

チタンパネルを用いたコンクリートの表面保護

大成建設(株) 土木技術研究所 正会員○大脇英司, 正会員 木元明日子
 正会員 新藤竹文
 (株) 昭 和 高安輝樹, 小野田金児, 近藤禎久

1. はじめに

コンクリートは基幹材料であり, 広範囲に使用されている。使用にあたっては環境に応じて所定の耐久性を満足しなければならない。例えば, 暗渠など維持・管理活動が制限される構造物や, 化学プラントなど化学的な耐久性が必要な構造物, 食品プラントなど成分の溶出が制限される構造物, 放射性廃棄物処分施設など非常な長期間に亘る健全性を要求される構造物など, 多様な環境で使用され, 高い水準の耐久性が求められる場合がある。また, 水密性を求められる構造物のようにひび割れの発生が望ましくない適用先も多い。このため表面保護層や防水層など(以下, 保護層)が必要な場合がある。チタンが種々の要因に対して高い耐久性を有することに着目し, コンクリートの表面にパネル部材を設置する保護工法について検討した。

2. チタンの特徴

チタンは多くの化学物質に対して高い抵抗性を持つ。金属材料や高分子材料を含む保護層では海水や, オゾンなどの酸化力の強い物質に対して, 腐食や分解作用により耐久性が不十分な場合がある。チタンはこれらに対しても安定であり^{1,2)}, 複数の要因が重なる場合でも耐久性が確保されることが期待できる。また, 高レベル放射性廃棄物処分施設では炭素鋼製のオーバーパックには1,000年間で約30mmの腐食代を設定しているが, チタンには設定が不要であると考えられており³⁾, 長期の耐久性にも優れる。他方, チタンは生体材料としても利用されており¹⁾, 上水道や食品工場などの施設へ適用した場合, 溶出成分の安全性が確保できる。

チタンの線膨張係数は $8.4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 程度でコンクリートの線膨張係数($6.8 \sim 12.7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)に近く⁴⁾, 鉄筋コンクリートと同様に温度変化による変形に追従できる。また, チタンは密度が 4.5 g/cm^3 と小さく, ステンレス(SUS304; 8.0 g/cm^3)と同様の厚さを確保した場合でも部材の質量は約半分となり¹⁾, 施工性の向上が期待できる。

3. パネルの設置方法の検討

(1) パネルの配置 パネルの配置方法の概要を図1に示す。パネルは接着剤で固定するが, 接着強度が十分に発現するまでの仮留め, 接着機構の頑健性向上のためにアンカーボルトを併用する。部材が薄く(標準的なパネルの肉厚; $0.5 \sim 1.0 \text{ mm}$), アンカーボルトも露出しないため, 流体を扱う施設に適用しても流況への影響を抑制できる。アンカーボルトとともにボルトの取付け孔を覆うことにより, パネルの欠損部を解消することができ, また, アンカーボルトの材質選定の自由度が向上する。

(2) パネルの接着 チタンの線膨張係数はコンクリートのそれに近く, 温度変化による変形に追従できる。しかし, 外力の作用やコンクリートのひび割れにより変形挙動が異なる可能性もあり, 接着剤には変形挙動の差を緩衝するための伸び能力も要求される。エポキシ系などの複数の樹脂系接着剤を用いてチタンパネルとコンクリートの接着強度(引張接着強さ; JIS A 5536)と伸び能力(JIS K 7161)を測定した(図2)。引張接着強さは 2.4 MPa 以上であり, 全ての試験体で母材(コンクリート)が破壊しており十分な強度を有していた。伸び能力は $1 \sim 180\%$ 程度であり, 構造物に応じて適切

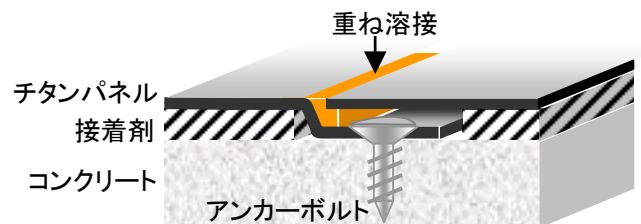


図1 パネル接合部の模式図

キーワード; コンクリート, 表面保護, チタン, 水道, 下水道, 放射性廃棄物

連絡先; 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)技術センター土木技術研究所 TEL. 045-814-7228

な接着性能、変形性能を有した接着が可能であることを確認した。

(3) パネルの溶接 パネルを用いる工法では、パネル間の接合を緊密にして劣化因子の侵入を遮断する必要がある。特に使用環境に接着剤の分解を促す因子が含まれる場合には、パネルの剥離や接着剤の成分の溶出などが懸念されるため、確実に遮断しなければならない。本工法では、パネルの一部を重ねてTIG溶接を行う。厚さ1mmのチタンパネルを重ね溶接し、突合せ溶接の場合と比較した。コンクリート側のパネルが溶接時にコンクリートから発生するガスを遮断して溶接の品質低下を防ぎ、加熱によるコンクリートの損傷防止に有効に機能した。また、重なりあうため、施工時にパネルがずれた場合でも確実な溶接が可能であった。チタンパネルを切断してTIG溶接により再接合した場合の機械特性の変化を図3に示す。引張強度、弾性係数は低下したが、その度合いが小さく問題ないものと判断した。

