

V-48

合成構造地中梁の実験的評価

JR 東日本 東北工事事務所 正会員 山崎 裕史

JR 東日本 東北工事事務所 正会員 古山 章一

JR 東日本 東北工事事務所 初貝 隆一

1.はじめに

都市部での高架化工事は民家や鉄道営業線に近接することが多く、制約された空間での施工となる。図-1に作業制約のない一般高架橋と狭隘箇所における都市鉄道高架橋の工事費区分例を示す。都市鉄道では地中梁の工事費が全体の約50%を占めているが、これは施工が夜間作業に制約されることや仮土留工・覆工板等の仮設費が大きいことによるもので、地中梁のコストダウンが工事費全体に与える影響は大きい。

また工事費だけではなく、営業線・周辺環境への影響を最小限に抑えるためには、工期短縮を図る必要もある。

そこで、地中梁の構造を従来のRC構造から「鋼とコンクリートの合成構造」とすることで、工事費全体のコストダウンと工期短縮を目的として技術開発を行った。

2.構造概要

図-2に開発した地中梁の構造概要を示す。構造は鋼コンクリートサンドイッチ構造であり、主鉄筋やせん断補強筋は配置せず部材側面に配置した鋼板を鉄筋としたものである。また、コンクリートと鋼板を一体化すること、鋼板の座屈を抑制する目的でジベル筋を配置している。本構造の利点として、①鋼矢板を仮土留め・型枠・構造部材として兼用できるため、型枠工や鉄筋工が省略できる、②鋼矢板間のみ掘削すればよいので、従来の工法では用地の制約から柱間を工事用通路として使用する場合は覆工板が必要であったが、その覆工板が省略でき、掘削量・埋戻量も削減できる、③柱・スラブ構築後の地中梁施工が可能であり、他の施工と並行して地中梁を構築できるため工期短縮が図れる、などのメリットを有する。

3.課題と実験概要

コンクリートの上・下縁を鋼板で挟み込むサンドイッチ構造は沈埋函や床版等に適用された例はあるが、本構造のような部材側面に鋼板を配置したサンドイッチ構造は例がない。特に設計法では、その耐荷機構の解明、鋼板とコンクリートの一体化にはジベル量が大きく影響すると考えられるため、その配置手法が大きな課題であった。施工法では杭間の長さに制約を受けるため、鋼矢板の打込み精度が大きな課題であった。これらを検討するため、梁の曲げ試験および実物大モデルによる施工試験を実施した。

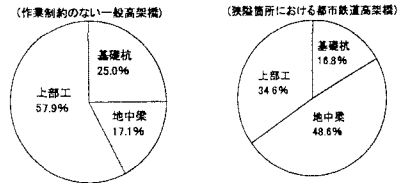


図-1 工事費区分例

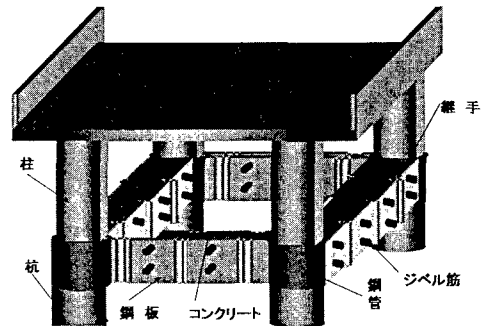


図-2 構造概要

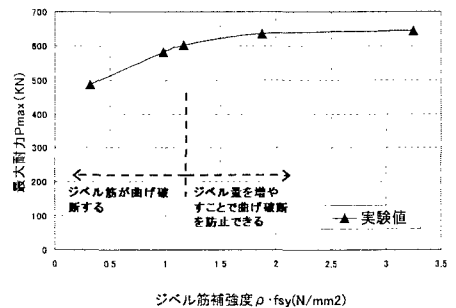


図-3 耐力とジベル筋補強度の関係

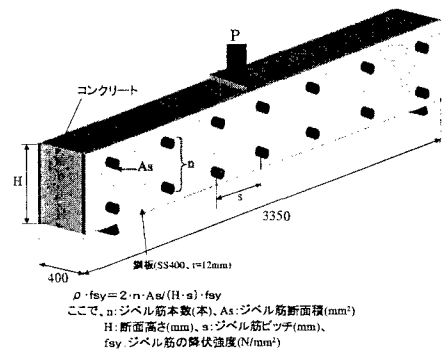


図-4 ジベル筋補強度

4.実験結果および考察

4.1 ジベル筋配置手法

図-3 に、梁の曲げ試験から得られた耐力とジベル筋補強度の関係を示す。ここで、ジベル筋補強度(以下、 $\rho \cdot f_{sy}$ と記す)とは、側面に配置した鋼板に占めるジベル筋量を表し、図-4 に示す式より算出した。図-3 より、コンクリートと鋼板の境界面で発生するジベル筋の曲げ破断は、 $\rho \cdot f_{sy} \geq 1.15$ で設計することにより防げることを確認した。また、ジベル筋による補強は $\rho \cdot f_{sy} \leq 2.0$ の範囲でその有効性が大きかった。

