

JES トンネル内装工に対する鋼材とコンクリートの付着性能試験

J R東日本 東京工事事務所 正会員 ○中井 寛

J R東日本 東京工事事務所 正会員 桑原 清

1. はじめに

JES（Jointed Element Structure）工法とは、トンネルの軸直角方向に力を伝達可能な継手を有する鋼製エレメントをつなぎ合わせて、線路下や道路下等に非開削で、延長に制約されずに構造物を構築することができる工法であり、アンダーパス工事を安全に、速く、精度よく施工することが出来る。

JES 工法によるトンネルの内装工として、コンクリートを採用する場合があるが、薄層のコンクリートであるため、JES 継手の突起およびジベル筋に拘束されることにより、乾燥収縮ひび割れが発生しやすい。コンクリートはそのひび割れや自重により鋼板(JES エレメント)との付着切れを起こし剥落する可能性がある。また、非開削工法であるため、トンネルに作用する高被圧地下水に対して、トンネル内側から防水工を施工する必要がある。

そこで、エレメント表面に付着性能の高いポリマーアスファルト系塗膜防水材を吹付け、埋込み型枠を使用することで、防水性能が高く、剥落を防止することが出来るコンクリート内装工を考案した。

今回、付着性防水材を使用することによる、鋼板とコンクリートの接着性能、および変形追従性を確認するために行った試験の結果を報告する。

2. 試験概要

2. 1 付着性能試験

試験体は、JES エレメントを想定した鋼板を下地材とし、プライマーもしくは防水材を塗布した後にコンクリートを打設した。

付着性能確認試験は、図2に示すように、試験体の鋼板を固定し、コンクリートを引張ることにより鋼板とコンクリートの付着性能を確認した。

2. 2 変形追従性能試験

試験体は、JES トンネルの内装工を想定し、表1に示す通りとした。

変形追従性能試験は、図3に示すように、3等分点荷重による曲げ試験方法に準拠しておこない、ひび割れ発生後の挙動を確認するとともに、ひび割れ周辺の付着状況を確認した。

表1 変形追従性能試験体

種類	仕 様
TypeA	JES 継手鋼板+プライマー+ひび割れ防止筋（従来型）
TypeB	JES 継手鋼板+防水材
TypeC	JES 継手鋼板+防水材+埋込み型枠
TypeD	JES 継手鋼板+防水材+埋込み型枠：ボルト固定

3. 試験結果および考察

3. 1 付着性能試験

表2に付着性能確認試験結果で得られた最大引張荷重をコンクリート断面積で除して、付着強度に換算した

キーワード 付着性防水材、埋込み型枠、付着力、変形追従性

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 T E L03-3379-4353

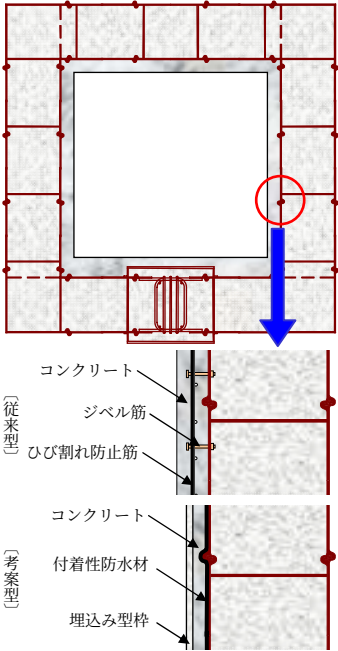


図1 JESトンネル内装構造

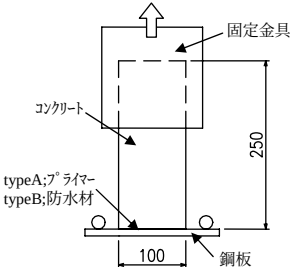


図2 付着性能試験

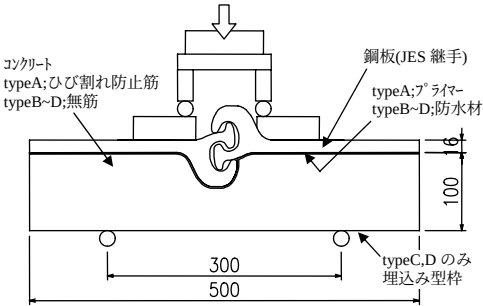


図3 変形追従性能試験

結果を示す。防水材の付着性能は、母材コンクリートの材齢に関わらず、付着強度が $0.25\text{N/mm}^2 \sim 0.27\text{N/mm}^2$ であり、防水材がコンクリート間の接着を目的として用いられている従来のプライマーと同等の付着性能を有していると判断できる。ここで、材齢4週の typeA については付着強度のばらつきが見られたが、プライマー厚のばらつき等に起因する応力集中の影響が考えられる。それに対して、typeB の防水材は伸び性能が高いため、厚さが不均一であっても応力集中の影響を受け難いものと考えられる。

