

トンネルにおけるシート系当て板工の定着余裕長に関する実験的研究

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○前田洸樹, 森本 智, 日下 敦, 石村利明, 松山彰宏

1. はじめに

道路トンネルの維持管理において、覆工のはく落防止対策としてシート系当て板工（以下、シート工と称する。）が多く用いられている。最近では、従来から適用実績が多い炭素繊維シート等に加えて、様々な強度特性や構造を有するシート工が開発されている。現状、シート工の設計において、その定着余裕長は道路トンネル維持管理便覧¹⁾等により、工法によらず有効巻厚+20cm（最低 50cm 以上）を確保することが示されているが、今後は、工法の特성에応じて適切な定着余裕長を設定することが合理的な設計につながると考えられる。本報文は、シート工の定着余裕長に関する基礎資料を得ることを目的として、シート工表面のひずみを計測した押抜き試験結果を用いて、シート工のはく離端部からのひずみ影響範囲を算出した結果を報告する。

2. 押抜き試験概要

本研究で適用した押抜き試験は、コンクリート供試体に施工したシート工に対し、はく落片を模したコンクリート部（以下、押抜き部と称する。）を載荷し押抜き荷重として作用させ、シート工の押抜き耐力を評価する試験である（写真-1）。本研究では、表-1 に示す引張強度が異なる 3 工法 4 ケースの押抜き試験結果を用いて分析を実施した。試験条件として、押抜き部の形状は円形（φ 500mm）とした。また、供試体形状は平板である。ただし、供試体形状について、実トンネルの覆工曲率の影響を把握するため、工法 B において覆工の形状を考慮した曲率あり（R=4,550mm）のケース B-2 も実施した。

3. ひずみ影響範囲について

本研究では、シート工の定着余裕長に関して、図-1 の上面図に示すように、押抜き荷重の作用によってシート工がはく離したとき、考慮すべきシート余長は、ひずみ影響範囲（はく離せずとも押抜き荷重の影響を受ける範囲）+安全しろであると考え、押抜き試験結果を用いて、このシート余長のうちひずみ影響範囲の長さを算出した。図-1 の断面図にひずみ影響範囲の算出方法を示す。断面図は押抜き試験中の供試体断面を示しており、未はく離領域において、ひずみが発生している位置までのはく離端部からの距離をひずみ影響範囲として定義した。各ケースのひずみ計測位置を表-1 に示す。

4. 試験結果

図-2 に各工法の荷重-変位関係を示す。これを見ると、いずれの工法

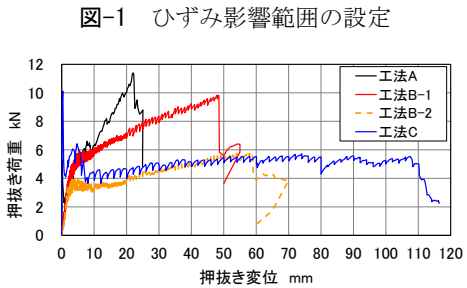
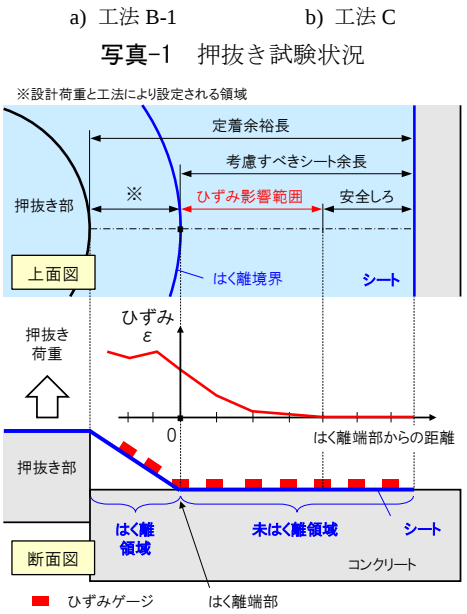
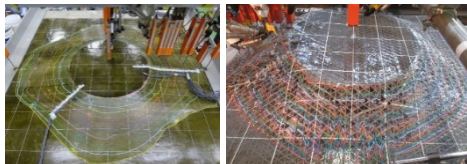


表-1 試験ケースとひずみ計測位置

ケース	工法A ²⁾	工法B-1	工法B-2	工法C ³⁾
材料	炭素繊維	ガラス繊維		オレフィン系繊維
押抜き径 (mm)	500	500		500
供試体曲率 (mm)	R=∞	R=∞	R=4,550	R=∞
引張強度※ (N/mm ²)	3,400	1,973		35
ひずみ計測位置 (単位: mm)	押抜き端部 5#40=200	押抜き端部 10#20=200	押抜き端部 10#20=200	押抜き端部 8#20=200
■ ひずみゲージ				

※工法A：カタログ値、工法B、工法C：引張試験値

図-2 3 工法の荷重-変位関係

キーワード 道路トンネル, 覆工コンクリート, はく落防止対策工, シート系当て板工, 定着余裕長
連絡先 〒305-8516 つくば市南原 1-6 (国研) 土木研究所 道路技術研究グループ (トンネル) TEL : 029-879-6791

も変位の増加に伴い荷重が増加していくとともに、写真-1 のように、はく離が進展していく挙動がみられ、最終的にシート工の端部がはく離した段階で荷重の落ち込みが確認された。

