

委員会報告

「コンクリート構造物の補修工法研究委員会報告」

幹 事 守屋正裕 (大林組技術研究所)

<委員構成>

- | | |
|------------------------|----------------------|
| 委員長：魚本健人 (東京大学生産技術研究所) | |
| 顧問：蒔田 實 (日瀝化学工業) | |
| 幹 事：伊部 博 (小野田) | 大賀宏行 (東京大学生産技術研究所) |
| 武若耕司 (鹿児島大学海洋土木工学科) | 守屋正裕 (大林組技術研究所) |
| 米澤敏男 (竹中工務店技術研究所) | |
| 委員：阿部道彦 (建設省建築研究所) | 伊藤 洋 (熊谷組エンジニアリング本部) |
| 石川光男 (日本防蝕工業技術研究所) | 牛島 栄 (青木建設研究所) |
| 上田多門 (北海道大学土木工学科) | 氏家 勲 (宇都宮大学建築学科) |
| 江口和雄 (ショーボンド建設) | 笠井 浩 (鹿島建設技術研究所) |
| 神田 亨 (フジタ技術研究所) | 黒田泰弘 (清水建設技術研究所) |
| 坂井悦郎 (東京工業大学無機材料工学科) | 櫻井 宏 (北見工業大学開発工学科) |
| 田村 博 (日本建築総合試験所) | 出村克宣 (日本大学建築学科) |
| 中野米蔵 (コンステック) | 平松和嗣 (NTTファシリティーズ) |
| 弘中義昭 (佐藤工業中央技術研究所) | 広野 進 (鹿島建設技術研究所) |
| 前田孝一 (千葉大学建築学科) | 松村卓郎 (電力中央研究所) |
| 丸屋 剛 (大成建設技術研究所) | S. Misra (鹿島建設技術研究所) |
| 守屋 進 (建設省土木研究所) | 結城正洋 (首都高速道路公団) |
| 渡部 正 (前田建設工業技術研究所) | |

1. はじめに

当研究委員会は、塩害を受けた鉄筋コンクリート構造物の補修法に関して、既存技術(材料、工法)の効果および補修効果に影響する因子について検討し、望ましい補修技術の確立に資する目的で活動している。

