

V-316 凍結工法を用いて施工する立坑マスコンクリートの 温度ひび割れ制御対策について（その2）

東京電力㈱ 正会員 伊藤浩史 綿貫元恵 小林一成
清水建設㈱ 正会員 太田明彦
エム&シーコンサルタント 正会員 島津 寛

1. はじめに

凍結工法を補助工法として立坑マスコンクリートを施工する場合の問題点としては、躯体周辺の凍土の影響による初期凍害の防止と温度ひび割れの制御が挙げられる。

本報告は、立坑マスコンクリートの初期凍害防止対策ならびに温度ひび割れ制御対策の実施結果について考察したものである。

2. 調査検討対象部位

調査対象とした側壁の断面を図-1に示す。壁厚1.3m、壁高3.0m、長さ14.6mの壁である。施工は逆巻き工法により行っている。同図には計測器の埋設位置を示してある。●が熱電対、エが継目計、×が有効応力計である。なお、断熱材にはポリスチレンフォームを使用している。

3. 躯体の圧縮強度について

躯体コンクリートの初期凍害防止は、躯体コンクリート温度により管理した。温度測定結果の一例を図-2に示す。同図には比較のために計算値が示してある。側壁の隅角部は、打設後21日程度でコンクリート温度が0℃程度まで低下している。これらの結果を基に積算温度により、設計基準強度に達する材齢を推定した。その結果は表-1に示すとおりである。

表-1 設計基準強度達成材齢

項 目	位 置				
	①	②	③	④	⑤
打込み (℃)	21.2	21.0	22.0	21.0	20.1
積算温度(D°D)	220	242	241	226	237
圧縮強度(kgf/cm ²)	294	303	303	297	301
相当材齢(日)	5.0	3.5	3.5	4.5	4.0

表-1で推定された設計基準強度に達する材齢までに躯体内部のコンクリート温度はプラスの状態であること、また、20℃の温度で標準養生されたテストピースの材齢7日の圧縮強度が平均で290 kgf/cm²程度発現していることから、初期凍害を完全に防止することができたと判断される。

4. 温度ひび割れ制御について

機能性の面から漏水につながる温度ひび割れを制御することを目的にして、温度ひび割れ制御対策を検討・計画した。対策としては、ひび割れ誘発目地を2.0～5.3mの間隔で設置した。

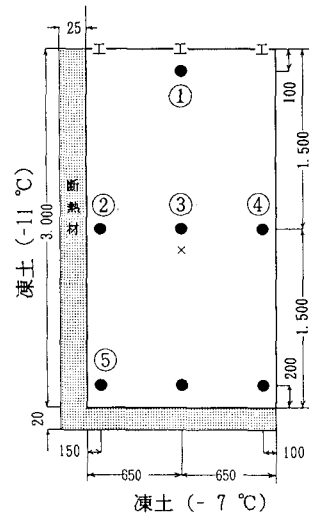


図-1 調査対象側壁断面

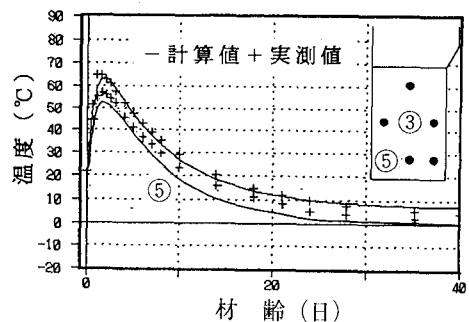


図-2 コンクリート温度の実測値

(1) 温度ひび割れ発生確率

側壁中心部における温度応力の実測値とCP法による計算値との比較を図-3に示す。初期材齢ではCP法による計算値が圧縮応力を安全側に評価することから、引張応力が幾分大きめになっているが材齢後半では実測値と比較的良好な対応がみられる。

