

外殻先行トンネル構築法におけるボルト拘束型モルタル充てん継手の開発

戸田建設(株)

正会員 浅野 均 ○請川 誠 下坂 賢二

1. はじめに

図-1 に示すように継手付きの鋼製エレメントを順次施工し、エレメント内にコンクリートを打設後に内部の地山を掘削撤去してトンネルを構築する外殻先行型の非開削トンネル構築法は、周辺地盤変状を抑制できるため、アンダーパス構築等に広く適用されているが、従来継手の施工余裕は比較的小さく、長距離や曲線施工への対応が課題であった。本モルタル充てん継手は、従来継手と異なり、施工余裕を大きくできる特長を有し、それゆえ、長距離や曲線施工にも対応可能な継手である。施工余裕を大きくすることは、継手の引張耐力低下につながるが、継手の嵌合（エレメントの掘進完了）後に拘束ボルトを配することで継手耐力の低下抑制を実現する。本報文では、ボルト拘束型モルタル充てん継手の概要を述べるとともに、実物大の継手供試体により引張試験を行い、その引張性能を確認したので報告する。

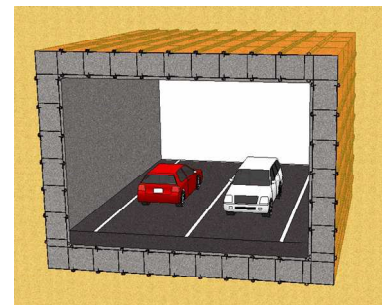
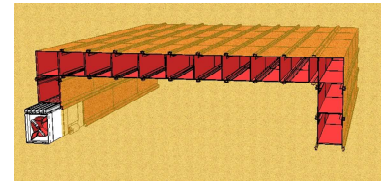


図-1 外殻先行型トンネル構築法のイメージ

2. ボルト拘束型モルタル充てん継手の概要

ボルト拘束型モルタル充てん継手の概要と施工手順を図-2 に示す。本継手は以下に示す特長を持つ。

- ①高強度モルタルを充てんすることにより、凸継手、凹継手間の力の伝達を可能とする。
- ②凹継手の開きをボルトで抑制し、モルタルを拘束状態とすることにより、優れた強度性能を実現する。
- ③エレメント施工後にモルタル充てんを行うため、止水性及び施工誤差吸収性に優れる。
- ④継手間のクリアランスが 10～30mm 前後と大きく、継手の清掃性やモルタル充てん性が向上し、良好な施工品質を確保できるとともに、継手間のセリ等を回避できるため、長距離や曲線施工を可能とする。