この報告では、暴露試験を担当している暴露ワーキンググループ(WG)の活動内容を中心に、これまでの活動経過と試験結果の概要を述べる。

2. 活動経過の概要

表-1に示すように、この委員会は、1990年度に設置され、当初、以下に示す課題について3つのWGを設置し、2年間の予定で研究委員会として活動した。

①暴露WG

各種要因分析のための試験体と既存の各種補修工法を適用した補修模擬試験体を製作し、海洋環境および内陸環境に暴露して、補修効果の追跡調査を行なう。

②調査WG

補修材料や補修工法の特徴、効果、評価法、試験事例等について、既往の文献調査を行な

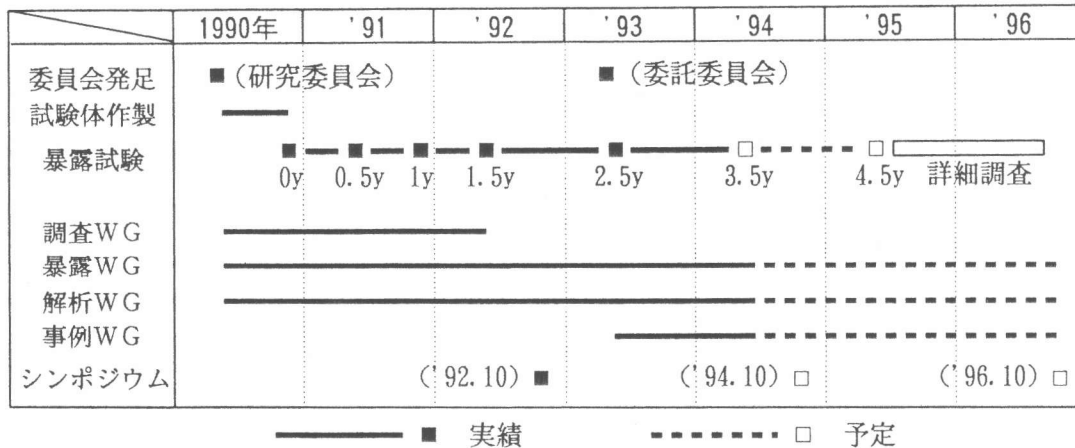
い情報を整理する。

③解析WG

鉄筋腐食に影響する諸要因ならびに腐食抑制要因を抽出し、腐食速度（腐食抑制効果）に関する数値解析を行なう。

当研究委員会の2年間の活動成果は、1992年10月にシンポジウムを開催し報告した。調査WGでは、補修材料、工法の動向や補修効果の評価試験例などに関する文献調査結果を、暴露WGでは、試験体製作から暴露1.5年までの試験結果を、解析WGでは、解析に必要なパラメータの抽出と基本的な解析モデルの提案と計算例の報告を行なった[1]。広い分野から500名を越える参加申し込みがあり、関心の高さがうかがわれた。

表-1 活動経過と今後の予定



当委員会は、さらに長期の暴露試験データを得るために、1993年度から、日本建築仕上材工業会を窓口とする委託の委員会として再発足し、暴露WG、解析WGの継続と、新たに、事例WGを設置し、平成8年までの予定で、活動を継続中である。

なお、事例WGでは、コンクリート構造物の劣化被害事例、補修事例を調査し、それらを整理集約した事例集を作成する予定で作業中である。

3. 暴露WGの活動報告

3.1 暴露試験の概要

(1) 試験体

鉄筋の腐食被害箇所を補修した状態をモデル化した試験体で、図-1に形状とコンクリートの配合条件を示している。補修（断面修復）適用箇所の鉄筋露出部は予め塩水で発錆させた。

各種要因分析のための基礎データ取得用試験体として、塩分混入の有無、補修の有無、鉄筋防錆処理の有無、補修材（断面修復材）の種類、全面塗装の有無と塗膜厚などの条件を組み合わせ合計33体を製作した。また、補修材料工法の販売・施工会社の参画、ご協力を得て合計26社のそれぞれのシステムで補修した合計78体を製作した。以上の合計111体を暴露している。

試験体の製作手順や詳細条件は既報に示している[1][2]。

(2) 暴露場所

①海洋環境

東京大学生産技術研究所の伊豆海洋暴露実験場（静岡県伊東市城ヶ崎）を使用している。

写真-1に示すように、太平洋岸波打ち際で、海水の塩分や乾湿の繰り返し、波の物理的作用、日射の影響を強く受ける過酷な暴露環境である。

②内陸（一般）環境

八洋コンクリートコンサルタント㈱のご協力を得て、同社の屋外ヤード（神奈川県茅ヶ崎市萩園）を使用している。海岸線から約3km内陸に位置し、周囲は住宅地区で、飛来塩分の影響や大気汚染の影響を受けにくい暴露環境である。