これらの結果から算定した温度ひび割れ指数の経時変化を図-4に示す。両者は材齢30日以降では良好な対応がみられる。

(2) ひび割れ幅について

材齢10前後において温度ひび割れの発生が認められた。ひび割れ発生後に、ひび割れ発生箇所を設置した亀裂変位計によるひび割れ幅の測定結果を図-5に示す。ひび割れ幅は最大で0.15mm程度に収束しており、躯体コンクリートの温度変化が収斂した材齢にはほぼ一致している。ひび割れ発生の主原因は、温度応力の解析結果から、内部拘束による温度応力と推察される。

小野が提案している統計的方法により計算した温度ひび割れ幅の計算値を表-2に、また、実測値を図-5に示す。

表-2 温度ひび割れ幅

ひび割れ誘発目地の有無	L (m)	H (m)	鉄筋比 (%)	ひび割れ幅 (mm)	
				平均	最大
無	8.7	8.7	0.45	0.15	0.23
有	5.3	5.3	0.45	0.06	0.10

計算値が幾分小さい傾向がみられるが、両者は比較的良好な対応がみられる。

(3) 継目の開き幅

継目の開き幅の経時変化を図-6に示す。ブリージング、温度収縮などにより最大で3mm程度の開きが認められる。

以上の結果から、凍結工法を使用して立坑コンクリートを施工する場合の初期凍害防止ならびに温度ひび割れ制御は、ほぼ計画どおりに実施できたと考えられる。

5. まとめ

凍土に接して施工する立坑マスコンクリートの初期凍害防止ならびに温度ひび割れ制御対策の実施結果を基に、それらの対策について検討した。測定結果から、断熱材ならびに誘発目地の設置が効果的であったことが認められた。

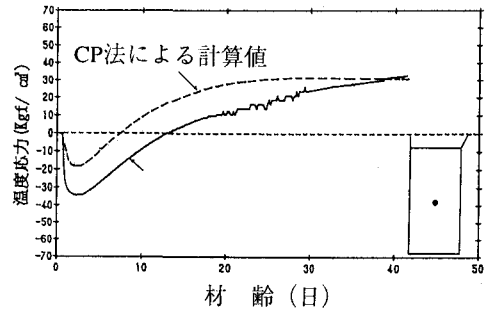


図-3 温度応力の実測値と計算値との比較

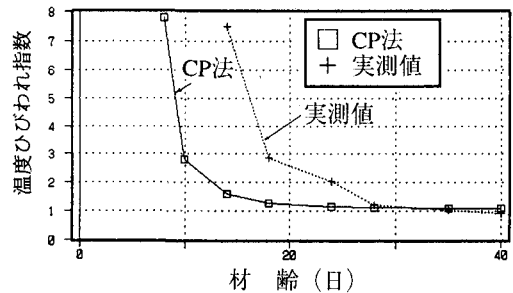


図-4 温度ひび割れ指数の経時変化

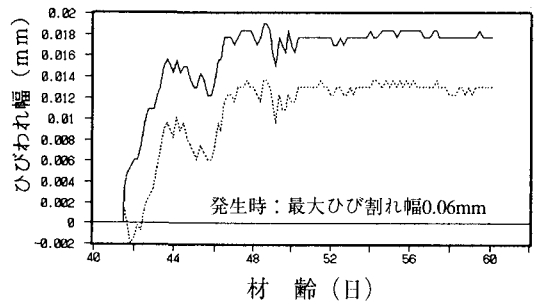


図-5 ひび割れ幅の経時変化

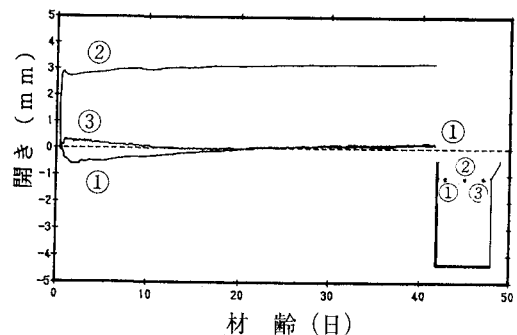


図-6 継目の開き幅の経時変化