

PET フィルムを用いた剥落防止工法における持続载荷について

鉄建建設株式会社 正会員 ○加古 昌之 安保 知紀 鈴木 雄太
首都高速道路株式会社 正会員 深谷 卓央

1. はじめに

コンクリート構造物の補修対策として、これまでも多くの剥落防止工法が開発されてきた。しかしながら、以下のような課題があった¹⁾。

- ・従来の剥落防止工法については剥落防止層完成までの工程が多く、施工日数が多くなっていた。
- ・品質確保の観点から高度な作業技量を伴うので、熟練作業員が必要なこと。
- ・施工後のコンクリートの経年変化が確認できない。

これらを解決するため、省工程の剥落防止工法(剥落防止シート工法と称する)の開発を行うこととした。

2. 剥落防止シート工法の開発

開発の目標として三点の項目を満足することとした。

- ①首都高速道路(株)橋梁構造物設計要領, コンクリート片剥落防止編「剥落防止工の評価基準」(以降「評価基準」と称する)のB種である押抜き荷重 0.3kN 以上の性能。
- ②省工程化を図るため、剥落防止層を工場でシート状に成型し、現場の作業はシート貼付けのみとする。
- ③構成材料は透明で、軽量かつ薄層で有り、透視性と作業負担が少ないものとする。

上記の②をイメージしたものを記載すると**図-1**の構成になる。③については、市場に流通するフィルム系の素材から選定した。数種類の素材のうち、高い引張強度、透明、軽量、薄層の各特徴を兼ね備えた PET フィルムを採用することとした。但し、PET フィルムだけでは、接着材との付着性が悪く、耐候性もないことから、両面に耐候層を設けたシート状の製品とした。

3. 剥落防止シート工法の性能試験

剥落防止シート工法の性能評価試験として「評価基準」の方法により実施した。試験内容は耐荷性(押抜き性能)、付着性(一体性)、耐候性、伸び性能があるが、どの項目もB種の基準値に適合し、良好な性能であることが確認できた。しかし、耐荷性については変位量 10mm 以上において、3 体とも最大値 1.5kN 以上

を示す結果となったものの、従来の剥落防止工法と異なり、特異な変位状態を示した(**図-2 参照**)。1 点目は荷重変位曲線が変位量 10mm 以降ピーク値より荷重が低下し、0.6kN 程度で推移している。2 点目は、変位量に対し剥離範囲が広く、変位量 25mm 程度で、試験体縁端まで、剥落防止シート工法で用いるシート層(本シートと称する)の剥離が進展していることである(**写真-1 参照**)。これは、荷重が一定の場合でも、時間経過と共に剥離や変位が進行し、試験体の面積では 0.6kN の荷重を保持できなかったことを示している。

図-3に剥離のイメージを示す。本シートが剥落荷重を受ける場合、荷重による剥離範囲や、剥離がどの程度の速度で進展するか確認することとした。

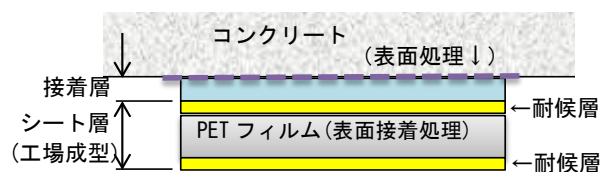


図-1 剥落防止シート工法構成図

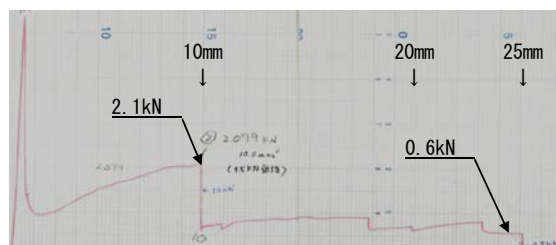


図-2 耐荷性試験 (荷重変位曲線)

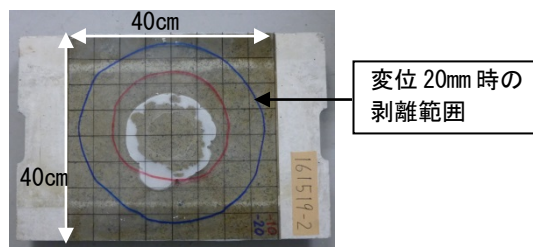


写真-1 本シート剥離状況

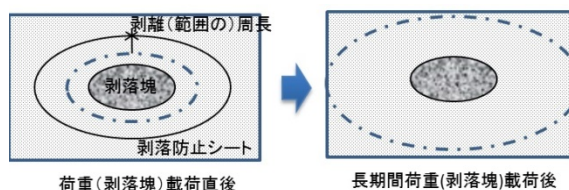


図-3 剥離イメージ

キーワード 維持管理, 剥落防止, 省工程, 時間変位

連絡先 〒101-8366 東京都千代田区神田三崎町 2-5-3 鉄建建設(株)土木本部リニューアル推進部 TEL: 03-3221-2243

4. 持続载荷による評価

载荷する荷重値として「評価基準」の剥落防止材料として要求される B 種耐荷力 0.3kN, 比較値として 0.2kN, 0.1kN の 3 パターンで実施した。試験状況を写真-2 に示す。3 パターンとも 3 体ずつ 7 日間载荷し 3 体の平均をとり、载荷時間と変位の関係を探めたところ、非常に相関関係の高い結果となった(図-4 参照)。

