

オクトパス工法の開発（その３）

－厚板鋼板における摩擦接合の適用性－

新日本製鐵（株） 正会員 寺田昌弘 正会員 三宅正人
鹿島建設（株） 正会員 古市耕輔 内田春雄

１． はじめに

近年、市街地における地中構造物を地下施工のみで施工できる工法が開発されつつある。筆者らは、分岐・拡幅機構を持つ親子シールド機により、トンネルの分岐・拡幅・縮小部を地下施工のみで構築する「オクトパス工法」用の覆工体の開発を行っている。

オクトパス工法で構築する地下構造物は、従来の構造と比較して大断面であり、これを実現するために、構造面、施工面から、工場で製作した鋼製覆工体を現場で接合して断面を構築する工法を検討している。このとき、現場接合方法としては、１）溶接接合、２）高力ボルト接合、が考えられる。

高力ボルト接合は橋梁等での実績も多く、信頼性の高い接合方法の一つであるが、オクトパス工法用覆工体の場合、主桁板厚が最大で 60mm 程度となり、通常、摩擦接合されることの少ない板厚となっている。本稿は、このような極厚鋼板での摩擦接合の適用性を実験により検討した結果を報告するものである。

２． 対象構造

右図のような断面を試設計し、桁高が低く板厚が大きな側円部を対象とした。

直線部の主桁は、フランジ・ウェブにより構成されているが、側円部は板厚を大きくすることでウェブのみの構造となっている、外側にスキムプレートが配置されているが、土圧受け及び止水目的の部材であり、主桁応力は負担しない構造となっている。当該構造に対して曲げ試験を行った。

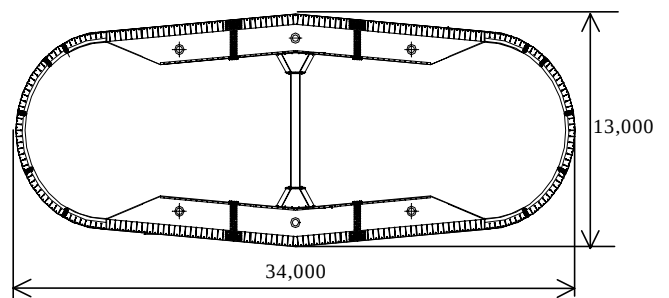


図1 検討対象構造

３． 試験概要

３－１． 試験体

図2に示すような、側円部の実物大試験体を1体製作した。構造部材でない、主桁外側の縦リブ、スキムプレート等については単純化のため省略してある。材質は、主桁板厚が40mmを超えるため SM520C を使用した。主桁板厚は 60mm、添接板は 35mm である。高力ボルトは、実構造物の試設計で使用を検討した M30 高力ボルト(F10T)を使用した。

継手の設計は、実構造物の試設計結果に基づいて行ったが、軸圧縮力を载荷した状態での曲げ試験は困難であることから、軸力は考慮せず、曲げモーメントのみに対する設計とした。

３－２． 試験方法

試験は図2に支点及び矢印で载荷点を示すような四点曲げ载荷とした。载荷方法は、継手の許容荷重

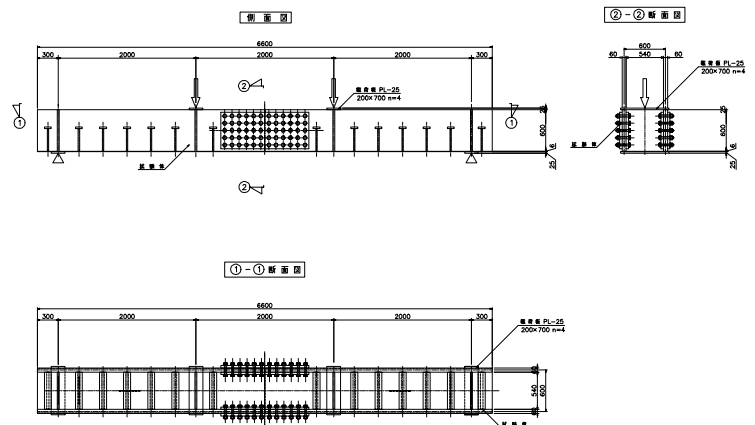


図2 試験体

キーワード シールドトンネル、鋼製覆工体、摩擦接合

連絡先 〒293-8511 千葉県富津市新富 20-1 TEL：0439-80-2856 FAX：0439-80-2745

(94.1tm)まで載荷した後に一旦除荷し、その後終局まで単調載荷した。継手部・主桁の、許容荷重、耐荷力、降伏荷重を表1に示す。ここで、主桁及びSPL-PLの降伏荷重算定には、SM520Cの基準降伏強度を用いた。

