

(VI-43) ステンレス鋼板を用いた鋼板接着工法の施工事例

清水建設(株)土木本部 正会員 小川 晃
東京電力(株)川崎工務所 落合 孝雄
東京電力(株)川崎工務所 神宮 浩史
清水建設(株)土木横浜支店 阪井田 修

1. はじめに

供用中のボックスカルバートタイプの電力トンネル(以下、^{どろどろ}洞道と称す)の中には、経年劣化により耐力面からの補強が必要となっているものが見受けられる。しかしながら、洞道は主要幹線道路下に建設されている場合が多いこと、洞道内部は電力ケーブル等が輻輳する狭隘な空間であることから、洞道の補強を行うにあたっては、①開削不要で洞道の内部から補強できること、②電力ケーブルを供用しながら補強できること、③溶接等の火気を使用しないこと、等の制約条件を満足することが要求される。このような工法として、筆者らは補強区間の施工条件、応力状態に応じてプレキャストコンクリート版内巻工法^{1),6)}や薄鋼板束ね部材による内巻補強工法^{2),3),6)}を開発し、施工した。本報では、洞道側壁の曲げ補強にステンレス鋼板を用いた鋼板接着工法を実施した事例を報告する。

2. ステンレス鋼板を用いた鋼板接着工法

(1) 工法の概要

今回実施した鋼板接着工法は、耐腐食性に優れるステンレス鋼(SUS304、以下、“SUS鋼板”と称す)を補強材とし、これを洞道側壁内面に配置してアンカーボルトで仮止めし、周囲をシールした後、その隙間にエポキシ樹脂接着剤を注入する工法(図-1)とした。本工法の採用にあたり、SUS鋼板を補強材とした場合の指針類や施工事例等が無かったため、各種実験を行いSUS鋼板に対する適切な接着仕様を決定するとともに、補強構造を検討し、補強効果を確認した。

(2) 接着仕様の検討

同種の工事で実績の豊富な一般圧延鋼(SS材、以下“鋼板”と称す)と同等の接着強さ、耐久性を有するSUS鋼板の接着仕様を決定することを目的として接着耐久性試験^{4),6)}を行った。すなわち、異なる表面処理を施したSUS鋼板、鋼板に、数種のエポキシ樹脂接着剤を組合せて作成した供試体を高温高湿により劣化促進させ、引張りせん断接着強さ試験(JIS K 6850)を行った。試験結果からSUS鋼板の表面処理方法としてエポキシ粉体塗装処理もしくはグリッドブラスト処理が鋼板と同等の接着強度、耐久性を有することがわかり(図-2)、コスト面、取扱いの容易さからグリッドブラスト処理を施したSUS鋼板を採用した。また、接着剤として、グリッドブラスト処理を施したSUS鋼板に対して優れた試験結果を示し、粘性、可使時間等の物性が洞道内の施工環境(温度、湿度等)に適合するエポキシ樹脂製品を選定した。

(3) 耐力確認実験による補強効果の確認

現状の洞道側壁の構造、応力状態を模擬した実大の試験体を作成し、“SUS鋼板+アンカーボルト”による鋼板接着補強を施した後の補強効果、アンカーボルトによる耐力への寄与等について実験的に検討した。^{5),6)}実験結

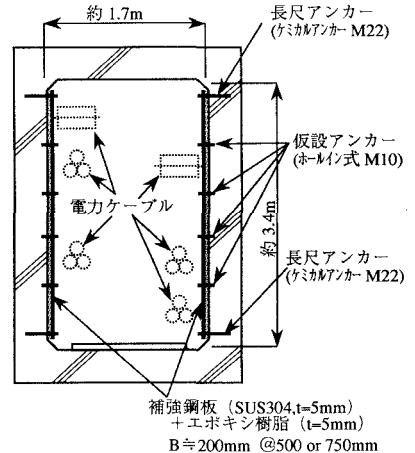


図-1 鋼板接着工法による側壁補強図

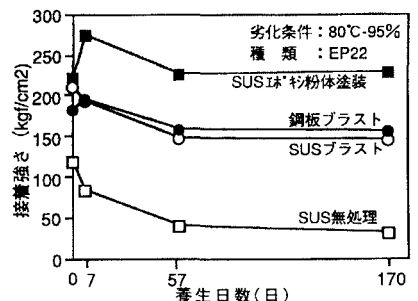


図-2 接着耐久性試験結果

果から、①鋼板を主鉄筋換算して期待できる曲げ補強効果が得られること、②上下端部に設置するアンカーボルトを長尺のケミカルアンカーとすれば、曲げ荷重が増加して接着剤界面での付着破壊が生じた後もアンカーボルトの拘束力による耐力が残存し、全体として靱性に富んだ補強構造となることがわかり、本工事に採用した。

