

MMST 工法における接続部継手（アイボールジョイント）の SRC 構造への適用性

竹中土木
大成建設
首都高速道路公団

正会員 ○福本忠浩* 平井 卓*
正会員 望月 修**水野克彦**
正会員 田中充夫***

1. はじめに

首都高速道路公団で開発している MMST (Multi-Micro Shield Tunneling) 工法は、トンネル外殻部を複数の小断面単体シールドにより先行掘削し、それらを相互に接続してトンネル外殻部躯体を構築した後、内部土砂を掘削して大断面トンネルとする工法である¹⁾。高速川崎縦貫線と横羽線を結ぶ大師ジャンクション（仮称）内の換気洞道工事では、トンネル外殻部構造のうち単体トンネル部が SC 構造、単体トンネルの接続部が RC 構造として設計された。著者らは、単体トンネル接続部の合理化を目指す代替構造の一つとして、アイボールジョイントを開発し、合成構造としての曲げ耐力に関する一連の実験を行ってきた^{2)~4)}。ここでは、構造形式の一つとして考えられる単体トンネル部が SRC 構造で接続部が RC 構造となる場合にアイボールジョイントを適用したときの曲げ耐力を検討した結果を報告する。

2. アイボールジョイントの特徴

今回の実験に用いたアイボールジョイントの構造的特徴は、引張側は各単体トンネル主桁に溶接した球座を有する鋳鋼板(SCW480)に半球状のワッシャー(S25C)を介してネジ節鉄筋(SD345)を定着している点である（図 - 1(e)）。また、圧縮側では、さらに接続部側にも皿形ワッシャーと球面ワッシャーを介してナットで鋳鋼板を挟みこむように固定し圧縮側ねじふし鉄筋を確実に定着した（図 - 1(d)）。このような定着方法により、鋼殻の施工誤差や曲線区間における鋼殻のずれを吸収できる。

3. 実験概要

試験体は、図 - 1(a)に示すようにトンネル外殻部躯体の 1 リング分を取り出した 1/2 縮尺で、スパン長 8.0m、せん断スパン比 2.9 とした。ナット締め込みによるネジ節鉄筋への軸力導入は既往の実験結果²⁾を参考に、引張側では 1 本当たり 2.6tf 圧縮側で 1.6tf とし、鋳鋼とネジ節鉄筋の応力伝達を確実にしている。鉄筋は、D25(SD345)を圧縮側 1 段、引張側 2 段を試験体全長にわたり配置した。

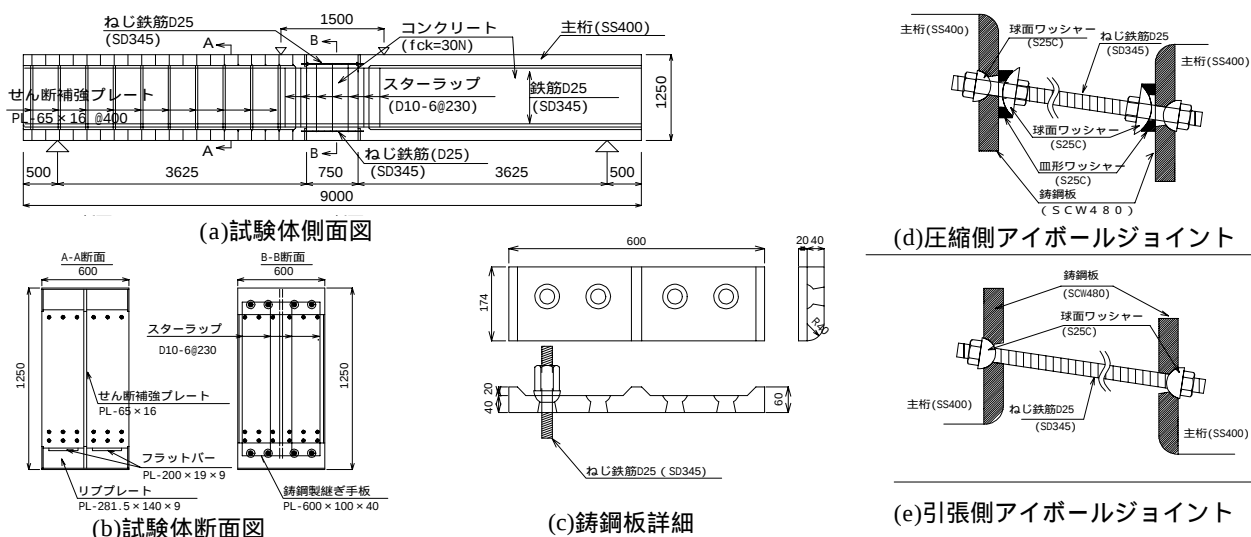


図 - 1 試験体概略

（キーワード）MMST 工法、アイボールジョイント、鋳鋼、合成構造

* 〒104-8234 東京都中央区銀座 8 - 2 1 - 1 竹中土木 TEL. 03-3542-6321 FAX.03-3248-6545
** 〒210-0811 横浜市中区長者町 6 - 9 6 - 2 大成建設横浜支店 TEL. 045-252-1290 FAX.045-261-4786
*** 〒105-0014 東京都港区芝 1 - 1 1 - 1 1 首都高速道路公団 TEL. 03-5232-1922 FAX.03-5232-6760

4. 実験結果および考察

図 - 2 に実験最終状態におけるひびわれ状況を示す。接続部の圧縮側コンクリート ($\sigma_{ck}=300\text{kgf/cm}^2$) の圧壊により終局状態となった。



図 - 2 ひび割れ図 (終局時)

