

## チタンシートを用いた表面保護工法の耐酸性に関する検討

東亜建設工業(株) 正会員 園部 了  
 東亜建設工業(株) 正会員 濱田 洋志  
 東亜建設工業(株) 正会員 羽瀨 貴士

## 1. はじめに

一般に、厳しい酸性環境下に構築される下水道関連施設や温泉環境にある構造物などでは、かぶりやコンクリートの抵抗性だけで酸に対する耐久性を確保することは難しい。そこで高い耐酸性を有する表面被覆対策としてチタンシートを用いた表面保護工法を開発した。本工法は長期間に渡って腐食が進行にくいチタン表面に珪砂をウレタン樹脂により接着したチタンシートを、エポキシ樹脂により構造物に接着することで十分な付着性及び耐酸性を確保したものである。本工法の耐酸性を確認するために、モルタル供試体を用いて酸浸漬試験及び付着力試験を実施した。

## 2. 本工法の概要

本工法は、図-1に示すように、チタン表面に珪砂をウレタン樹脂により接着したチタンシートをコンクリート表面にエポキシ樹脂を用いて貼り付けることにより、侵食性物質からコンクリートを保護し、耐衝撃性にも優れた工法である。

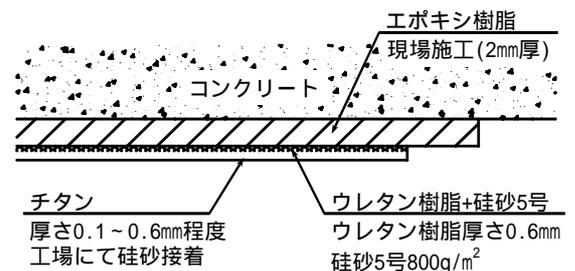


図-1 本工法の概要

## 3. チタンの耐酸性

本工法に使用したチタンは、JIS H 4600「工業用純チタン」に規定されている1種に準じており、99.8%以上の純度を有し、表面が厚さ数十から数百ナノメートルの化学的に非常に安定した自然酸化膜（不動態皮膜）に覆われているため、各種の酸やアルカリ、海水等の環境において耐食性、耐久性に優れた材料である<sup>1)</sup>。例として主要金属の海水中の腐食速度を表-1に示す。

表-1 金属の腐食速度

炭素鋼	150
ステンレス鋼 SUS316	5
アルミニウム	8
キューロニッケル	20
チタン	0.5

( $\times 10^{-3}$  mm/year)

## 4. 付着性の確認

## (1) 試験概要

珪砂によるコンクリートとの付着性の向上効果及び酸性環境における付着性を確認するために、ウレタン樹脂を用いて珪砂を接着した厚さ0.3mmのチタンシートをエポキシ樹脂にて貼り付けた供試体とチタンをそのままエポキシ樹脂にて貼り付けた供試体を作製し、気中養生、飽和Ca(OH)<sub>2</sub>溶液浸漬、pH1塩酸浸漬を行い、付着強さ試験を行った。

## (2) 試験結果

試験結果を図-2に示す。珪砂を接着した場合、標準状態および耐アルカリ試験後の供試体の付着強度は有機系被覆工法における評価基準値1.0~1.5N/mm<sup>2</sup>以上<sup>2)</sup>を十分に満足しており、全ての供試体においてモルタル自体が破壊していた。珪砂を接着しない場合、評価基準値を満足したが、チタンシートとエポキシ樹脂の界面で剥離が生じていた。従って、珪砂をチタンシートに接着することでチタンシートとエポキシ樹脂との付着強度が増加し、コンクリートとの一体性が向上することが確認できた。また塩酸溶液に浸漬後においても、標準状態での付着

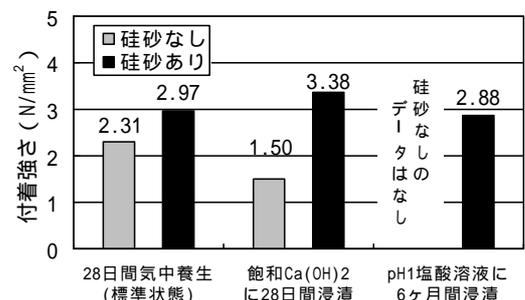


図-2 付着強さ試験結果

キーワード 表面保護, チタンシート, エポキシ樹脂, 耐酸性, 化学的侵食

連絡先 〒230-0035 神奈川県横浜市鶴見区安善1丁目3 東亜建設工業(株)技術研究開発センター TEL 045-503-3741

強度とほぼ等しく、酸による付着力低下は見られなかった。着強度が増加し、コンクリートとの一体性が向上することが確認できた。また塩酸溶液に浸漬後においても、標準状態での付着強度とほぼ等しく、酸による付着力低下は見られなかった。

