

(株)熊谷組 技術研究所 正会員 田中 淳一
(株)熊谷組 技術研究所 正会員 松浦 光男
(株)熊谷組 技術研究所 正会員 石田 良平
(株)熊谷組 大阪支店 鈴木 武

1. はじめに

本研究は、下水道終末処理施設の一部を利用した長期曝露試験により、①有害ガスのコンクリート侵食過程と②各種耐食被覆工法の防護効果の検討を行うことを目的としている。なお本報告は、曝露開始より5年経過後の状況についてまとめたものである。

2. 試験概要

(1)設置位置および試験体

試験体設置位置は、図-1に示すように近畿地区H終末処理場汚泥貯留槽内の2箇所で気乾曝露と浸漬の2種類の試験を行った。試験体の種類は表-1、2に示すように無被覆コンクリート試験体8種類（セメント2種類、W/C2種類、設置位置2種類）、耐食被覆コンクリート試験体10種類（耐食被覆仕様5種類、設置位置2種類）であり、材令5日で脱型後気中養生し材令6週から試験を開始した。

(2)試験項目

各試験体について以下の項目について検討を行った。

- ・外観目視調査
- ・中性化深さの測定
- ・電子顕微鏡観察

3. 試験結果および考察

①無被覆コンクリート試験体

・外観目視 硫化水素ガス(3~10ppm)に曝される気乾試験体は、材令2年目の調査において表層のセ

メントペーストが割れる程度の劣化、3年目において上下端が膨張し骨材の露出や剥落が確認された。今回の5年目の調査でさらに劣化が進行し、W/C60%の試験体では(写真-1)に見られるような側面のひび割れが確認された。また浸漬試験体については、劣化は認められなかった。

・中性化深さ 図-2に普通セメント、図-3に高炉B種セメントを用いた場合の測定結果を示す。槽内気乾試験体は槽内浸漬に比べ中性化がかなり進行しているが、これは槽内気中の硫化水素ガス(3~10ppm)および炭酸ガス(約2.5%)によるものである。普通セメントに比べ高炉セメントの方が中性化は早く、またW/Cが大きい程中性化が早いことが分かる。よって高濃度侵食性ガス雰囲気において高炉セメントを使用する場合やW/C

表-1 無被覆コンクリート試験体
($\phi 15 \times 30 \text{cm}$)

セメントの種類	水セメント比	設置位置
普通ポルトランドセメント	40%	槽内気乾曝露
高炉B種セメント	60%	槽内浸漬

表-2 耐食被覆コンクリート試験体
($D10 \times L30 \times H30 \text{cm}$)

耐食被覆仕様	設置位置
タールエポキシ3層塗り ポリエステルモルタル(厚さ20~30mm) エポキシモルタル(厚さ20~30mm、樹脂:珪砂=1:5) レジモルタル+タールエポキシ3層塗り マットライニング+フレックライニング	槽内気乾曝露 槽内浸漬