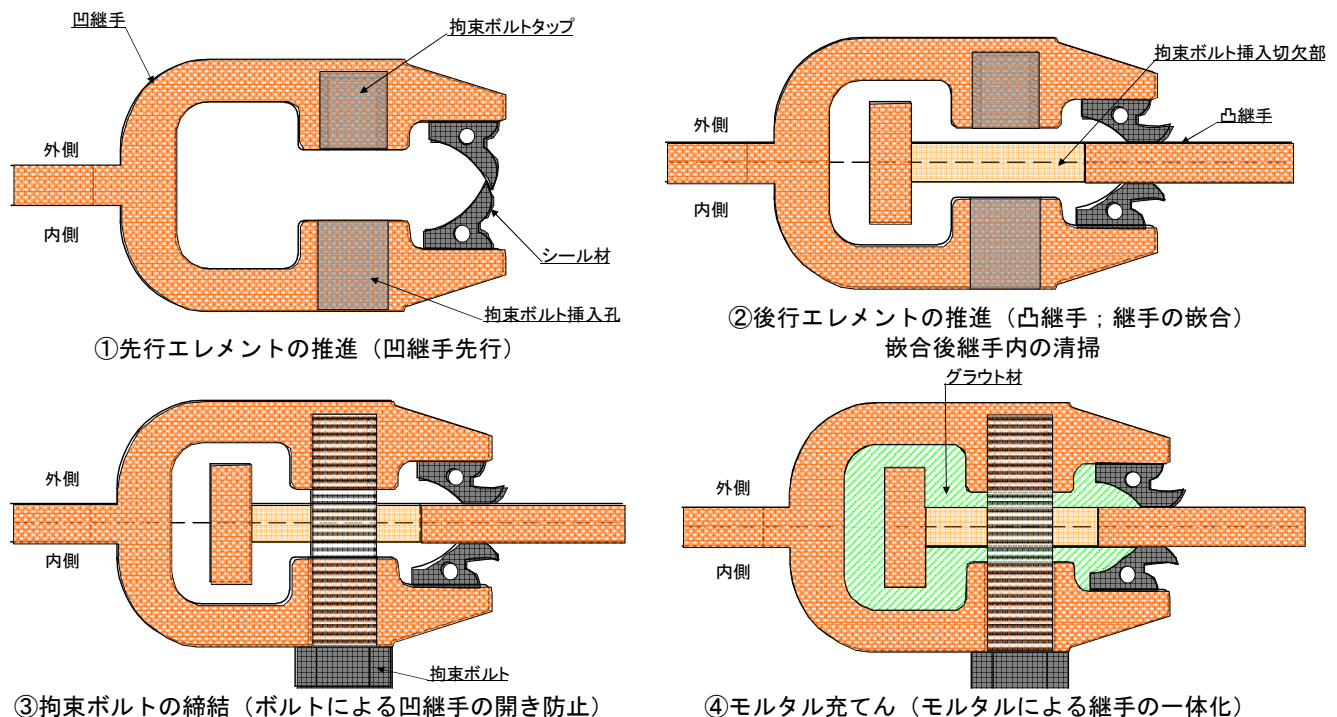


図-2 ボルト拘束型モルタル充てん継手の概要と施工手順

キーワード 鋼製エレメント、継手、アンダーパス、外殻先行構築、非開削トンネル

連絡先 〒104-8388 東京都中央区京橋1丁目7-1 戸田建設(株)アーバンルネッサンス部 TEL 03-3535-1602

3. 引張試験

3.1 試験概要

試験手順は、以下の通りとした。(写真-1 参照)

- ①凹継手にシール材を配置し、凸継手と嵌合させる。
- ②荷重梁と供試体を添接板により接合する。
- ③拘束ボルトを挿入し、軸力を導入する。
- ④嵌合した凹継手と凸継手のクリアランスに高強度モルタルを充てんする。
- ⑤両側に配したジャッキを伸長することにより、荷重梁を介して供試体に引張力を作用させる。(図-3 参照) 荷重は、1500kN (設計荷重の約 1.5 倍) まで荷重し、一度除荷してから、再荷重を行い終局まで荷重した。

なお、凹継手の耐力を確認するため、鋼板の厚みを 19mm (通常, 14mm 程度を想定) としている。また、継手供試体の長さは 550mm, 拘束ボルト (M24) は 2 本 (ボルト間隔 350mm) とした。

3.2 試験結果

得られた試験結果をまとめると以下の通りである。

- ①設計 $P_d=1208\text{kN}$ (鋼板厚 14mm の応力が許容応力度 190N/mm^2 となる荷重), 降伏荷重 $P_y=2066\text{kN}$ (同様に降伏応力度 325N/mm^2 となる荷重) に対して, 供試体の最大荷重は $P_{\max}=3248\text{kN}$ ($P_{\max}/P_d=2.69$, $P_{\max}/P_y=1.57$) であり, 鋼板部より大きな耐力を有する全強継手であることが確認できた。(図-4 参照)
- ②今回の試験では, 継手部の破壊性状を確認するため, 鋼板厚を 19mm としたため, 拘束ボルトの破断により終局となったが, 実構造の部材では, 継手部ではなく鋼板部の降伏が先行するじん性を有する破壊形態になると考えられる。
- ③拘束ボルトの初期導入軸力 (凹継手 (SCW480 : 公称降伏応力度 275N/mm^2) の降伏ひずみの 80%程度が生じる 60kN とした。初期導入軸力は, 凹継手が引張力を受ける際に生じるひずみの正負と反対のひずみが生じることになり, プレストレスとして有利な方向に作用する。図-5 は, 凹継手隅角部内側のひずみであるが, ボルトの初期導入軸力により約 -1000×10^{-6} のひずみが生じており, 荷重荷重約 3000kN で降伏している。