(3) 追跡調査内容

試験体の破壊を伴わない以下の調査項目について、定期的な調査を行なっている。

①表面被覆材の調査

白亜化、汚れ洗浄性、光沢、色差、ふくれ、ひびわれ、はがれ、キズ

②コンクリート、補修材の調査

ひびわれ、浮き、剥離

③鉄筋腐食の調査

さび流出（外観目視）、自然電位、分極抵抗

(4) 詳細調査内容（予定）

暴露4.5年で試験体を回収し、上記の項目に加えて、塩分の浸透状況、中性化状況、鉄筋の発錆面積率などを調査する予定で、現在、調査要領を検討中である。

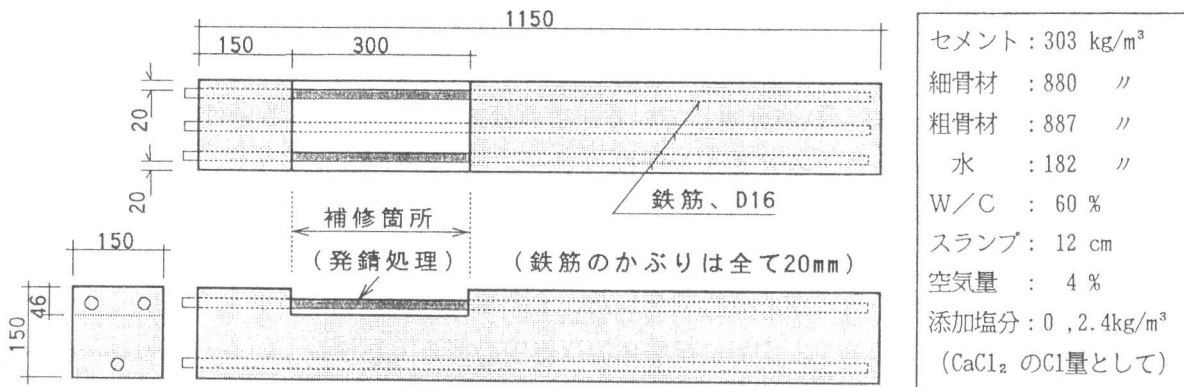


図-1 試験体の形状とコンクリートの配合条件

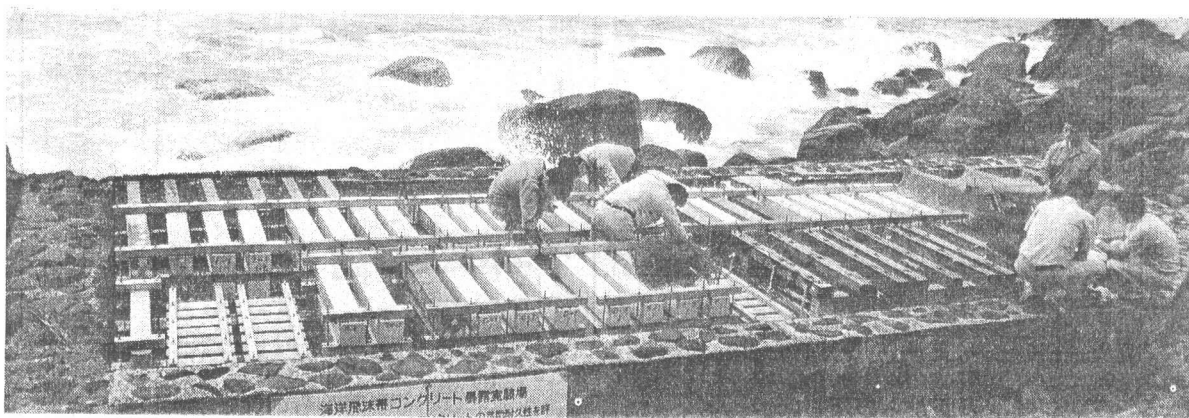


写真-1 海洋暴露状況

3. 2 調査結果の概要

現在、暴露2.5年までの調査結果を整理済である。概要を以下に示す。

(1) 海洋暴露の外観調査結果

無塗装試験体は、初期の塩分混入有無にかかわらず、半年で錆流出や鉄筋に沿うひび割れが認められ、その後それらの症状が次第に拡大してきている。写真-2にその様子を例示する。腐食の主原因として、海水からの塩分浸透が大きく作用していると判断される。

各社補修試験体の多くは、外観的に著しい変状は見られず、補修・保護効果が認められている。塗膜の防水・遮塩機能が効果的に作用しているためと考えられる。

一部の試験体では、塗膜の層間から、ふくれ、剥離を生じている。また、補修部のみに塗膜のふくれを生じている試験体もある。これらは、塗膜層間の付着性や塗膜と補修材の相互作用に問題があったと考えられる。

