間間隔

24 日 48 日 96 日の暴露および洗浄のサイクルは、以下の 4 ケースで実施する。

供試体 A は、3 日間風洞内で塩分付着させた後に 30 秒間の高圧洗浄を実施し再び飛来塩分環境下におくことを繰り返す。

供試体 B は、6 日間塩分付着させた後に高圧洗浄を行う。

供試体 C は、12 日間塩分付着させた後に高圧洗浄を実施する。

このほかに無洗浄の供試体も実験する。

## 2.4 実験結果

暴露 48 日は、塩分濃度測定の不具合によりデータ掲載を見合わせる。

暴露 24 日では、無洗浄を含めてまだ塩分侵入は見られず、暴露 96 日では、無洗浄が最も塩分侵入が見られ、これに比べ洗浄を行ったケースはいずれも塩分侵入の低減が認められた。

また、洗浄によって直接塩分除去が可能な表面から塩分濃度が低下していることから、洗浄が内部への塩分浸透を抑制する効果があることが分かった。

洗浄間隔の影響としては、12 日おきよりも 6 日・3 日おきの方が高い塩分侵入抑制効果が得られたが、6 日と 3 日とでは効果の差が小さく、洗浄間隔の影響に頭打ちがあることが示唆された。

コンクリート表面を高圧洗浄することによる塩分侵入抑制効果があること、その効果において洗浄時間間隔の影響があることが確認された。

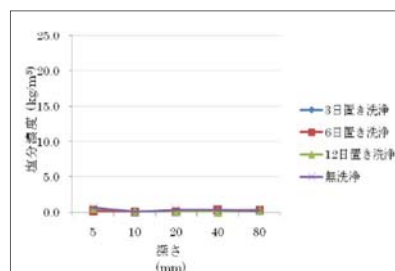


図 2.4.1 24 日暴露分析結果

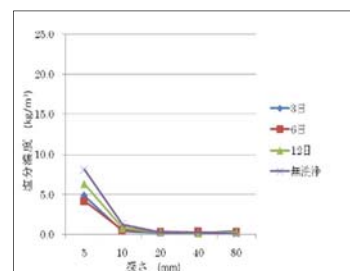


図 2.4.2 96 日暴露分析結果