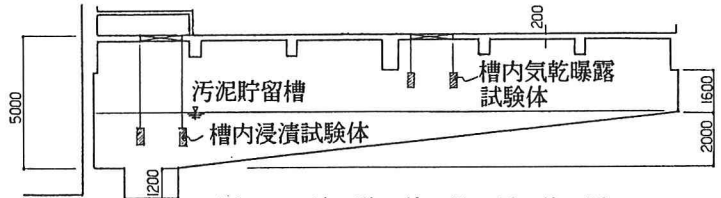


図-1 試験体設置位置

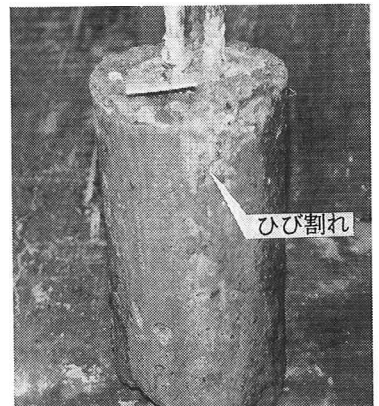


写真-1 槽内気乾試験体の劣化状況

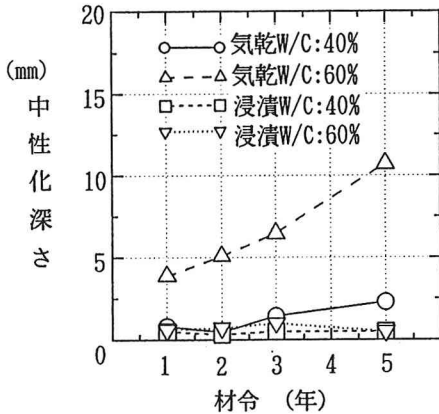


図-2 普通セメントの中性化

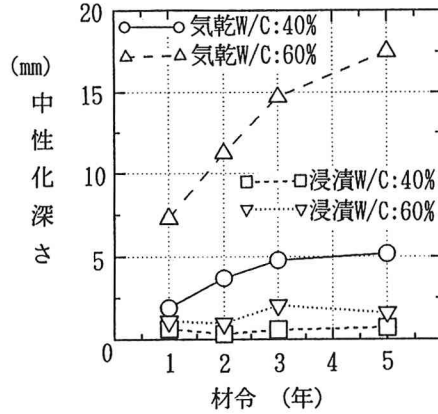


図-3 高炉セメントB種の中性化深さ

が比較的大きい場合には、中性化に対する注意が必要である。

・電子顕微鏡 硫酸イオンがコンクリート中の水酸化カルシウムと反応して生成される硫酸水和物やエトリンガイトは、水酸化カルシウムの溶出や生成の際の大きな膨張圧により、コンクリートの劣化を引き起こすとされている。〔高炉B種セメント、W/C60%〕の試験体について電子顕微鏡の組織観察を行った結果、槽内気乾試験体の表層から中性化した範囲までの間においてエトリンガイトの結晶（写真-2）が確認された。

②耐食被覆コンクリート試験体

・外観目視 表層にタールエポキシを施した試験体は、槽内気乾、槽内浸漬の両者ともタールエポキシが脱色し、一部に上層部の剝離や隅角部の破損、被覆材内部に水が侵入したことによる水泡が確認された。

・中性化深さ 表層にタールエポキシを施した槽内気乾試験体で、タールエポキシが劣化した部分において内部コンクリートの中性化が認められた。また表層にエポキシモルタルを施した槽内気乾試験体においても、前回3年目には見られなかった内部コンクリートの中性化（約6mm）が認められた。

・電子顕微鏡 表層にエポキシモルタルを施した槽内気乾試験体の内部コンクリートにエトリンガイトの結晶（写真-3）が確認された。硫化水素ガスが内部コンクリートにまで侵入したことが伺える

4. まとめ

曝露試験開始より5年経過後の結果をまとめると以下の通りである。

- ①無被覆の槽内気乾試験体は5年間で激しく劣化しており、特にW/Cが大きい程劣化が早い。
- ②高濃度侵食性ガス環境下では高炉セメントの中性化は早い。
- ③タールエポキシとエポキシモルタルは、汚泥処理槽等の内表面耐食被覆材としては不適当な材料である。

謝辞

なお今回の試験を行うにあたり御協力をいただきました当処理場関係者の方々に深く感謝いたします。

〔参考文献〕1) 石田、松浦、鈴木、矢沢、西沢：下水道終末処理場槽内コンクリートの耐久性に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、1991.9

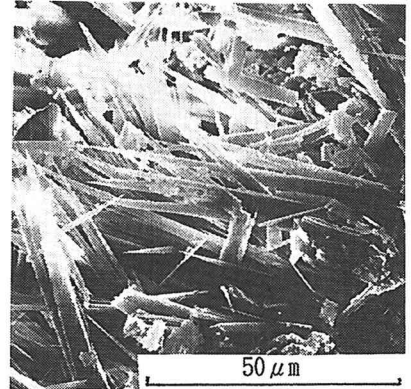


写真-2 エトリンガイトの生成（高炉セメントB種、W/C:60%）

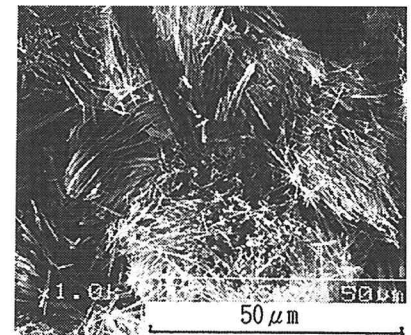


写真-3 エトリンガイトの生成（エポキシモルタル被覆）