計測は、荷重の他、主桁中央部のたわみ、載荷点のたわみ、継手部の目開き、及び主桁の軸方向ひずみについて行った。

4. 結果

4-1. 載荷状況

載荷が進行しても、荷重－変位関係は直線勾配を保ち続け、計算上の主桁降伏荷重を超えたあたりでグラフが折れた。添接部からはボルトが滑る音が頻繁に聞かれ、荷重は小刻みに低下するもののすぐに上昇し、全体としては緩やかに荷重が増加し続けた。このとき、主桁の圧縮側端部が回転により接触しており、この部分が圧縮力を受け持っていたことが荷重が低下しなかった原因と考えられる。

荷重が低下しなかったため、十分に変形が進んだ時点で載荷を中止した。実験後、添接板を取り外して主桁の様子を観察したが、主桁の上端部は微妙に変形しており、大きな圧縮荷重が作用していた様子がうかがえた。

4-2. 曲げモーメント－たわみ関係

図3に、曲げモーメント－主桁中央部（継手部）たわみ関係を示す。表1の計算値まで十分に摩擦耐荷力を有していることがわかる。図4には、継手部の目開きから算出した継手の回転角と荷重の関係を示す。これをみると、継手の許容荷重を超えたあたりから回転が大きくなっていることがわかる。

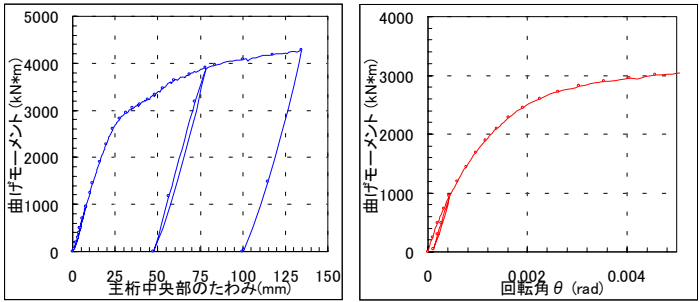


図3 M－たわみ関係

図4 M－回転角関係

4-3. 継手の回転の様子

図5、図6には、図4の目開きの算出に用いた、継手の引張側及び圧縮側の隙間の大きさの変化を示す。二つのグラフはほぼ対象であり、これから、回転の中心が主桁高さのほぼ中央であったことがわかる。添接板付近の主桁高さ方向に5枚貼付したひずみゲージによる主桁軸方向ひずみの分布（図7）より、主桁本体の応力状態からも同じことが言え、曲げモーメントのみに対する設計時の仮定通りの力学状態にあると言える。

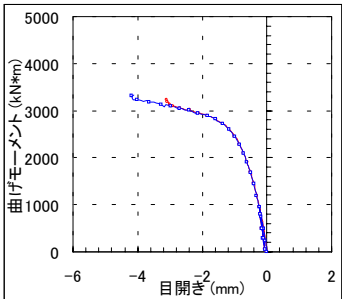


図5 引張側目開き

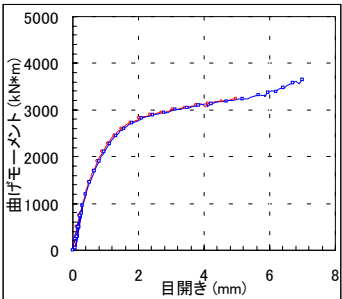


図6 圧縮側目開き

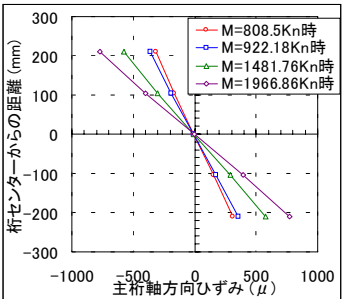


図7 主桁のひずみ分布

5. まとめ

オクトパス工法用鋼製覆工体に関して極厚鋼板の摩擦接合継手の適用性を実験により検討し、以下を得た。

- 1) 設計計算値を超える耐荷力を有し、オクトパス工法への適用性に問題はない
- 2) 継手部の力学状態は設計時の仮定通りであり、通常の摩擦接合継手の設計法が問題なく適用できる