(2) 内陸暴露の外観調査結果

塗装有無、塩分混入有無、補修有無にかかわらず外観的な腐食の兆候は認められていない。海洋環境との違いが顕著である。また、いくつかの試験体で、補修材の中央部あるいは補修材とコンクリートの境界部にひびわれが発生している。これは補修材の収縮あるいは補修材とコンクリートの熱伸縮挙動の違いによると考えられる。

(3) 塩分含有率の調査結果

暴露2.5年の調査時に、無塗装試験体の一部について、ドリルで表面からの深さごとにコンクリート試料を採取し、塩分含有率を分析調査した。その結果、図-2に例示するように、海洋暴露試験体では塩分浸透が顕著で、すでに試験体のほぼ中心部まで到達していると判明した。塩分を混入した内陸暴露試験体では、深さ方向の勾配はほとんど見られず、分析結果の平均値は初期混入塩分量とほぼ一致した。

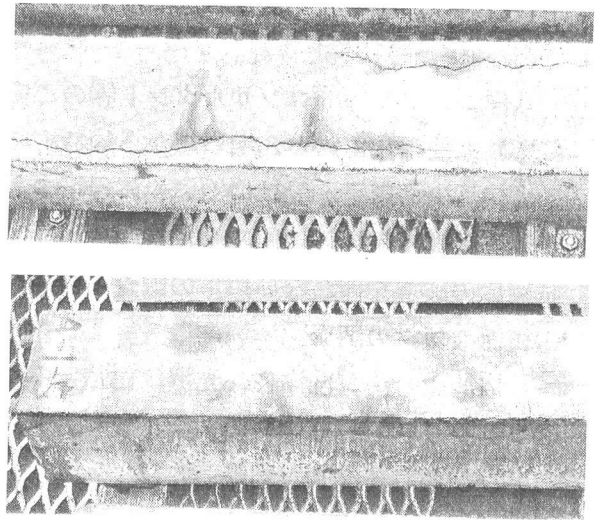


写真-2 海洋暴露2.5年（無塗装）

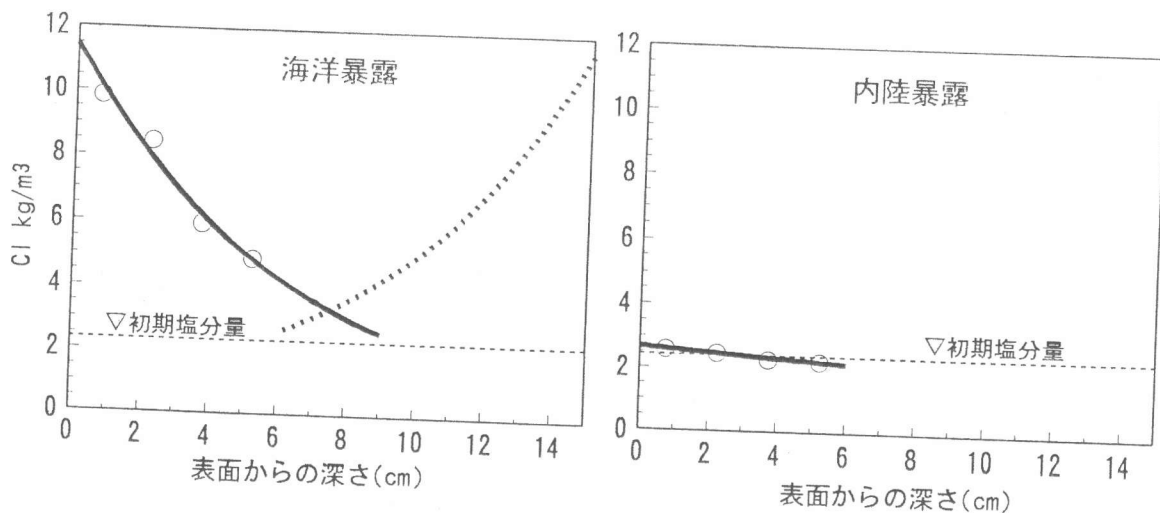


図-2 無塗装試験体の塩分含有率調査結果（暴露2.5年）

(4) 鉄筋の自然電位測定結果

図-3は、無塗装、無補修試験体について暴露環境の違いを比較している。海洋暴露では、経年的に次第に電位が卑に変化し、塩分浸透の影響で腐食状態に移行した様子が現われている。図-4、5は、補修・保護効果の違いが典型的な2例で、Bは、鏽流出が確認されている。

