

三連円形駅シールドにおける縦桁の載荷試験

帝都高速度交通営団 フェロー 藤木育雄
帝都高速度交通営団 末富裕二

1. はじめに

現在建設中の営団地下鉄半蔵門線清澄駅（仮称）では、三連円形駅シールドを採用している。セグメントの円交差部（カモメ部）に作用する荷重は縦桁を介して 4.8m 間隔に立てられた中柱により支持される。SC 構造の縦桁には 4.8m ごとに継手を設けている。継手の接続は、せん断力と若干の曲げモーメントを伝達するボルト継手とし、ボルト締めの施工性、コンクリートの充填性などから全強によらず、ウェブのみを接合する設計とした。この継手は、剛結とヒンジの中間的な挙動を示すと予測された。

このことから、曲げ載荷試験を行い、継手部の挙動について確認したので報告する。

2. 実構造

駅シールドは、外径 7.2m × 3、総幅 16.2m の三連円形となっており、両側が軌道、中央が島式ホームとなる。セグメントは幅 1200mm、厚 350mm の平板型 RC 製で 1/4 分割である。中柱の合成鋼管柱は 4 リング（4.8m）間隔に設置される。（図 - 1）

SC 構造の縦桁は、4ヶ所あるカモメ部のセグメントに沿って縦断的に配置され、両端は立坑構築のコンクリートに固定され、その間はヒンジ的継手を有する多径間連続梁となっている。上部の縦桁に使用される鋼材は溝形鋼〔 - 618 × 345 × 36 × 60 長さ 4.8m ）を一ヶ所当たり 2 本取付けられる。（図 - 2）

鋼桁の継手は、5mm の隙間を設けてウェブのみを高力ボルト（M24 F10T）20 本で接合する。鋼桁の周りにはひび割れ補強筋を配筋した後、コンクリートを打設し、セグメントと縦桁は一体化される。継手位置のコンクリートにはひび割れ誘発目地を施工する。

3. 試験方法

（1）試験モデル（1/2 モデル）

供試体は、試験設備、コンクリートの流動性、材料の市場性を考慮し、上部縦桁の 1/2 モデルとした。供試体の長さは 1 スパン（2.4m）の両側に各 0.5 スパン長（1.2m）を加えた 4.8m とし、2 本の中柱で支持されている。供試体を使用する部材は 1/2 寸法に近い既成品を活用した。なお、継手は中柱より 1.5m（0.9m）の位置となる。（図 - 3）

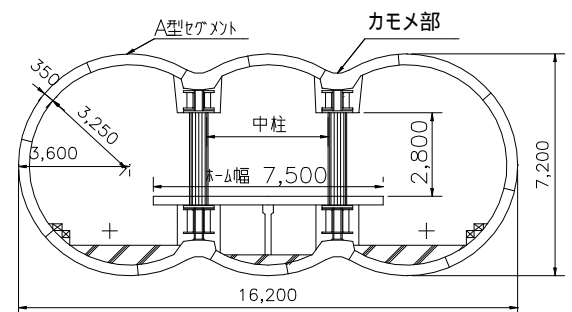


図 - 1 横断面図

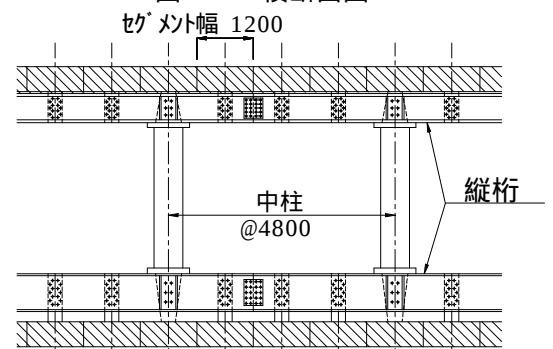


図 - 2 縦断面図

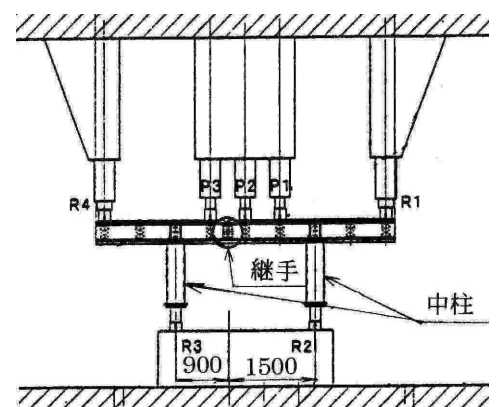


図 - 3 供試体（1/2 モデル）

キーワード：三連円形シールド、縦桁、継手

連絡先：東京都墨田区江東橋 4 - 1 - 3 TEL 03-3829-6881 FAX 03-3829-6887

(2) 載荷方法

中柱で支持された供試体を載荷ピットに横置きしてセグメント位置3ヶ所の油圧ジャッキにより載荷した。また、縦桁の両端にもジャッキを配置し、変位が0となるように制御した。

実構造と本試験では荷重条件が異なるため、両者の応力分布を一致させることは出来ない。このため、継手位置でのせん断力による応力度、および継手に近い支点(中柱)位置での曲げモーメントによる応力度の相似比が1.0となるように、3ヶ所の荷重を1:0.55:1の比率で載荷した。(図-4)