図4に試験機のジャッキ変位と付着強度との関係を示す。従来型のプライマーを用いた typeA は、付着強度に達すると急激に応力が低下しているが、防水材を用いた typeB は付着強度に達した後も付着応力は保持され、変位の増加に伴って緩やかに低下している。ジャッキ変位は、下地材とコンクリート間の接着材に大きく影響を受けることから、変位の大きい typeB で用いた防水材は大きな伸び性能を有しているものと考えられる。

表2 付着性能試験結果

			(N/mm ²)		
材齢1週	typeA	鋼板+プライマー	0.251	-	0.246
	typeB	鋼材+防水材	0.265	0.227	0.227
材齢4週	typeA	鋼板+プライマー	0.100	0.250	0.110
	typeB	鋼材+防水材	0.200	0.280	0.340

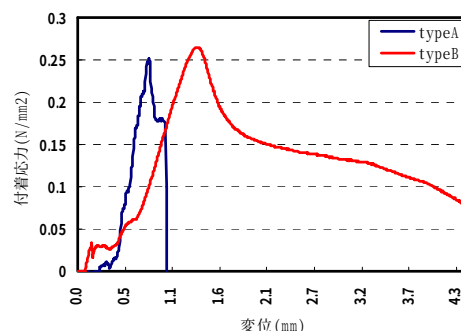


図4 付着応力-変位量関係図

3. 2 変形追従性能試験

図5～8に変形追従性能確認試験結果に現れた試験体の違いを示す。プライマーを使用した試験体は、鋼板とコンクリートの付着切れを急激に発生するのに対し（図5）、防水材を使用した試験体は、鋼板とコンクリートの付着切れに抵抗し、ひび割れ開口幅が大きくなった場合においても追従しており（図6）、鋼板とコンクリートの付着切れが発生することは無かった。また、コンクリート表面に埋込み型枠を使用した場合、typeCでは埋込み型枠が試験体の変形に追従できず剥離した（図7）が、typeDはボルトにより拘束しているため、埋込み型枠は試験体の変形に追従した。

内装工を想定した場合、鋼板とコンクリートとの付着面に防水性接着剤を吹き付け、防水性と付着力を高め、埋込み型枠をコンクリート表面に設置することで、コンクリートの剥落防止、および耐久性を高めることが出来るため、試験体 typeD が内装工に最も適していると考えられる。



図5 変形追従性能試験(typeA)

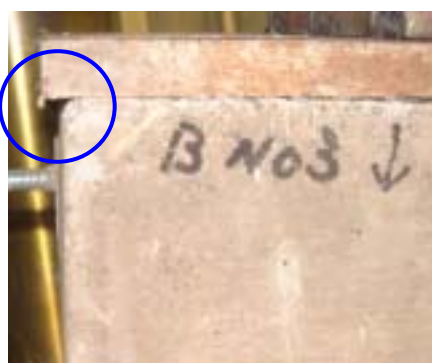


図6 変形追従性能試験(typeB)

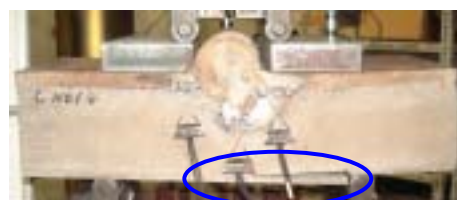


図7 変形追従性能試験(typeC)

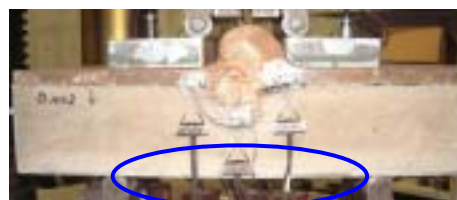


図8 変形追従性能試験(typeD)

4. まとめ

鋼板とコンクリートの間に付着性防水材を用いることにより、コンクリート塊の剥落防止の効果があり、表面に埋込み型枠を用いることにより、乾燥収縮ひび割れによる肌落ちが防止できることが確認できた。

今後の検討課題として、埋込み型枠の固定方法として、ボルトが突起物となり、使用上および景観上マイナスとなるため、突起の無い固定方法を検討している。