図 - 3 に試験体中心軸中央位置の荷重変位関係を示す。また、図 - 3 には接続部および鋼殻部の鋼材を鉄筋換算で求めた $M-\phi$ 関係を用いて算出した荷重変位関係も併せて示した。実験結果は、計算で求められる終局耐力以上の強度を有している。ただし、終局変位は予測値より小さくなった。これは、スパン中央圧縮縁でのコンクリートがひずみ 1700μ 付近で破壊しており、計算に用いた終局ひずみ 3500μ より小さかったためと考えられる。コンクリートの終局ひずみが小さかったのは、せん断補強筋のピッチがあまりく、拘束効果が小さかったことが一因していると考えられる。

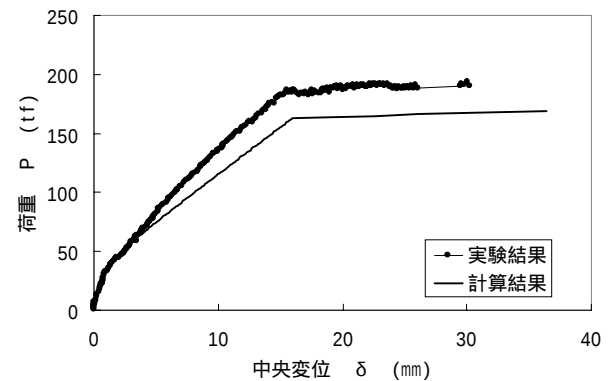


図 - 3 荷重変位関係 (中央)

図 - 4 に、試験体に配置したひずみゲージより得られた、 70.8tf (許容応力レベル) 載荷時と 191.4tf (終局レベル) 載荷時の試験体中央断面のひずみ分布を示す。側面コンクリートひずみは一部許容応力レベルから引張応力側にあり、クラックの進展により精度が悪くなったと考えれば、平面保持の仮定はある程度成立していると考えられる。ただし、特に終局レベルにおいて引張ひずみは 1 段目鉄筋がアイボールジョイントや 2 段目鉄筋に比べて大きくなった。これは、剛性の高い鋼殻鉛直主桁と接続部コンクリートの目開きなどにより、ひずみ分布が一部不連続となったためと推定される。

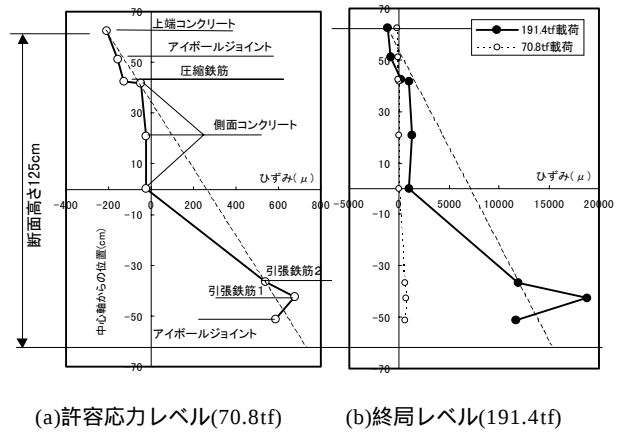


図 - 4 ひずみ分布 (中央断面)

図 - 5 に、鋳鋼板主桁間中央の曲げひずみとネジ節鉄筋推定応力の関係を示す。ネジ節鉄筋の応力は、弾性域内でのひずみ計測値に $E=2.1 \times 10^6\text{kgf/cm}^2$ を乗じて推定した。鋳鋼板の設計は、ネジ節鉄筋耐力相当の引張力がコンクリートなどの拘束を無視して作用した場合に最大曲げひずみが 1300μ 程度 (弾性領域) となるよう設計しており、ネジ節鉄筋降伏応力 (3500kgf/cm^2) では、約 900μ 程度と予測される。しかし、実測の曲げひずみは 200μ 程度と小さく、今後鋳鋼板の板厚を薄くできる可能性がある。

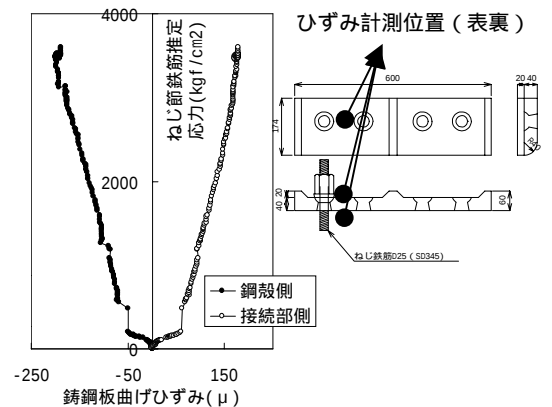


図 - 5 鋳鋼板主桁中央曲げひずみ

5. まとめ

以上の検討より、鋼殻部を SRC 構造とした場合にアイボールジョイントを用いた接続構造により、鋼殻と接続部を一体構造と考えた耐力を確保できることや定着部の鋳鋼部材厚を低減できる可能性が明らかになった。今後、SRC 構造で接続部にずれがある場合の検討なども行っていきたい。

(参考文献)

- 1) 七條哲彰、他：MMST 工法における合成構造の基本特性、土木学会第 52 回年次学術講演会、1997.9
- 2) 近信明、他：MMST 工法における接続部継ぎ手 (アイボールジョイント) の基本特性 (その 1)、土木学会第 54 回年次学術講演会、1999.9
- 3) 福本忠浩、他：MMST 工法における接続部継ぎ手 (アイボールジョイント) の基本特性 (その 2)、土木学会第 54 回年次学術講演会、1999.9
- 4) 杉山稔明、他：MMST 工法における接続部継ぎ手 (アイボールジョイント) の基本特性 (その 3)、土木学会第 54 回年次学術講演会、1999.9