また同一の材質であれば変位量と剥離範囲(剥離周長)の関係は比例することが解っている²⁾。そこで载荷した荷重値をこの剥離周長で割った単位剥離長あたりの荷重(剥離荷重と称する)と载荷時間の関係を確認することで、荷重・変位量・時間経過の関係を見ることが出来る。図-5 にそのグラフを示す。これによれば、3 パターンともほぼ同等の剥離荷重であることから、荷重によらず経過時間における剥離荷重が解ることになる。道路橋は 5 年ごとの近接目視点検が義務づけられていることから、5 年目には異常の確認や本シートの取り替えができる。そこで 5 年目の剥離荷重を確認すると、その時点での剥離荷重は 0.16N/mm となった。

次に本シートの剥離を模した剥離モデル図(図-6)から以下の式が成り立つ³⁾。

$$P = 2T \sin \theta \quad (1)$$

$$T = Et \cdot (L_o / \cos \theta - L_o) \quad (2)$$

式 (1) と式 (2) より以下の式を得る。

$$P / L_o = 2Et (1 / \cos \theta - 1) \sin \theta \quad (3)$$

測定した剥離角度は 7.5° で、本シートの Et は

$$Et = 1948 \text{ N/mm}^2 \cdot 0.19 \text{ mm}$$

これより P / L_o は以下の通りになる。

$$P / L_o = 0.834 \text{ N/mm}$$

剥離周長 L_r を $2\pi L_o$ とすると、剥離荷重は

$$P / L_r = 0.133 \text{ N/mm}$$

となる。

推定式で得た数値に近似しており、終局時の剥離荷重はこの数値に近づくことが想定される。

つぎに、剥落防止シート工法の実用を想定し、剥落塊からどの程度の定着長が必要か、剥離長を算出してみる。

5 年目の剥離荷重から B 種耐荷力 0.3kN をどの程度の剥離範囲で保持可能か算出すると、剥離長 L_o は、

参考文献

- 1) : 中村ら 既設 RC 床版ハンチ部の剥落防止に適用する材料性能, 土木学会第 71 回年次学術講演会, 2018. 9
- 2) : 大嶋ら トンネル覆工剥落対策に用いる繊維シート接着工の基礎性能実験について, 土木学会第 57 回年次学術講演会, 2002. 9
- 3) : トンネル安全対策工法研究会 FRP によるトンネル覆工剥落対策マニュアル, 山海堂, 2003. 3

$$L_o = 0.3 \text{ kN} / (P / L_o) = 360 \text{ mm}$$

となる。

本シートでは 0.3kN の剥落塊を受けたときの剥離長が 360mm になることから、これに余裕を見て定着長は 500mm 程度が見込まれる。

5. まとめ

本研究により、本シートが剥落塊を受けた場合、剥離範囲の収束には一定の期間を要する事や、経過時間あたりの剥離範囲が想定できた。

また、従来の剥落防止工法の定着長の多くは 200mm 程度であることから、剥落防止シート工法の採用で施工範囲が拡大することになり、施工期間の増大や経済的に不利になることが判明した。

今後、剥落防止シート工法の改良を行う予定である。



写真-2 持続载荷状況

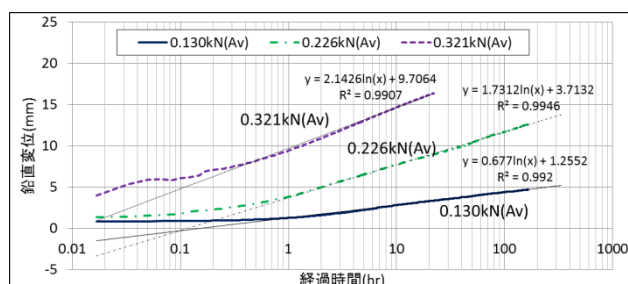


図-4 持続载荷, 時間変位グラフ

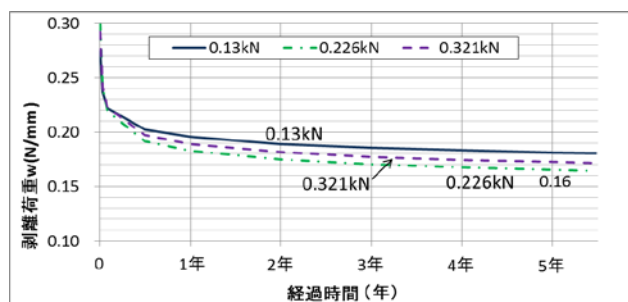


図-5 剥離荷重・時間グラフ

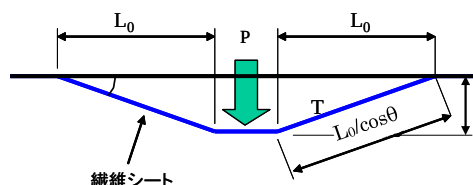


図-6 剥離モデル図