

みなとみらい21線北仲駅（仮称）のドーム部の施工について

日本鉄道建設公団東京支社横浜鉄道建設所 正会員 岡田安弘

1 はじめに

みなとみらい21線は、新しい都市づくりを推進する横浜市の中心的プロジェクトが展開されている「みなとみらい21地区」を縦断し、横浜駅から元町に至る延長4.1kmの地下鉄路線であり、設置される駅は、横浜、高島、みなとみらい中央、北仲、県庁前、元町の6駅（横浜以外は仮称）である。

北仲駅は、関内地区の馬車道通りに近い駅で、北仲の再開発地域を中心に計画され、改札口直上の頂版は美観を考慮したドーム形状となっている。

2 工事概要

本駅の構造は、箱型3層3径間を基本とし、地下空間の閉鎖的イメージを緩和するため、図-1に示すように駅中央部に地下1層と2層を吹き抜けとしたドーム形状を採用した。

地盤は、基盤として上総層群の泥岩（土丹）が広く分布し、その上部に沖積層の礫層、砂層、粘土層が堆積している。沖積層の厚さは、この地下駅の位置では、横浜寄りの大部分が10～18m、元町寄りの端部で38mとなっている。

駅の構築は、すべて開削により行い、工事規模としては、柱列式地下連続壁（SMW）が約17,000m²、中間杭が286本、路面覆工が約6,200m²、掘削量が160,000m³、駅本体コンクリートが約44,000m³となっている。

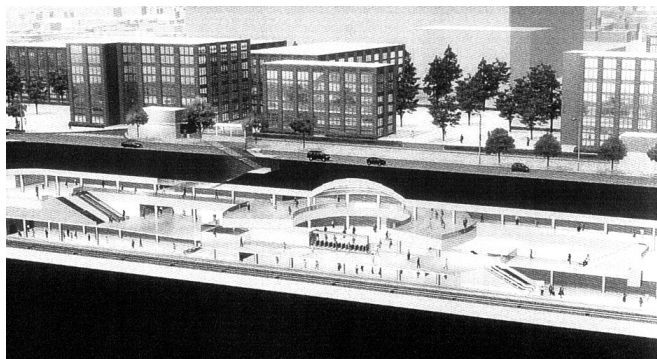


図-1 駅イメージ

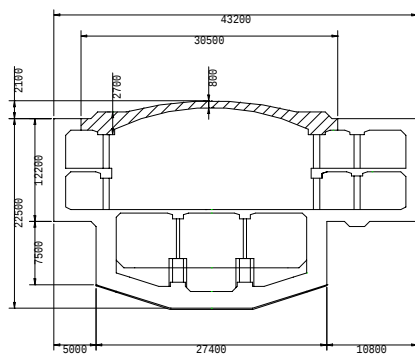


図-2 ドーム部断面

3 ドームコンクリートのひび割れ対策

開削トンネルのコンクリートは高強度でかなりの水密性を持っており、良好な施工を行うことで、ある程度の止水性を期待することができると考えられるが、施工目地や伸縮目地箇所の止水が十分であっても、マスコンクリートの温度上昇・降下に起因する側壁等のひび割れから漏水している現象が多く見られる。

開削駅におけるひび割れの発生の多くは、硬化時の水和熱で温度上昇したコンクリートが温度降下する際に、土留め壁や既設コンクリート等の外部拘束あるいは内部拘束により生じるものである。

このようなコンクリートのひび割れ対策としては、大きく分類すれば、コンクリートの収縮に対する拘束を緩和する方法と 水和熱による温度上昇とその後の急激な温度降下を低減する方法が考えられる。これらの方法は、発生する温度応力をコンクリートの引張強度より小さく抑えてひび割れの発生防止やひび割れ幅・本数を制限しようとするものであるが、一方では、配力鉄筋量を増加することでひび割れ幅を制御する考え方もある。

図-2に示すように、ドームのコンクリートは、付け根のリング状の梁の厚さが2.7m、ドーム頂部の厚さが0.8mのマッシュな構造で、周囲を既設コンクリートで拘束されることと（外部拘束力の発生）部材厚の変化する広がりのあるスラブ構造であること（内部拘束力の発生）から温度ひび割れの発生が懸念された。

