

既設鉄道橋直下を交差する地下鉄函体の施工について

東日本旅客鉄道（株）	東北工事事務所	正会員	○辻	浩一
東日本旅客鉄道（株）	東北工事事務所		菊地	好男
東日本旅客鉄道（株）	東北工事事務所		近藤	正直

1. はじめに

J R 仙石線地下化工事は、仙台～苦竹間約 3.9km を連続立体交差化（地下化）するものである。地下新線は陸前原ノ町駅東側では東北本線（貨物線）と立体交差するが、当交差部に地下鉄函体を新設する際、貨物線の既設橋台・橋脚の杭およびフーチングがこれに支障する（図 1）。そこで現在の仙石線と貨物線の両線区の安全運転を確保しつつ施工するため、アンダーピニングによる工法が採用された。この工法では橋台、橋脚を支持する添梁と新設する地下鉄函体を一体化する必要があり、その接合に国内では初めてである超遅延コンクリートの使用を計画している。現在、超遅延コンクリートの基本的段階である。ここでは、試験の経過と今後

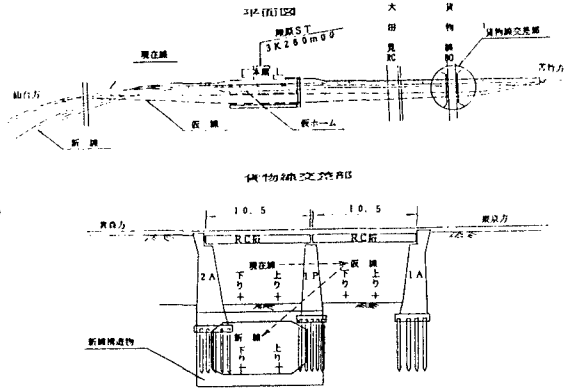


図 1 貨物線交差部平面図および断面図

いる。現在、超遅延コンクリートの基本的物性とその効果について確認試験を進めている段階である。ここでは、試験の経過と今後の試験計画について報告する。

2. アンダーピニングによる工法

当工法は、既設橋台・橋脚に添梁を取り付け、これを前後の地下鉄函体に盛り替え、その後、既設橋台・橋脚の支障部を撤去し函体を構築する工法である（図2）。この工法を採用するにあたり、つぎのような施工上の問題点がある。

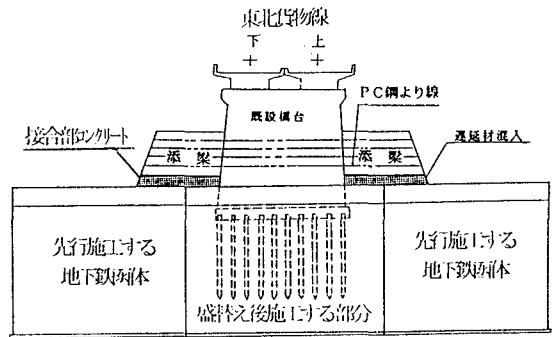


図 2 アンダーピニング工法

2)添梁と地下鉄両体の接合部の作業範囲が非常に狭く、添梁コンクリートの打設後接合部コンクリートを打設することは困難である。

以上の問題点を考慮した結果、添梁コンクリートと接合部コンクリートの打設を同時施工とし、また接合部コンクリートに超遅延剤を混入する方法（以後、一体案という）が提案された。適度な超遅延剤を接合部コンクリートに混入することにより、プレストレス導入時の変形に追従させ、過大な応力の発生を抑えることが可能となる。

3. 一体案の試験計画

一体案で求められる接合部コンクリートの性能は次の2項目である。

- 1) 添梁へプレストレスを導入する際には接合部コンクリートが硬化していないこと。
- 2) プレストレス導入後、接合部コンクリートについても所定の設計基準強度(240kgf/cm²)が得られること。