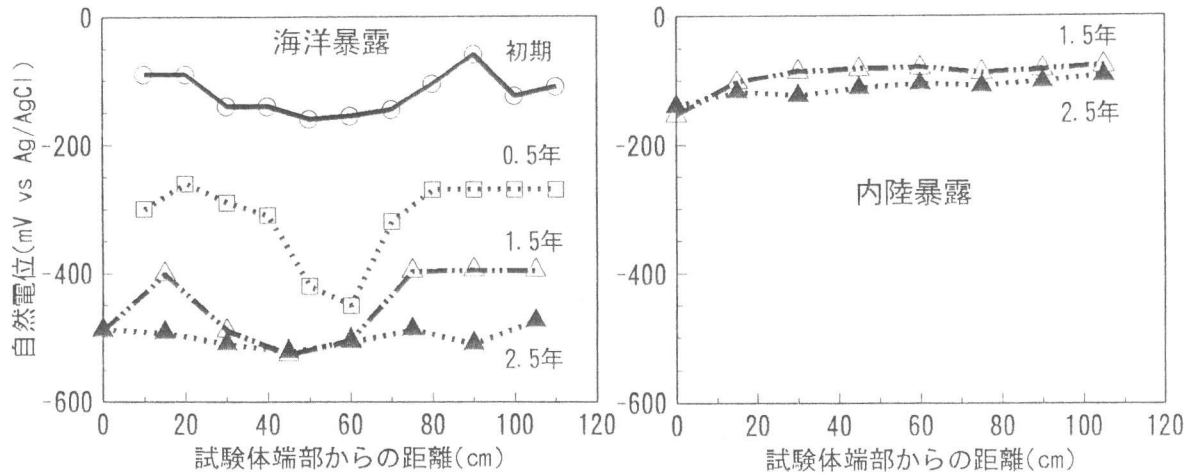


図-3 自然電位の経年変化（無塗装、無補修、塩分混入）

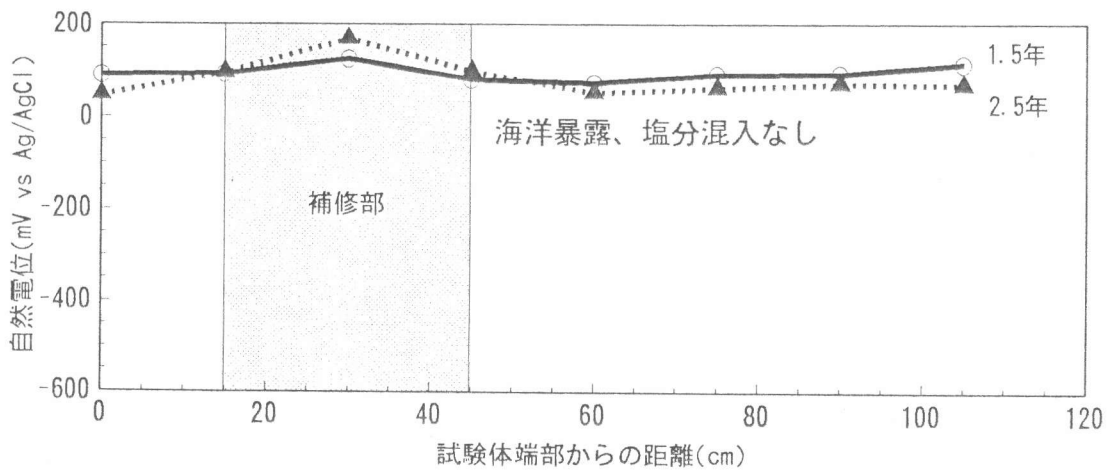


図-4 補修試験体の自然電位測定例（A）

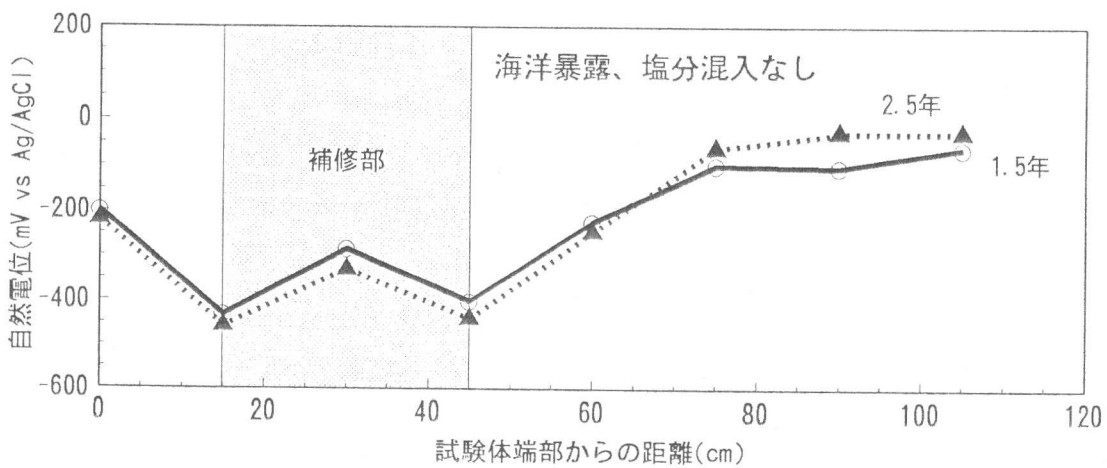


図-5 補修試験体の自然電位測定例（B）

3. 3 参画各社向けの報告

この暴露試験の費用面の裏付けは、参画各社（材料・工法の販売・施工会社）との契約によって成り立っており、年度毎に調査結果を報告書にまとめ、各社への報告を行っている。

4. 今後の予定

大まかな今後の予定を示すと以下の通りである。

4. 1 暴露試験の予定

経過3.5年の調査：1994年 5月

経過4.5年の調査：1995年 6月

詳細調査（最終）：1995年 6月～1996年

最終報告：1996年10月

4. 2 シンポジウムの開催

下記のシンポジウムにおいて、当委員会第二回目の研究報告を行う。今回は、電気防食法研究委員会と合同で開催するため、2日間のシンポジウムとなっているが、多数の参加を期待している。

名 称：「コンクリート構造物の補修工法と電気防食」に関するシンポジウム

開催日：1994年10月20日（木）、21日（金）

場 所：サンケイ会館ホール（千代田区大手町）

内 容：1)委員会報告

①コンクリート構造物の電気防食法に関する研究

電気防食法研究委員会の成果報告

②コンクリート構造物の補修工法に関する研究

暴露試験の中間報告（経過2.5年の結果）及び解析方法に関する中間報告

③コンクリート構造物の劣化および補修事例研究

カラー写真の豊富な事例集を配布して説明する予定

2)論文講演

電気防食、補修に関する一般講演（公募中）

3)カタログ展示

電気防食および補修に関する各種工法のカタログ展示（公募中）

【参考文献】

- 1)（社）日本コンクリート工学協会：コンクリート構造物の補修工法研究委員会報告書、1992
- 2)大賀宏行：コンクリート構造物の補修工法研究委員会報告、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.14, No.1, p17～p22, 1992