地下鉄道構造物におけるひび割れ防止対策施工に関する一考察

京阪電気鉄道㈱　　正会員　○定藤誠一郎
中之島高速鉄道㈱　　長瀧　元紀

１．はじめに

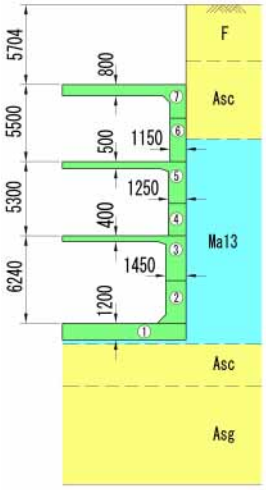
地下鉄道構造物においては，ひび割れに伴う漏水を原因とする補修，管理に多大な経費と労力を要していることが多く，ライフサイクルコストの観点からも，地下鉄道構造物がマスコンクリート構造の場合，温度応力および温度ひび割れに対する検討を行い，ひび割れ対策に配慮する必要がある．本報告で述べる中之島線の駅舎部は地下 15m～30mに設けられるため，躯体の壁厚が 1m以上となりマスコンクリートとしての対策が必要であった．

本報告では，地下鉄道構造物を施工するにあたって，マスコンクリートのひび割れ発生の評価を行い，ひび割れ制御対策として低熱ポルトランドセメントおよび誘発目地を設置した結果を報告する．

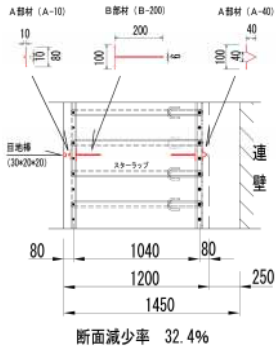
２．事前解析

躯体コンクリートの施工に先立ち，事前解析としてＣＰ法[1)]による温度応力解析を行った．各工区において，施工時期が異なることに加えて，土留支保工設置位置および土質条件が異なるため，それぞれの工区で解析を行い，ひび割れ防止対策工を決定した（図－１）．基本的には，ひび割れ指数を算出し，実験結果をもとにして作成された鉄筋比をコンターとする最大ひび割れ幅の関係より，ひび割れ幅を算出し照査した．

一例として，３層構造部における解析結果を表－１に示す．セメントの種類，施工ブロック（1 施工ブロック約 25m，誘発目地間隔 5m）をパラメータとして解析した．その結果，低熱ポルトランドセメントに誘発目地を併用して施工することで，ひび割れ指数が 0.84～3.0 以上となり，ひび割れ幅はコンクリートの耐久性から求まられるひび割れ幅（0.4mm）以下[2)]に収まることが判明した．



図－１　解析断面図



図－２　誘発目地詳細図

３．実施工

コンクリート配合は，30-12-20L に高性能 AE 減衰剤を用いた仕様とし，その設計基準強度は，8 週強度（σ56）とした．低熱ポルトランドセメントを使用することで，型枠脱枠までに必要な強度を得るまで通常よりも養生期間を取る必要があった．しかし，駅部の延長が長いため，その中で支保工組立，型枠工，鉄筋工，コンクリート打設・養生工など，並行作業が行うことが可能であり，特に顕著な工程遅延をすることなく，無事施工を完了した．また，解析時の施工時期（気温）と実施工時期とに差異が生じない工程計画を行った．

誘発目地の仕様は，その断面欠損率を 30%以上とした．ただし，本工事は土留壁に先やり防水を施工する構築方法を採用している．そのため，土留壁と側壁間が土留造成精度分（200～250mm），コンクリートが増し打ちされることになるが，その部分も考慮して断面欠損率を

表－１　解析結果一覧表

ひび割れ指数	～1.0	1.0～1.45	1.45～1.75	1.75～
最大ひび割れ幅(mm)	～0.20	0.20～0.4	0.4～	～

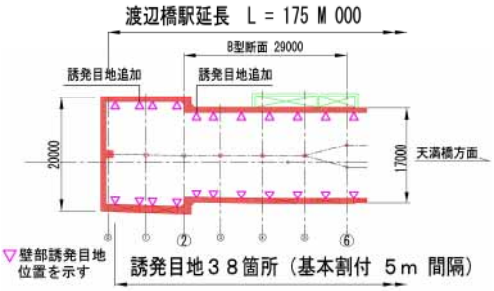
		ひび割れ指数				最大ひび割れ幅(mm)			
		N		低熱		N		低熱	
		5m	施工ﾌﾞﾛｯｸ	5m	施工ﾌﾞﾛｯｸ	5m	施工ﾌﾞﾛｯｸ	5m	施工ﾌﾞﾛｯｸ
B1F	床版	1.16	1.11	1.64	1.58	0.24	0.25	0.17	0.17
	側壁	0.52	0.52	0.84	0.81	0.50	0.50	0.36	0.37
B2F	中床版	2.23	2.07	3.00以上	2.92	0.15以下	0.15以下	0.15以下	0.15以下
	側壁	0.59	0.58	1.14	1.10	0.50	0.50	0.27	0.28
B3F	中床版	1.78	1.58	2.65	2.24	0.15	0.16	0.15以下	0.15以下
	側壁	0.53	0.42	0.87	0.69	0.48	0.53	0.34	0.41
軌道階	底盤	0.79	0.84	1.28	1.37	0.38	0.36	0.22	0.20