4.2 直線鋼矢板打込み試験

打込み試験は実構造物を想定し、図-5 示す形状で行った。打込みは油圧パイプロを使用し、固定端からスパン中央へ向かって表-1 に示す 3 タイプの方法を行った。試験は砂質土と粘性土で行い、事前の土質試験の結果は砂質土で N 値 5 程度、粘性土で N 値 4 程度であった。

打込み結果は、表-1 に示すようにタイプ③のみ砂質土において打込みが可能だった。これは、コの字形状にしたため打込み抵抗が大きくなったことが要因と考えられる。油圧パイプロを大きくすることにより打込み抵抗に対応はできるが、スラブ構築後の後施工では高さに制約を受けるため、機械の大きさでの対応は実施工には適用できない。したがって、タイプ③の実施工への適用は困難である。

図-6 に打込み時間を示す。なお、タイプ②は地上での継手部グラウト注入に要した時間は含まれていない。図より、粘性土におけるタイプ②のみ他に比べ打込みに多くの時間を要した。これは鋼矢板長が長いこと、粘性土のため打込み時の鉛直性の確保が難しかったためである。またタイプ②は、地上でグラウト注入するための仮設備が必要であり、経済的にもタイプ①より不利である。

表-2 にタイプ①の打込み完了後の寸法結果を示す。表より、基準値に対して土質による誤差への影響は小さかったが、共通して下部の誤差が基準値より大きかった。これは、打込み時に固定端(構造物では杭に相当)が偏心したこと、継手部の遊間を確保するため鋼矢板を打抜きしたことで鉛直性を確保できなかったためである。誤差の対策として、延長誤差は継手に遊間があるためジャッキを用いることで基準値は確保できる。また全幅誤差は打込み時に鋼矢板を H 型鋼で挟込み、固定しながら打込むことで精度は確保できると考えられる。

5.まとめ

梁の曲げ試験・施工試験の結果から、本構造について以下の知見が得られた。

- ① ジベル筋の配置はジベル筋補強度を目安にし、 $1.15 \leq \rho \cdot f_{sy} \leq 2.0$ の範囲で配置する。
- ② 直線鋼矢板の打込みは、施工性から 1 枚 (50cm) ずつ打込むこととし、精度確保のため打込み時に鋼矢板を H 型鋼で挟込みながら打つなどの対策をとることで、基準値を確保することができる。

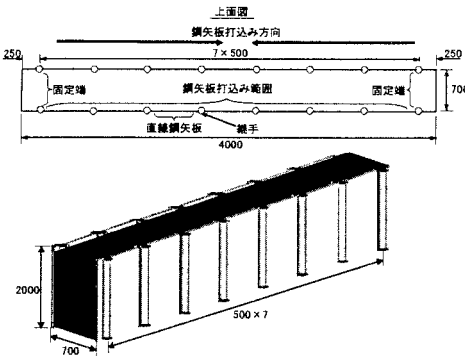


図-5 打込み形状

表-1 直線鋼矢板の打込み形状

タイプ	タイプ①:一枚鋼矢板	タイプ②:二枚一組鋼矢板	タイプ③:コの字組合せ
模式図			
記事	鋼矢板(50cm)を1枚ずつ打込み	地上で継手にグラウト処理し、2枚(100cm)ずつ打込み	2枚一組の鋼矢板に鋼矢板を溶接し、コの字型にして打込み
結果	打込み時間が短く、誤差誤差が小さい	打込み時間は短い、事前に継手部グラウト注入するための仮設備が必要	砂質土ではパイプロでの打込みが不可能
総合評価	◎	○	△

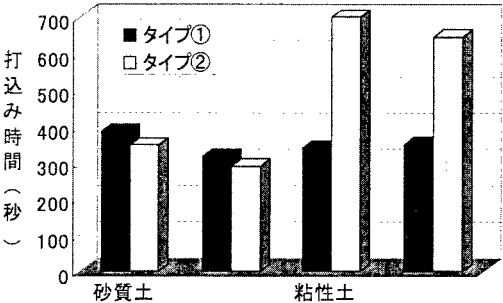


図-6 鋼矢板 1 枚あたりの打込み時間

表-2 打込み寸法結果

				(単位: mm)			
		設計値	砂質土		粘性土		基準値
			実測値	差	実測値	差	(RC構造)
延長	上部	4000	3990	-10	3995	-5	±20
			3992	-8	3994	-6	
	下部		4023	23	4045	45	
			4020	20	4042	42	
全幅	上部	706	710	4	709	3	-10以上
	下部		686	-20	709	3	