

Ⅲ-624

受け桁一体型構造方式を用いた3連型MFシールド駅の覆工に関する研究（その1）
—都営地下鉄12号線飯田橋駅ホーム部の覆工構造—

東京都地下鉄建設(株)

片山 正

(株) 熊谷組

正会員 小山幸則

(株) 熊谷組

○正会員 岸谷 真

(株) 熊谷組

正会員 中澤恒昭

1. はじめに

MFシールド工法は円形を重ね合わせた形状のトンネル断面を構築でき、その覆工構造は円周部のセグメントの他に円の交差部に受け柱を設置し構造の安定を図っている。しかし、駅のホーム部においては、乗降時の空間を確保するためセグメント組立時に必要な受け柱を最終的には4mに一本としなければならない、柱間の荷重を確実に伝達するトンネル軸方向の受け桁が必要となる。

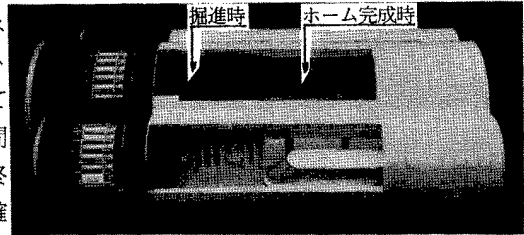


図-1 MFシールド駅

本研究では、3連型MFシールド工法による駅ホーム部の建設に伴うトンネル軸方向の受け桁の構造、設計および施工方法について検討を進めているが、ここでは受け桁の構造の選定について発表する。

2. 受け桁の構造

トンネル軸方向の受け桁の構造はその施工方法により、次の2つに分けられる。

①掘進終了後、受け桁を設置し荷重を受け替える方法（＝仮受柱方式）。

②軸方向に荷重を伝達できるセグメントを用い、掘進と同時に受け桁を構築する方法（＝受け桁一体型構造方式）。

①の代表的な構造は、柱の上下に鋼材（I型鋼）を渡しSRC造の受け桁とし、仮柱が受けているセグメントと一体化する構造である。その後仮柱を撤去しSRC造の桁をとおり本柱に荷重を受け替える。

②は掘進時に一体桁を構築する方法である。その一体化構造は表-1に示すようにさまざまな方式が考えられるが、接合部の剛性の確保、橋梁等の鋼桁での施工実績を考慮し、ボルトによる摩擦接合による連結板方式とする。

表-1 受け桁一体型構造の比較

	連結板方式	ピン方式	P C鋼棒方式	高力ボルト引張接合方式	せん断キー方式
断面図					
構造	・桁を連結板にて高力ボルトの摩擦接合とする。 ・連結板は、フランジ部、ウェブ部とも内外面に使用する。	・桁の上下数箇所をピン結合し、ピンのせん断抵抗によって各断面力を伝達する。	・桁の下部をP C鋼棒で締め付け接合する。	・リング間の接合方式として高力ボルトで接合し、アーチ板を介してリブ材に伝達する。	・仮柱に作用する鉛直荷重を完成時にせん断キーを介して隣接セグメントに伝達する。
特徴	・桁は連結板の高力ボルト接合により一体的構造となる。	・ピン挿入のため作業性がよい	・リング間継手面にプレストレスを導入することにより荷重に抵抗する。	・通常のセグメントボルト結合と同じく引張接合である。	・桁の緊度が不要であるため、セグメント組立作業性がよい。
検討課題	・リングごとに桁のジョイントを連結するため、組立時の施工誤差をなくする必要がある。	・ピン挿入式のためガタが発生する。	・シールド材の塑性変形により、導入プレストレスが低減する。	・ボルト本数が多くなる。 ・引張力に対して剛性が小さい。	・せん断キーによりガタが発生する。
選 択	○				

3. 受け桁一体型構造方式の採用

仮受柱方式は、仮柱1本当たり300tfの荷重を本柱に受け替えるために、セグメントとそれを支える受け桁を確実に一体化する必要がある、非常に高精度な施工管理が要求される。しかし、狭隘な作業空間のなかでI型鋼の設置やコンクリートの打設などの施工となるため、要求される品質を確保するために非常に困難な作業が予想される。

これに対して受け桁一体型構造方式は、掘進時の本柱設置時に受け桁により荷重が伝達されるため荷重の受け替えがない。また、セグメントと一体になっているため比較的大きな断面の桁部材を設置でき、剛性が大きく構造的に安定した覆工となる。

受け桁方式の比較を表-2に示すが、本工事では上記のような理由から桁一体型構造方式（図-2）を採用する。

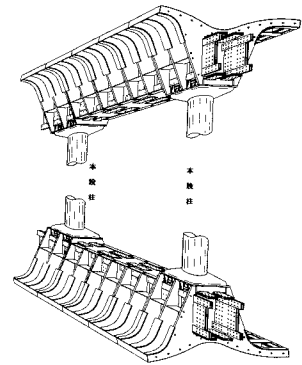


図-2 受け桁一体型構造方式

表-2 受け桁方式の比較

方 式	仮 受 柱 方 式	一 体 型 構 造 方 式
断 面 図		
概 略 構 造	セグメント組み立て後に施工するSRC桁と柱からなる。	セグメントと一体とした桁部材をリングごとに連結させた受け桁と柱からなる。
本 柱 間 隔	4 m	
本柱1本あたりの作用荷重	1, 200 t f	
構 造 の 特 徴	・柱が後施工となるため、仮柱による受け替えが必要となり仮柱撤去時に荷重の再配分が発生する。 ・桁が後施工であるため、セグメント組み立て誤差の見かけ上の吸収が容易。	・ウイング部セグメントと一体化した桁のジョイント部を連結板を用いてトンネル軸方向にジョイントするため剛性が大きくなる。 ・仮柱による受け替えが不要なため、荷重の再配分がない ・セグメントと桁が一体化されているため、偏心力に対して比較的安定である
検 討 課 題	・桁コンクリートのブリージングや収縮などが考えられるため、セグメントと桁コンクリートの一体化を間詰、注入などに依存する必要がある。 ・仮柱撤去に伴う荷重の再配分時の挙動が不明である。	・リングごとに一体桁をジョイントしていくため、セグメント組み立て時の施工誤差をなくす必要がある。 ・桁部のセグメント重量が大きい。 ・通路部とエレクタ構造を変化させる必要がある。
材 料	セグメント ダクタイル	スチール
	桁 コンクリート（SRC）	
工 期	仮柱による覆工後、桁を施工する（26か月）	シールド掘進とともに覆工が完成する（23.5か月）
構造に必要な条件	荷重が大きいため、受け替えによる荷重の再配分を避けるとともに、セグメントと桁の一体化をはかる必要がある。	
評 価	○	

4. おわりに

受け桁の方式は、荷重の伝達が明確であり構造的にも単純な桁一体型構造方式を採用したが、掘進と同時に桁を構築するため一次覆工の高度な組立精度が要求される。実施工では、この方式の作業性や組立精度を把握し、同様な工事への施工データとして役立てたい。

参考文献：「21世紀の交通ネットワーク拡大を目指す新技術(1) 都営地下鉄12号線環状部」トンネルと地下
vol.24.12 福島昭男