4. おわりに

本継手は, 施工吸収性能と強度性能を兼ね備えているため, 長距離や曲線施工への展開が図れる継手である。荷重試験により, 十分な強度性能を有することを確認できたことで, 今後は実プロジェクトへの提案を積極的に展開していきたいと考えている。

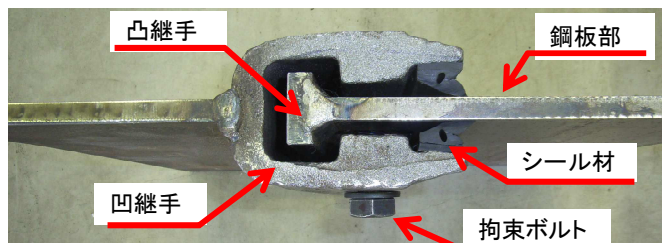


写真-1 継手供試体

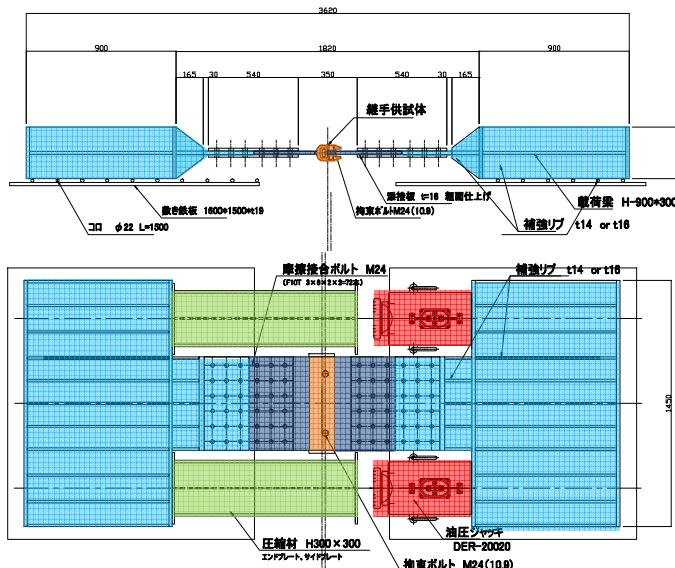


図-3 試験装置の概要

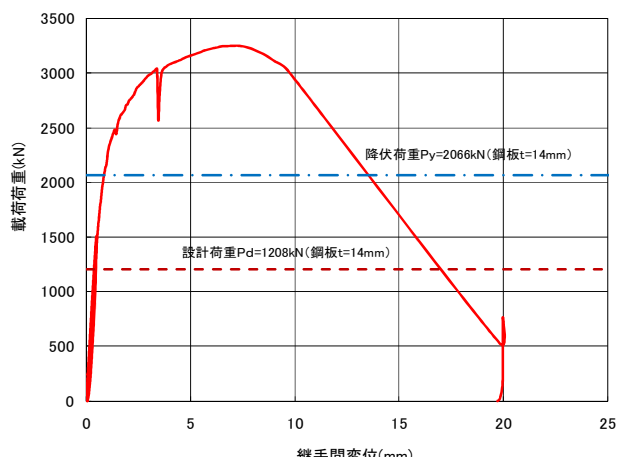


図-4 荷重荷重-継手間変位の関係

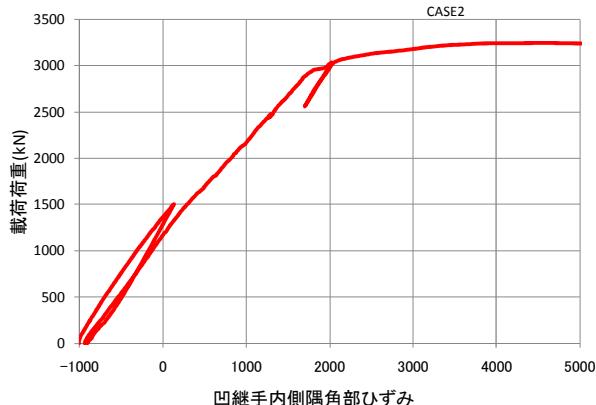


図-5 荷重荷重-凹継手ひずみ