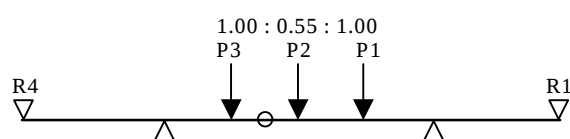


図-4

4. 試験結果

(1) 縦桁の変形量は、設計荷重 ($P_1=510\text{kN}$) の約1.5倍 (700~800kN 付近) までは、継手を剛結とした場合の計算値近く、 $P_1=800\text{kN}$ 以降、ヒンジとした場合の計算値に近づいている。(図-5)

(2) 曲げモーメントと継手回転角は $P_1=700\text{kN}$ 付近まで直線的な関係を示しており、設計荷重レベルでの継手の回転バネ定数は、約 $110,000\text{kN}\cdot\text{m}/\text{rad}$ であった。(図-6)

(3) 継手部の挙動は、設計荷重の約1.6倍 (800~850kN 付近) で大きく変動している。これは、添接板のすべりによるものと推測される。(図-6)(図-7)

すべり発生後の回転バネ定数は、約 $19,000\text{kN}\cdot\text{m}/\text{rad}$ であり、継手が定常的にすべりながら一定の摩擦力が保持されている。(図-6)

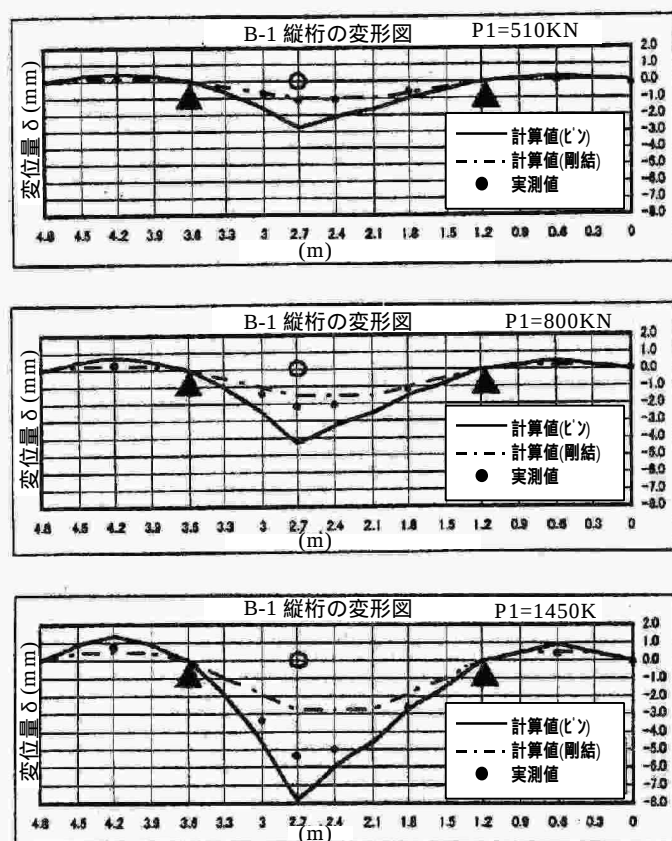
5. まとめ

今回の報告の他に、単純梁による継手の終局状況の確認試験および片持ち梁による中柱支承部の終局状況の確認試験を行っている。

これらの試験により、継手は設計荷重レベルでは剛結に近く、すべり発生後においても曲げ抵抗が増加する安定した挙動を示した。また、縦桁本体は、終局近くまで鋼材とコンクリートの一体性が確保され十分な曲げ体力を有していることが確認できた。

[参考文献]

矢萩他, 3連円形駅シールドにおける縦桁の設計, 土木学会第54回年次講演会概要集第3部 - B134 P268~269



○印は継手位置を示す
図-5 縦桁の変形図

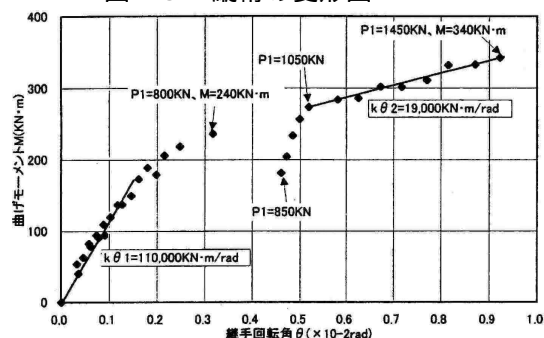


図-6 継手の曲げモーメントと回転角

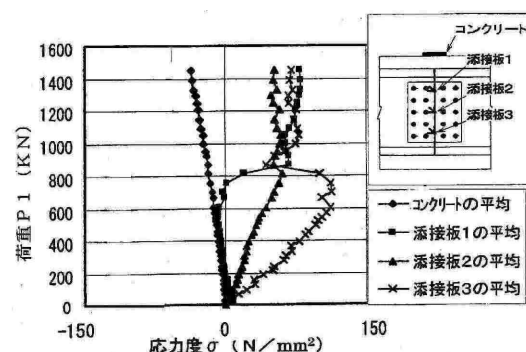


図-7 継手添接板、コンクリートの応力度