

バサルト帯板によるトンネル補修工に対する軸力導入の効果に関する押抜き試験

公益財団法人鉄道総合技術研究所 正会員 ○秋元優太郎, 嶋本敬介, 野城一栄
 コニシ株式会社 秋本政邦, 浅野博行
 戸田建設株式会社 大橋英紀, 守屋健一

1. はじめに

鉄道トンネルでは経年を重ねたトンネルが多く、覆工片の剥落が維持管理上の課題となっている。特に、明治期に作られたれんがを中心としたブロック積みトンネルでは、ブロック片相当の剥落を想定した対策工が必要である。筆者らは、バサルト帯板を覆工に接着するとともにアンカーで固定するバサルト帯板補修工(図1)を開発し、現場に展開してきた。バサルト帯板補修工はアンカーを標準0.5m間隔としてきたが、アンカーは施工後に維持管理の課題が生じるため、帯板の増厚+軸力導入によるアンカーの削減の可能性について検討を行っている(図2)。前報¹⁾において、接着剤の付着力が期待できない覆工を想定し、接着剤を使用しないかわりに軸力を導入した実験により、①軸力導入により耐荷力が増大すること、②れんがブロックの剥落防止が可能な程度の耐荷力が見込めることを確認した。今回、接着剤の付着力が十分に期待できる覆工とあまり期待できない覆工を想定し、軸力を導入しつつ接着を行った場合の効果について、れんがブロックの剥落を模擬した押抜き試験により検討を行ったので、その結果を報告する。

2. 試験概要

覆工を模擬した治具¹⁾(図3)を使用した。試験ケースはケース1(れんがで軸力を導入しない)、ケース2(れんがで軸力を導入する)、ケース3(低強度モルタルで軸力を導入する)の計3ケースとした。ブロックの材料にはケース1, 2では市販品の新品のれんが(図4)を、ケース3では低強度モルタル(図5)を使用した。低強度モルタルの配合と圧縮強度を図6に示す。付着力はれんがのほうが大きい。



図4 材料にれんがを用いたケース



図5 材料に低強度モルタルを用いたケース

キーワード 山岳トンネル, 覆工, バサルト帯板, 剥落対策工, 軸力, れんが

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総研構造物技術研究部トンネル TEL: 042-573-7266



図1 バサルト帯板補修工

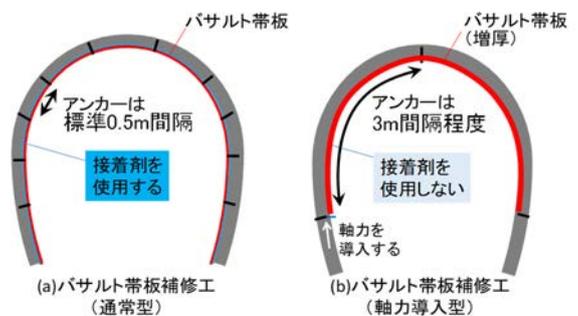


図2 軸力導入型バサルト帯板補修工 概念

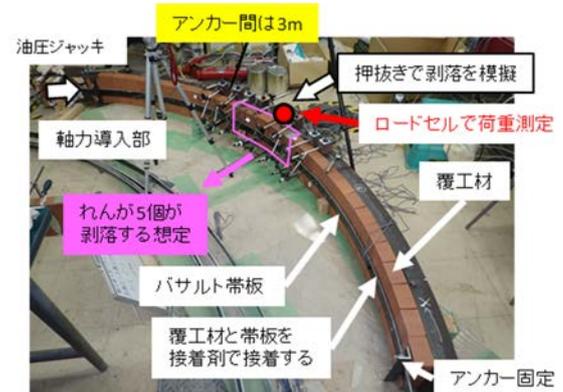


図3 押抜き試験の概要

3. 試験方法

図3に示す単線トンネルを想定した形状をしたアーチ状の鋼材のトンネル内空側にブロック（れんが、低強度モルタルブロック）を設置した。図3のピンク色で示す押抜き箇所を中心とした5個のブロックは鋼材には接着せず、そのほかは鋼材に接着した。5個のブロック同士は接着剤で連結し、この5個のブロックを載荷することにより、れんが5個相当の剥落が生じることを模擬した。バサルト帯板とブロック材料の間は接着剤で接着した。バサルト帯板は板厚2mmの帯板3枚を接着剤で接着し、厚さを増加させた。軸力は端部から油圧ジャッキで導入した。なお、導入軸力の決定のため、事前に帯板と覆工材料の間を接着せずに、軸力を変えて事前に試験を行ったところ、軸力を与えることにより剛性と最大荷重が向上するが、軸力1kNと軸力3kNで挙動がほとんど変わらなかった（図7）ことから、軸力は、帯板を覆工に密着させることにより効果を発揮すると考え、1kNとした。接着剤の硬化が完了した7日後に、治具中央部から、剥落を模擬した押抜き荷重を与え試験を実施した。押抜き箇所にはロードセルと変位計を設置し、荷重と変位を記録した。