図-3 に各ケースにおけるひずみ計測位置毎のひずみ影響範囲を示す。グラフのプロットは、凡例のひずみ計測位置がはく離端部のとき、そのはく離端部からの距離におけるシート工に発生するひずみ（引張：正）を示している。また、ひずみの影響がないとする判断基準は、ひずみが $\pm 50\mu$ 以下と設定した。すなわち、グラフの未はく離領域において、ひずみが $\pm 50\mu$ 以下を示すはく離端部からの距離がひずみ影響範囲となる。ここで、各ひずみ計測位置におけるはく離端部の設定は、写真-1 に示すような目視および打音によるはく離周長のマーキング結果から割り出した。

例えば、工法 A をみると、はく離端部からの距離が 80mm のとき、いずれの測点でもひずみは $\pm 50\mu$ 以下を示すことから、工法 A のひずみ影響範囲は 80mm となる。同様に、工法 B-1、工法 B-2、工法 C のひずみ影響範囲は、それぞれ 40mm、100mm、20mm となった。

また、引張強度の異なる工法 A、工法 B-1、工法 C でひずみ影響範囲を比較すると、引張強度が大きい工法 A>工法 B-1>工法 C の順でひずみ影響範囲も大きくなった。このことから、ひずみ影響範囲は、工法の強度特性によって異なるものと考察される。

さらに、工法 B-1、工法 B-2 について、同工法で供試体の曲率の有無によるひずみ影響範囲を比較すると、曲率を有する方向にひずみ計測位置を設定した工法 B-2 の方がひずみ影響範囲が約 2.5 倍大きい傾向となった。

以上より、ひずみ影響範囲の設定においては、工法や供試体曲率の影響を考慮することが必要と考えられる。それらを踏まえ、本研究の範囲においては、シート余長におけるひずみ影響範囲は 100mm 程度と考えられる。

5. まとめ

本報文では、押抜き試験によるひずみ影響範囲を算出し、シート工の定着余裕長に関する基礎資料を得ることができた。その結果、考慮すべきシート余長におけるひずみ影響範囲は、工法の違いや供試体曲率の有無により異なるが、本研究の実験条件においては、大きいもので 100mm 程度と考えられる。

今後は、工法および供試体曲率の影響等を考慮して適切なひずみ影響範囲を設定することにより、シート工の定着余裕長の合理的な設計につなげていきたい。

参考文献

- 1) 公益社団法人日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧【本体工編】，令和 2 年 8 月
- 2) 石村利明，真下英人，箱石安彦：既設トンネルのはく落防止対策工の耐力評価に関する一考察，土木学会トンネル工学報告集第 14 巻，2004.11
- 3) 森本智，前田洸樹，日下敦，石村利明，加古昌之：網状の繊維シートを用いたはく落防止対策工の耐力評価に関する一考察，土木学会トンネル工学報告集第 30 巻，2020.11

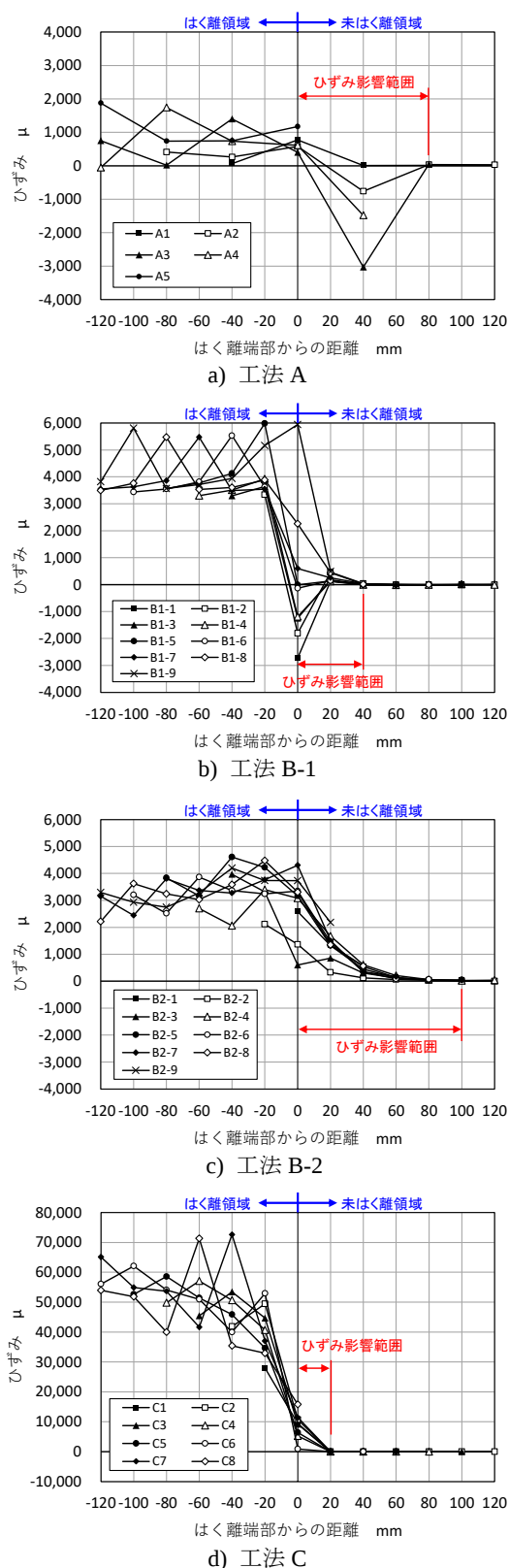


図-3 ひずみ影響範囲