

繊維シートを適用したトンネル覆工コンクリートのつま部のはく落現象の防止

金沢工業大学大学院 学生会員 ○山本 一也^{*1}

金沢工業大学(現、(株)坂口興業) 坂口 安輝

金沢工業大学 正会員 木村 定雄^{*1}

佐藤工業(株) 正会員 宇野洋志城^{*2}

1. はじめに

山岳トンネルの覆工コンクリートのつま部において、三日月形のはく落現象の事例が幾つか報告¹⁾されている。図1はつま部を模式的に示したものである。つま部のはく落現象の原因は、コンクリートの強度が十分に発現していない状態でセトルを移動し、覆工コンクリートの自重によってひび割れが生じること¹⁾や型枠移動による偏荷重が作用すること²⁾などが想定される。一方、道路や鉄道などの有人トンネルにおいては、利用者の安全性を確保する観点からはく落現象の防止はとくに重要となる³⁾。

そこで、筆者らはつま部のコンクリート片のはく落を確実に防止するために、覆工コンクリートの表層部に繊維シートを埋設することを考えた。

本報告は覆工コンクリートのつま部をモデル化したコンクリート片の押抜き実験により確認した繊維シートのはく落防止性能について述べたものである。

2. 実験概要

実験に使用した耐アルカリガラス繊維補強シートの概略特性を表1に示す。この繊維シートはシールドトンネルのコンクリート系セグメントですでに実績がある⁴⁾。

押抜き実験の供試体名および諸元を表2に示す。表中の赤線は繊維シートを表している。繊維シートの配置は、実際の埋設イメージから定めた。繊維シートの配置パターンは表中に示すように、継目部の溝の周辺を囲むものと、そうでないものを設定した。なお比較するために繊維シートのないケース(SN)、既設と新設に跨って繊維シートが埋設されたケース(SA)も設けた。

押抜き形状は円形および三日月形をモデル化した半円形とした。また、その寸法は表中に示したとおりである。

使用したコンクリートの配合は、覆工コンクリートの配合実績を参考⁵⁾にして、水セメント比が60%、設計基準強度を21N/mm²とした。なお、実圧縮強度は34.3N/mm²である。なお、つま部を跨ぐ既設と新設のコンクリートは同時に一体化して打設した。

押抜き実験では荷重と抵抗変位量を計測して、これら両

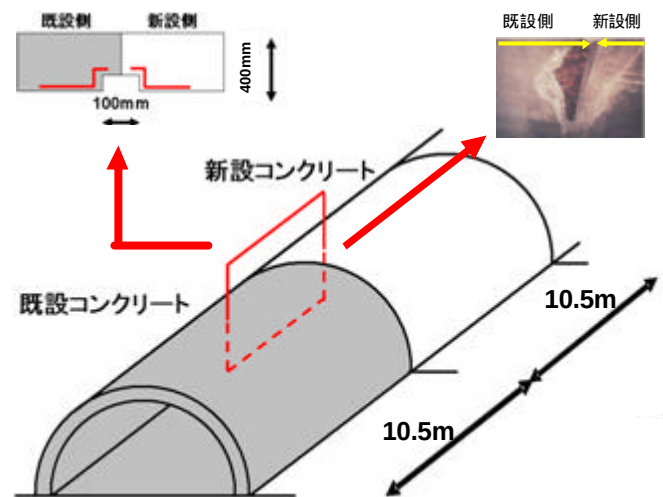


図1 つま部

表1 耐アルカリガラス繊維補強シートの概略特性

繊維シート 種類	引張強度 (kg/mm ²)	引張弾性率 (kg/mm ²)	破断伸度 (%)	単繊維直径 (μ)	密度 (g)
耐アルカリガラス	350~360	7400~7500	4.8	8~12	2.6

表2 押抜き実験の供試体名および諸元

供試体	シート	押抜き形状	繊維シート配置イメージ	供試体	押抜き形状
SN	なし	円形			
SA	あり	円形			
SB	あり	半円形			
SC	あり	半円形			
SD	あり	半円形			
SE	あり	半円形			

者の抵抗からのはく落防止性能を評価することにした⁴⁾。載荷速度は0.5mm/minとし、変位制御で荷重がゼロになるまで載荷した⁴⁾。その際、押抜き抵抗変位量が5mmごとに下面の状況を確認し、最終的にはく落段階で繊維シートがコンクリート表面からはく落面積を測定した。

キーワード：はく落防止工法、繊維シート、山岳トンネル、つま部、トンネル覆工

連絡先 *1: 〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘 7-1 TEL: 076-248-8426 FAX: 076-294-6713

*2: 〒243-0123 神奈川県厚木市森の里青山 14-10 TEL: 046-270-3091 FAX: 046-270-3093

3. 結果およびその考察

押抜き実験により得られた荷重と抵抗変位量の関係を図2～図4に示す。また、図中には押抜き後の最終的な抵抗変位量、荷重が0.5kN時の抵抗変位量および繊維シートのはく離面積をあわせて示してある。なお、抵抗変位量は押抜かれるコンクリートコアが偏心して変位するため、載荷装置で計測された平均的な変位量としている。また、耐荷性は繊維シートがはく落する段階に保持される荷重が0.5kN時で評価した。

繊維シートのない供試体はコンクリートコアが押抜かれると同時に耐荷性を失った。一方、つま部を跨いで繊維シートを埋設した供試体は繊維シートの効果で耐荷力が大きく、かつ抵抗変位量が50mm程度となった。

