

# 技術開発成果報告書

事業名 ・住宅等におけるストック活用、長寿命化 対策に資する技術開発	課題名 実環境下における仕上げ材付きコンクリートの中性 化進行の非/微破壊評価と外観維持型鉄筋腐食抑制技 術の開発
<b>1. 技術開発のあらまし</b> (1) 概要 本技術は、①仕上材が施されたコンクリート部材の表層透気性評価技術、②仕上材の劣化シミュレーション技術および③外観維持型鉄筋腐食抑制工法の開発、により RC 造建築物の長寿命化に資することを目的とする。  (2) 実施期間 平成28年度～平成30年度  (3) 技術開発に係った経費 技術開発に係った経費（実施期間の合計額） 5000 千円  (4) 技術開発の構成員 学校法人東京理科大学（工学部建築学科 教授 今本啓一） 株式会社浅沼組（課長 山崎 順二） 旭化成ワッカーシリコン株式会社（技術本部 本部長 竹平 章良）  (5) 取得した特許及び発表した論文等 発表した論文 1. 2018年3月 日本建築学会構造系論文集（東京理科大学 工学部建築学科・今本啓一） タイトル： マルコフ連鎖モデルを用いた複層仕上塗材の劣化予測および中性化抑制効果に着目した耐用年数評価に関する研究 2. 2018年7月 日本コンクリート工学会（東京理科大学 工学部建築学科・今本啓一） タイトル： 表面含浸材および樹脂を用いたコンクリートの材料改質に関する実験的研究 3. 2018年7月 日本コンクリート工学会（東京理科大学 工学部建築学科・今本啓一） タイトル： 端島の RC 造建築物に対する表面含浸工法の適用性に関する研究 4. 2018年7月 日本コンクリート工学会（株式会社浅沼組 課長 山崎 順二） タイトル： 透気試験複合法による仕上げ材付きコンクリートの中性化速度の評価手法に関する実験的検討 5. 2020年 日本コンクリート工学会（株式会社浅沼組 課長 山崎 順二） タイトル： 透気試験複合法による仕上げ材付きコンクリートの中性化速度の評価手法に関する実験的検討 6. 2017年7月 日本コンクリート工学会（株式会社浅沼組 課長 山崎 順二） タイトル： 透気性試験における繰返し測定および試験機の検定に関する検討 7. 2017年7月 日本コンクリート工学会（株式会社浅沼組 課長 山崎 順二） タイトル： 仕上げ材を有するコンクリートの透気性評価に関する実験的検討 8. 2017年7月 日本コンクリート工学会（東京理科大学 工学部建築学科・今本啓一） タイトル： 軍艦島に4年間暴露した表面含浸材塗布コンクリートの鉄筋腐食抑制効果	

## 2. 評価結果の概要

### (1) 技術開発成果の先導性

本提案技術は、既存 RC 造構造物の診断における建物への損傷と外観変化を最小限に抑える技術を開発するものである。

コンクリート単体に対して開発された表層透気性試験を仕上げ材の影響を加味して拡張する。

また、実環境下の実測データに基づいて仕上げ材の中性化抑制効果を、その経年劣化の影響も加味して評価する。

そして、水分の浸透抑制に着目した外観維持型の改修方法を提案する。

### (2) 技術開発の効率性

コンクリートの表層透気性と中性化に関する研究は、提案者および担当者によるものであり、目標達成のための技術を保有している。

仕上げ材の劣化調査とのもその確率論的モデルの構築は、提案者によるものであり、目標達成のための技術を十分に保有している。

促進試験・暴露試験を通じた性能評価試験は、実績を持つ提案者と石像などの保存技術開発に携わってきた担当者によるものであり、目標達成のための技術を十分に保有している。

### (3) 実用化・市場化の状況

仕上げ材の劣化の確率論的モデル評価は既に ISO/TS 15686-7 Building and constructed assets- Service life planning- Part7 の Annex4 として、マルコフ連鎖モデルによる手法が採用・実用化されており、達成度 80%と判断する。

また、表層透気性試験については 2020 年 9 月に NDI 規格として承認されており、こちらについても達成度 80%と判断する。また表面含浸材については引き続き販売されており、こちらについては達成度 70%と判断する。

### (4) 技術開発の完成度、目標達成度

全体の完成度、目標達成度としては、下記の状況により約 70%程度と考える。

- 1) ハイブリッド型透気試験方法の実用化までのプロセス：装置の製品化による普及・展開：達成度 80%
- 2) マルコフ連鎖モデルによる仕上げ材の劣化シミュレーション技術の実用化までのプロセス：実地データに基づくソフトの高精度化：達成度 80%
- 3) 表面含浸材による鉄筋腐食抑制補修工法とモニタリング手法の実用化までのプロセス：実証実験による検証とモニタリングによる効果の持続性の確認手法の提案：達成度 70%

日本非破壊検査協会規格

NDIS 3436-1:2020

コンクリートの非破壊試験－表層透気試験方法

第 1 部：一般通則

Non-destructive testing of concrete－Air permeability testing method-  
Part1: General principles

#### 1 適用範囲

この規格は、コンクリート表層部の透気性を測定するための試験方法における一般事項について規定する。

#### 2 引用規格

次に掲げる規格は、この規格に引用されることによって、この規格の規定の一部を構成する。これらの引用規格は、その最新版（追補を含む）を適用する。

JIS A 0203	コンクリート用語
NDIS 3436-2	コンクリートの非破壊試験－表層透気試験方法 第 2 部：ダブルチャンバー法
NDIS 3436-3	コンクリートの非破壊試験－表層透気試験方法 第 3 部：シングルチャンバー法
NDIS 3436-4	コンクリートの非破壊試験－表層透気試験方法 第 4 部：ドリル削孔法
NDIS 3436-5	コンクリートの非破壊試験－表層透気試験方法 第 5 部：校正器

#### 3 用語及び定義

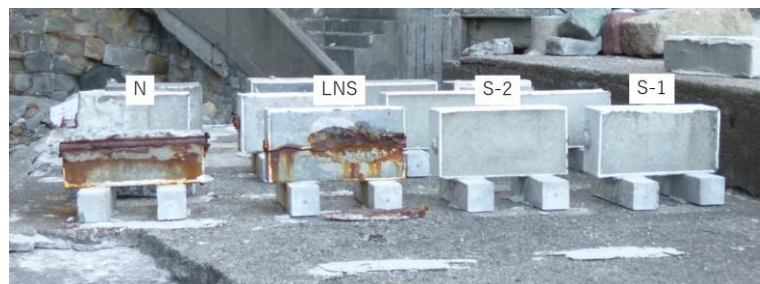
図 制定された透気試験方法の規格

#### (5) 技術開発に関する結果

成功点としては、具体的な規格の制定に至った点であり、これにより今後の技術の普及・拡大が見込めると考える。また、「表面含浸材による鉄筋腐食抑制補修工法とモニタリング手法の実用化までのプロセス」については、端島での暴露試験結果に基づきその効果を検証することができた。



暴露開始時



暴露6年目

#### ・残された課題

制定された規格に基づき、今後の普及を図る必要がある。

### 3. 対応方針

#### (1) 今後の見通し

今後の普及のために、例えばハイブリッド型透気試験方法の実用化については、非破壊検査協会などで、制定された規格をベースに、実務者が運用しやすいようなマニュアルなどを作成する必要がある。これについては同協会内で委員会を設置し、現在検討中である。また、マルコブ連鎖モデルによる仕上げ材の劣化シミュレーション技術については、日本建築学会より発行される「耐久設計支援ガイド」に反映する方向で検討中。