4. 試験結果

試験結果を図8に示す。最大荷重を比較すると、ケース2（れんがで軸力を導入する）>ケース1（れんがで軸力を導入しない）>ケース3（低強度モルタルで軸力を導入する）の順となった。図7と比較するとケース1, 2のいずれも押し込み初期において剛性が大きくなっており接着の効果が確認できる。いずれのケースも変位が大きくなるとともに剛性が減少するが、これは、帯板～ブロック材料間の剥離が原因である。ケース2は初期剛性が最も高いが、付着力が大きいことに加え、軸力導入によりバサルト帯板が覆工によく密着したことが要因であると考えられる。反面、剥離により押し込み変位2mm程度で荷重が一旦急激に減少し、剥離の影響が大きく現れた。ケース1, 2では押し込み変位が10mm程度以降で荷重が減少しているが、これは帯板間の層間剥離の影響である。ケース3は荷重の減少が緩やかだが、付着力が小さいことに起因し接着した帯板がブロック材料から徐々に剥がれたため、帯板間の層間剥離は生じなかった。

5. まとめ

トンネル覆工の剥落対策工として軸力導入型バサルト帯板工法を開発し、押抜き試験を行った。その結果、帯板の接着時に軸力を導入することで帯板が覆工によく密着し、押し込み荷重に対する最大荷重が増加し、剥落防止性能が向上することを確認した。今後は実現場への展開に向け、施工方法を検討する予定である。

参考文献

1)秋元他：軸力を導入したバサルト帯板補修工の耐荷力に関する基礎的検討，第75回土木学会年次学術講演会，VI-742，2020。

W/C (%)	単位量 (kg/m ³)			
	水	早強セメント	石粉	細骨材
200	300	150	350	1,230

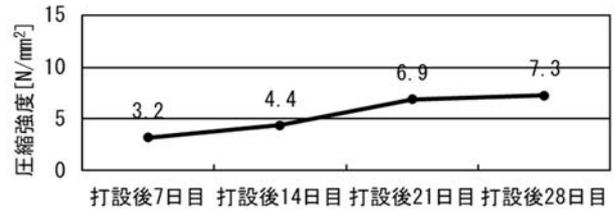


図6 低強度モルタルの配合と圧縮強度

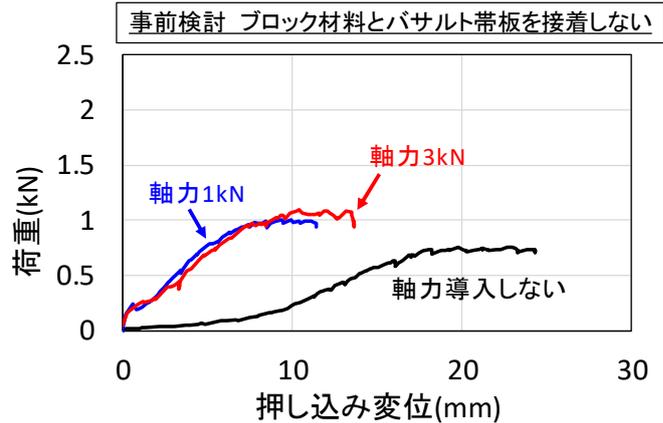


図7 導入軸力決定のための事前試験結果

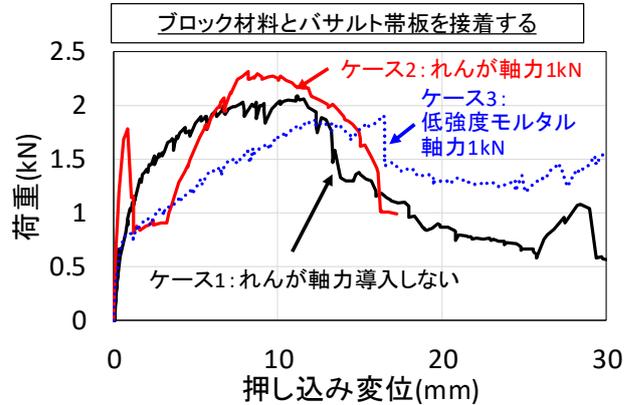


図8 試験結果