5. 耐酸性の確認

(1) 試験概要

チタンシートを用いた表面保護工法の耐酸性を検討するために、図-3に示すチタンシート（継手部接着長さ50mm）をエポキシ樹脂により貼り付けたモルタル供試体（普通ポルトランドセメント，W/C=50%，S/C=2.5）をpH1に調整した塩酸溶液中に浸漬し、暴露3，6ヶ月後のモルタルの中性化深さを測定することにより、チタンシートの継手部または端部での侵食抵抗性を確認した。中性化深さの測定は、モルタル露出部とチタンシート貼付部で各3横断面切断し、フェノールフタレイン法により行った。

(2) 試験結果

中性化深さの測定結果の一例を図-4に示す。モルタル露出部の中性化深さは、暴露3ヶ月後では4～6mm程度、6ヶ月後では9～12mm程度であったのに対して、チタンシートの被覆範囲では、モルタルの中性化は全く見られなかった（写真-1）。これより、継手部においても50mm以上貼り重ねることによって、継手部からの酸による侵食の影響を十分に抑制できると考えられた。

(3) 侵食予測

温泉腐食環境区分のAランク（非常に厳しい）の酸性度（pH=4）、硫酸硫黄濃度（2000ppm）、泉温（20℃）における普通ポルトランドセメントの温泉環境における侵食深さの予測<sup>3)</sup>を図-5に示す。

図より暴露6ヵ月後におけるモルタル部の侵食深さ平均10.2mmは、温泉腐食環境区分のAランクにおける7年後の状態であるが、チタンシート被覆部はこれに相当する時点でまったく侵食されてなく、長期的に高い耐酸性を保持できるものと考えられる。

6. まとめ

以上の結果より、チタンシートを用いた被覆システムにより、十分な付着性及び耐酸性を確保できることが確認でき、チタンシートによる表面保護工法が厳しい酸性環境下に構築される構造物に対して有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 木下和宏：チタンを活用した鋼構造物の防食工法 リテック Vol.4 2001年11月号 pp45-48
- 2) 土木学会：コンクリートライブラリー119 表面保護工法 設計施工指針（案） 2005年4月 p.147
- 3) 土木学会：コンクリート技術シリーズ 53 コンクリートの化学的侵食・溶脱に関する研究の現状 2003年6月 p.79

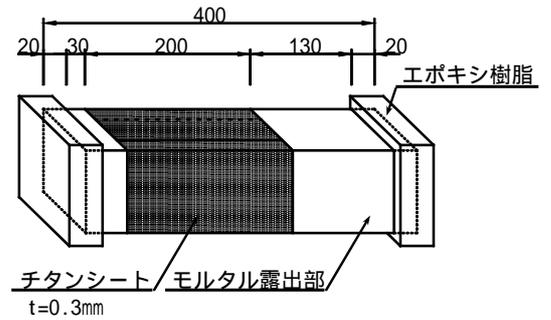


図-3 塩酸暴露供試体の形状

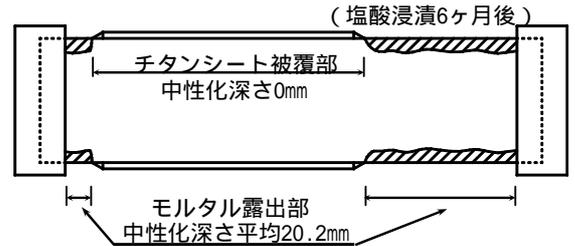


図-4 中性化深さの測定結果



写真-1 チタンシート部 モルタル露出部 酸による侵食状況(6ヵ月後)

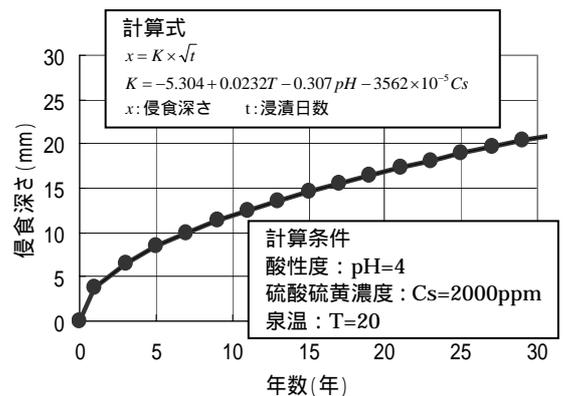


図-5 温泉環境におけるモルタル部の侵食深さの予測