これらの条件を満足するため、図-3のようなプロセスにしたがって接合部に用いる超遅延剤を添加したコンクリートの性状を把握することにした。

3.1 プレストレス導入材令の検討

プレストレスを導入する施工時期が平成9年6月頃と計画されているので、外気温を20℃程度として検討した。

(1) 設計条件

添梁： $f'_{ck}=300\text{kgf/cm}^2$ ，

既設橋台・橋脚： $f'_{ck}=180\text{kgf/cm}^2$

プレストレス導入時定着部強度：270kgf/cm²

(2) 添梁コンクリートの養生別強度発現

添梁コンクリートがプレストレス導入時の定着部設計強度に達するのに要する日数を2タイプの強度発現試験から確認した結果、以下の日数が必要であることがわかった（表1）。

- ・タイプ1（早強ポルトランドセメント $f'_{ck}=300\text{kgf/cm}^2$ ）：3日の遅延日数
- ・タイプ2（早強ポルトランドセメント $f'_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$ ）：1日の遅延日数

3.2 実構造物のFEM（2次元）温度解析

接合部のコンクリートが、添梁コンクリートの発熱により受ける温度の影響を把握するため、実構造物をモデル化してFEMによる温度解析を行った。解析は、接合部のコンクリートを非発熱体と仮定し、添梁コンクリートの発熱のみによる温度履歴の影響を把握することとした。したがって、実施工では接合部コンクリートは、自己の水和による発熱が加算される（ただし若材令における超遅延コンクリートの水和熱は小さく、無視できる程度のもと思われる）。

・解析モデルおよび解析ケース

- (1) 添梁の打設温度：20℃
- (2) 外気温：20℃
- (3) 既設函体のコンクリート初期温度：20℃
- (4) 解析ケース

- ・ケース1：早強ポルトランドセメント $f'_{ck}=300\text{kgf/cm}^2$
- ・ケース2：早強ポルトランドセメント $f'_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$

解析結果を表-2に示す。

3.3 検討結果

3.1, 3.2より、接合部コンクリートに求められる物性は以下のとおりである。

◎接合部コンクリートに早強ポルトランドセメント

($f'_{ck}=300\text{kgf/cm}^2$)を用いる場合、必要遅延日数（コンクリート打設からPC鋼線緊張までの日数）は約3日であり、添梁コンクリートの温度履歴の影響は最大25.4℃の温度上昇を見込めばよい。

◎接合部コンクリートに早強ポルトランドセメント($f'_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$)を用いる場合、必要遅延日数は約1日であり、添梁コンクリートの温度履歴の影響は最大32.2℃の温度上昇を見込めばよい。

4. 今後の課題

これまでの検討により、添梁と地下鉄函体の接合部に用いる超遅延コンクリートの必要遅延日数および添梁の発熱による温度上

昇量を把握することができた。次回は、この検討をもとに超遅延剤の混入量や配合、温度の影響を変動項目として、超遅延コンクリートの基本物性試験を実施する予定である。本施工は、平成9年6月頃に開始される予定であり、それまでにアンダーピニング工に用いる超遅延コンクリートの性能を確認し、安全に工事を進めていきたいと考えている。

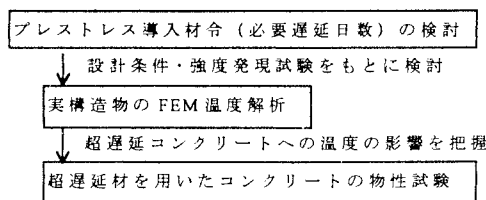


図3 超遅延コンクリート試験計画

表1 強度発現量(kgf/cm²) 気温20℃

	材令1日	3日	7日	28日
タイプ1	203	323	388	452
タイプ2	285	421	472	544

*網かけは定着部強度に達していることを意味する。

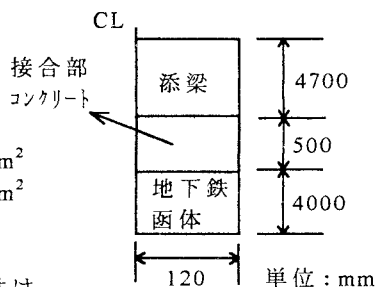


図4 FEM解析モデル

表2 温度解析結果

	添梁コンクリート		接合部コンクリート		
	最高温度	材令	最高温度	材令	影響量
ケース1	70.5℃	84時間	45.4℃	96時間	25.4℃
ケース2	83.9℃	72時間	52.2℃	72時間	32.2℃