キーワード：マスコンクリート，低熱ポルトランドセメント，誘発目地，補強鉄筋
連　絡　先：〒540-0008　大阪市中央区大手前１－７－24　京阪天満橋ビル　京阪電気鉄道株式会社　ＴＥＬ06-6944-2682

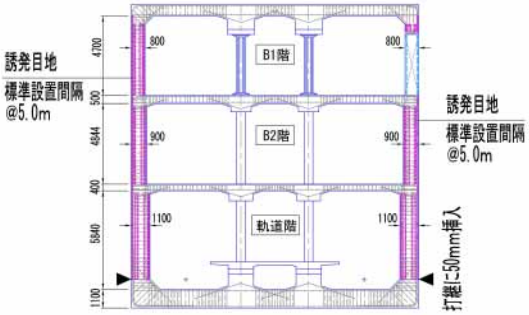
決定した（図－２）.

図－３，４に誘発目地施工位置を躯体平面図に示す．基本的な誘発目地の割付は，コンクリート打設高さの 1.5 倍程度とし 5.0m を採用したが，立坑部に見られるように構造変化点および柱部と干渉する箇所においては，１断面追加して設置した.

また，図－４の断面図に示すとおり， ハンチ端部から設置する計画としたが，打ち継ぎ部となる箇所においては，地下水の回り込み現象を防ぐため，土留側最外部の誘発目地は，50mm 既設のコンクリートに埋め込む施工を行った．側壁部に設けた誘発目地のひび割れが，スラブへ伝達することを防ぐため，ひび割れ直角方向に補強鉄筋を施工した（図－５）．補強鉄筋の長さは 2.0m とし，ひび割れを中心としてそれぞれ 1.0m の定着長さを確保した．これにより斜めにひび割れが発生しても，補強鉄筋の効果を保持することを期待した.



図－３ 誘発目地施工位置



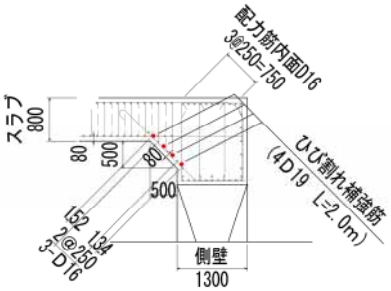
図－４ 誘発目地施工位置断面

４．施工結果および考察

写真－１ａに誘発目地の施工状況を，写真－１ｂにコンクリート打設後のひび割れ状況を示す．誘発されたひび割れは，概ね 1.0mm 以下であった．誘発されたひび割れからの漏水が発生することなく，その機能が充分発揮された.

表－２にひび割れ調査結果を示す（B3F 軌道階部分）．誘発目地間の側壁部にはひび割れの発生がほとんど無く，低熱ポルトランドセメントを採用したことによる効果も確認できた．ただし，中床版下面部には，側部誘発目地からのひび割れの影響と，誘発目地を設置していないことにより，ある程度のひび割れの発生が生じた.

誘発目地の施工に関しては，せん断補強鉄筋と干渉する，鉄筋間における施工が困難であるなどの問題はあるが，その機能の低下は無かった．（写真－１ａ）



図－５ ハンチ部補強筋詳細

写真－１ａ 写真－１ｂ

表－２ ひび割れ調査結果一覧

上段：ひび割れ箇所数
下段：ひび割れ平均長

B型断面（②通り～⑥通り） L=29.00m 1施工ブロック

			～0.1mm	0.1mm～0.2mm	0.2mm～0.3mm	0.3mm～0.4mm	0.4mm～
B３F 軌道階	発生場所＼ひび割れ幅						
	中床版下面		4 0.86 m	2 0.67 m		2 0.46 m	
	側壁	一般部			2 1.01 m		
		誘発目地部	1 1.60 m	3 3.09 m	4 1.94 m	1 2.60 m	1 5.04 m

５．おわりに

低熱ポルトランドセメントおよび誘発目地を採用して，ひび割れを制御する工法を選択し，有害なひび割れ及び漏水量を低減することが出来た．今後，埋め戻し荷重の増加，地下水位の復水，経年変化などの影響があり，ひび割れの増加，漏水量の変化に着目して経過観測をする必要がある．また，制御対策費用やひび割れ補修費用も含めたランニングコストの観点からの評価も必要であると考えられる.

最後に，本論文の作成にあたり技術的な支援を頂いた中之島新線技術委員会の方々を始めとする関係者の皆様に深く感謝の意を表します.

参考文献

１）土木学会：コンクリート標準示方書［施工編］，2002
２）日本コンクリート工学協会：コンクリートのひび割れ調査，補修・補強指針，2003