この部分において、耐久性、止水性、美観の面からひび割れ制御は特に重要という観点から、三次元有限要素法による温度応力解析とひび割れ幅の推定を実施し、対策の検討を行うこととした。

解析の対象とする対策の種類としては、当初計画した無対策である「高炉セメントB種を使用したケース」に対して、「低発熱型セメントを使用したケース」と「低発熱型セメント+部材内温度差の緩和のための湿潤保温養生マットを使用したケース」とを比較検討することとした。

対策の評価をする際の指標としては、温度・温度応力解析から求められる温度ひび割れ指数と予測ひび割れ幅とした。温度ひび割れ指数の目標値としては、平成11年版土木学会コンクリート標準示方書施工編を参考とし、「ひび割れの発生を制限したい場合」の制御数値である1.45を基本とすることとした。また、ひび割れ幅の目標値としては、耐久性、防水性、美観を総合的に判断して、0.25mm程度とすることとした。

解析結果については、表-1に示すように、においては、外部拘束及び内部拘束の双方に対して、最小温度ひび割れ指数及び予測ひび割れ幅が共に目標値を満足できず、何らかの対策が必要という結果となった。また、では、外部拘束に対しては、最小温度ひび割れ指数及び予測ひび割れ幅は共に満足できる値であるが、内部拘束による下表面のひび割れに対しては、満足できていない。そして、では、内部拘束による下表面のひび割れに対して、最小温度ひび割れ指数が目標値まで達していないが、予測ひび割れ幅が0.23mmで目標値以内であること、温度ひび割れ指数がこれまで本体コンクリートの目標値としてきた1.2以上は確保されていることから、問題は少ないものと考えられた。

表 - 1 解析結果及び評価

		高炉B種セメント		低発熱セメント		低発熱セメント + 保温養生マット	
最 高 温 度 発 生 位 置 部材内温度差		61.3		45.0		45.1	
		リングビームの部材内部		同 左		同 左	
		17.1 (上表面と部材内部)		10.2 (同左)		6.0 (同左)	
最小温度 ひび割れ 指数	内部拘束下表面	0.8 (材令2.5日)	×	1.1 (材令3.5日)	×	1.2 (材令4.0日)	×
	内部拘束上表面	1.1 (材令4.0日)	×	1.3 (材令5.0日)	×	1.7 (材令4.0日)	○
	外部拘束部材内部	1.2 (材令122日)	×	2.4 (材令122日)	○	2.8 (材令122日)	○
推定ひび 割れ幅	内部拘束下表面	0.36mm	×	0.27mm	×	0.25mm	○
	外部拘束部材内部	0.32mm	×	0.23mm	○	0.23mm	○

これらの検討から、ドームコンクリートのひび割れ対策として、「低発熱型セメントの使用」、「湿潤保温養生マットによる養生」を行うこととした。

さらに、ドーム下側をカーテンシートで囲うことによって、保温効果を高めて、部材内部の温度差の緩和と急激な温度降下の防止を図ることとした。

4 ドームコンクリートの施工

ドームの支保工は、軌道階に補強支保工を設置した上で地下2階の床版から立ち上げた。型枠は、球面状に加工し平面的にテーパを付けた合板型枠を放射状に配置した。これらの型枠は加工場において仮組みを行って、精度を確認のうえ現場に搬入した。また、コンクリートの打ち込みは、平面形状が30.5m×34.2mと大きいことから4ブロックに分割し、それぞれのブロックにコンクリートポンプ車と作業班を配置して、周辺部から中央部に向かって行い、1730m³を1日の作業で終了した。養生については、ドーム上面の湿潤保温養生マットによるものが10日間、ドーム下面の型枠の存置を30日間とした。

施工後のひび割れ調査の結果、ドーム中心部から端部の方向に、0.05～0.15mm程度のひび割れが数本確認された。ひび割れの発生方向から判断すると、主要因は、円周方向端部に卓越する外部拘束応力によるものと考えられる。結果としては、若干のひび割れは発生したものの、ひび割れ幅が小さく収まり、ひび割れ対策の効果が発揮できたものと考えられる。

キーワード：みなとみらい21線、開削、ドーム、ひび割れ対策、低発熱型セメント

連絡先：〒221-0056 横浜市神奈川区金港町5-8 TEL 045-461-6662 FAX 045-461-6706