3. 洞道内での鋼板接着工法の施工

(1) 基本作業手順

鋼板接着工法の施工は、①漏水・ひび割れ個所の補修、②躯体接着面の下地処理、③アンカーボルト打設、④SUS鋼板設置、⑤SUS鋼板周囲のシール、⑥接着剤注入 を基本工程とした。

(2) 接着面の品質確保

実施工においては接着品質の確保を最重要課題と定めて諸施策を実施した。ここで、洞道内部は狭隘な閉空間であり、下地処理等で発生する粉塵が浮遊、拡散し易い。このため、①粉塵発生場所への集塵器の設置、②水幕・ビニールシートで施工ブロックをセパレートし拡散範囲を制限、③換気ファンによる粉塵拡散方向の制御、④ポリエチレンシートによるSUS鋼板の密閉養生(写真-1)の各対策を実施し、接着面への粉塵付着を防止した。

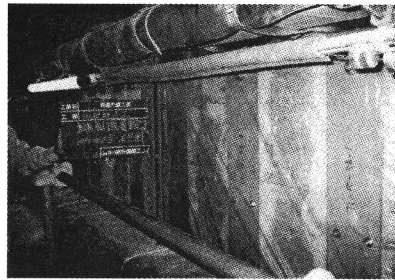


写真-1 ポリエチレンシートによる
SUS鋼板の密閉養生状況

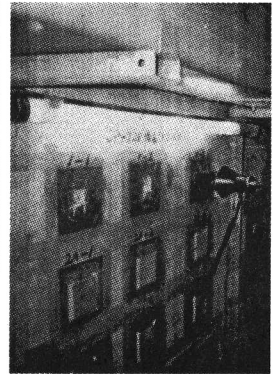


写真-2 試験片の引張り試験

(3) 接着剤浸出防止対策

本工事初期における接着剤注入後、接着面の微小なクラックを通して回り込んだ接着剤が側壁表面に滲出する現象が起きた。原因は接着剤のコンクリートへの浸透性が非常に高いこと、長さ約3mのSUS鋼板を鉛直配置するため接着剤注入時の液圧が大きいことが考えられた。この現象を放置すると、壁面の汚れ、樹脂硬化後の再注入による工程の遅延等の悪影響が予想されたため、対策としてSUS鋼板取付前の壁面にエポキシ樹脂を薄く塗布してクラックを閉塞させる手順を追加した。また、塗布された樹脂上に接着したSUS鋼板について、洞道内にて試験片の引張り試験(写真-2)を実施し、側壁コンクリート部に破壊し、所要の接着引張り強さが得られることを確認した。

4. まとめ

SUS鋼板を用いた鋼板接着工法の計画、施工を通じて、
①SUS鋼板に対して鋼板と同等の接着性能を有する接着仕様を設定できた。
②長尺アンカーとの組合せによって、靱性に富む鋼板接着補強構造を可能にした。
③狭隘な空間での鋼板接着工法の施工方法を確立できた。
等の成果を得、電力ケーブルを供用したまま、既設洞道の側壁補強を実施することができた。これらは、同種の既設コンクリート構造物の補強工事に展開、活用していきたい。

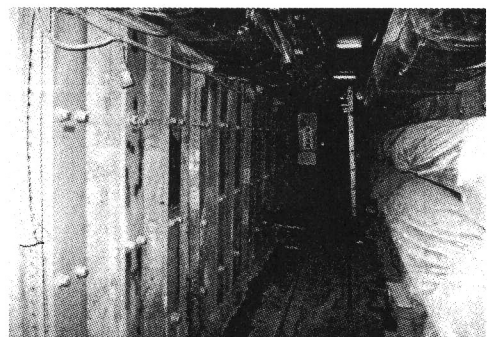


写真-3 洞道補強工事後の状況
(幅210mm のSUS鋼板を50cm間隔で設置)

(参考文献)

- 1) 阪井田, 辻, 林, 原: 洞道の補強工事を目的としたプレキャストコンクリート版内巻工法と専用組立機械の開発, 土木学会第48回年次学術講演会 (VI-30)
- 2) 田中, 落合, 阪井田, 斎藤: 薄鋼板束ね部材の開発(その1: 洞道の内巻補強工法), 土木学会第52回年次学術講演会 (VI-289)
- 3) 前濱, 神宮, 長澤, 血海, 中山: 薄鋼板束ね部材の開発(その2: 耐力確認試験), 土木学会第52回年次学術講演会 (VI-290)
- 4) 小野, 田中, 久保, 久保: 鋼板接着工法における接着系の耐久性, 土木学会第52回年次学術講演会 (VI-271)
- 5) 長澤, 苗村, 円谷, 久保, 小川: ステンレス鋼板を用いた鋼板接着構造の曲げせん断特性, 土木学会第52回年次学術講演会 (VI-272)
- 6) 落合, 円谷, 阪井田, 田中: 電力洞道改修工事における新しい内巻補強工法, トンネルと地下1999.1, ㈱土木工学社