4. 実規模検証試験

鉄筋コンクリート製ボックスカルバートの内面(2500×1500×1500mm)に本工法を適用し、施工性を確認した(図4(a))。図1に示す接合方法は平面状に展開でき、カルバートの内面のような筒状の面にも良好に適用することができた。また、パネル間の溶接も確実に行うことができ、染色法による欠陥検査ではピンホールなどの欠陥は認められなかった(図4(b))。

5. まとめ

耐久性が高いチタンパネルを用いて、コンクリートの表面保護工法を開発した。コンクリートに対して十分な接着性能を持つこと、厚さ1mm程度の薄いチタンパネルでも、コンクリートへの熱の影響を排除して確実に溶接でき、十分な保護性能が期待できることを確認した。今後、種々の構造物への適用が期待される。

参考文献

- [1] 日本チタン協会；技術情報，<http://www.titan-japan.com/indexj.htm>，2007.
- [2] JFE スチール；チタン総合カタログ，Cat. No. C1X-003-02.
- [3] 核燃料サイクル開発機構；わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性 -地層処分研究開発第2次取りまとめ-，分冊2，pp. IV-10～IV-49，1999.
- [4] 神戸製鋼グループ；建材用チタンの特性，<http://www.kobelco.co.jp/titan-architectural/characteristic/index.html>，2007.

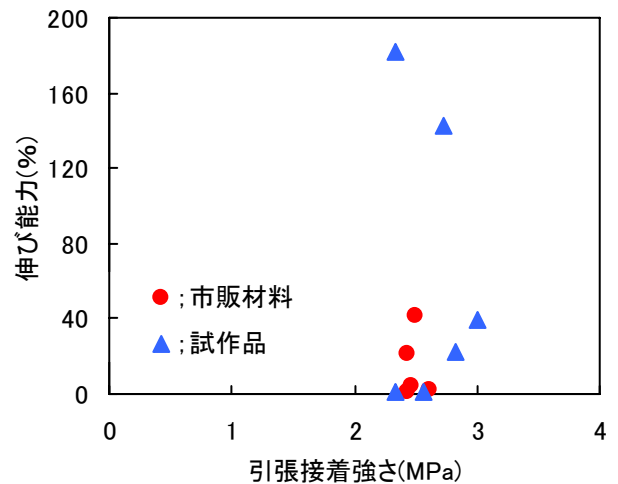


図2 接着強度と接着剤の伸び能力

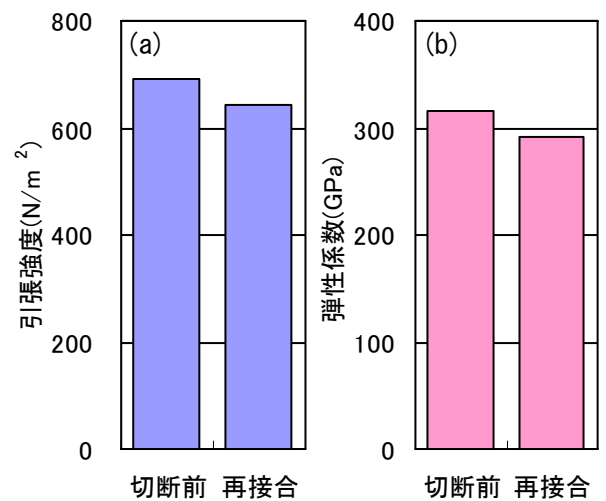


図3 TIG溶接部の物性

- (a) 引張強度
(b) 弾性係数

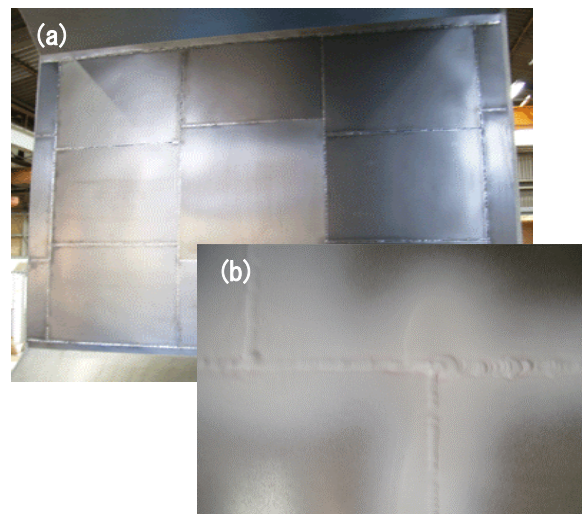


図4 ボックスカルバートへの施工例と溶接面

- (a) カルバート内寸；2500×1500×1500mm
(b) 染色による溶接検査；発色がなく良好