図3は繊維シートの配置パターンが異なるケース、図4は押抜き形状寸法が異なるケースをまとめたものである。図3をみると、つま部で分離された繊維シートの隙間が狭いパターンが隙間の広いパターンに比べて抵抗変位量が5mm程度大きくなった。また、はく落段階前に保持される0.5kN時の荷重も、隙間の狭いパターンの方が、それが広いものに比べて大きくなった。一方、図4をみると、半円形の直径の大きさにかかわらず、抵抗変位量および耐荷性に大きな差は認められなかった。

以上の結果から、つま部を跨いで繊維シートが分離されると、コンクリートコアのはく落形状寸法にかかわらず、分離された繊維シートの隙間を狭くすることで、はく落防止性能が異なることがわかる。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等維持管理標準・同解説(構造物編)トンネル, pp.137-139, 2007.1.
- 2) 土木学会：トンネルライブラリー12号, 山岳トンネル覆工の現状と対策, pp.30-46, 2001.9.
- 3) 土木学会平成19年度全国大会研究討論会・研-14資料：地下空間のライフサイクルデザイン/マネジメント-時代に求められる良質な地下構造物の作り方のトレンド-, pp.8-9, 2007.9.
- 4) 玉井攻太, 木村定雄, 松浪康行, 倉木修二, 水上博之：コンクリート系セグメントの表面補強材としての繊維シートの適用, トンネル工学報告集, No.14, pp.389-394, 2004.11.
- 5) 木村定雄, 三村聡, 吉田行生, 水上優：未貫通なひび割れを有する覆工コンクリートの初期劣化進展とその考察, トンネル工学研究論文・報告集, Vol.13, pp.45-52, 2003.11.

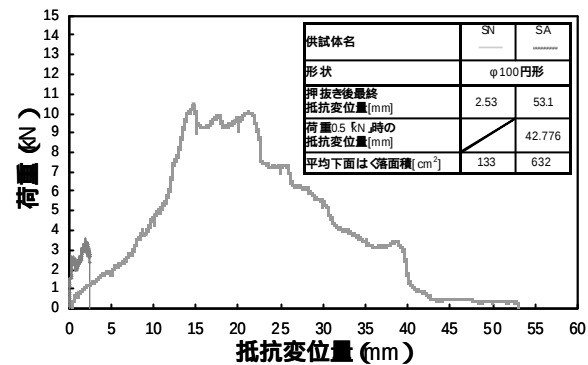


図2 円形型押抜き形状の荷重と抵抗変位量の関係

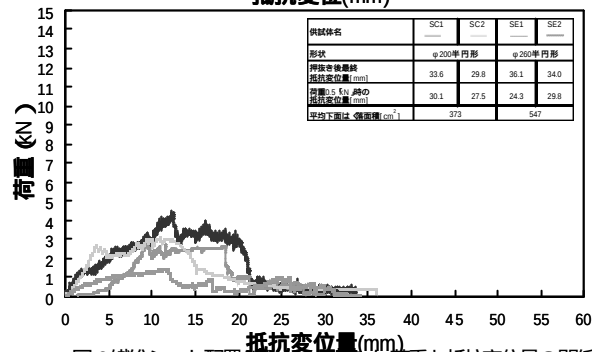
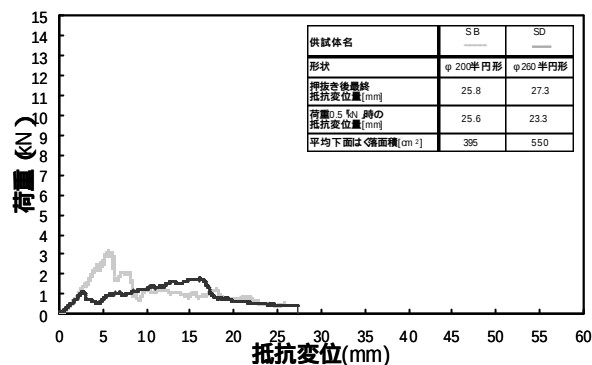


図3 繊維シート配置パターンからみた荷重と抵抗変位量の関係

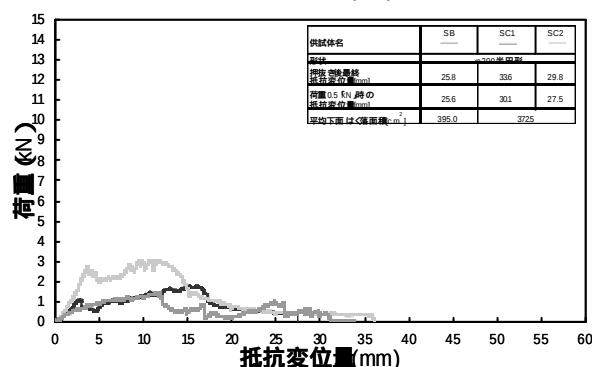
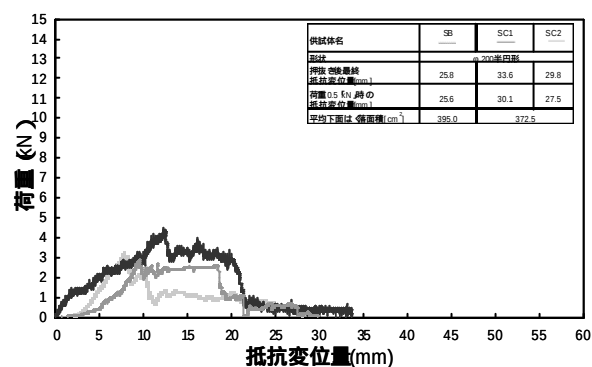


図4 押抜き形状寸法からみた荷重と抵抗変位量の関係