

V-315 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1）

東京電力(株) 正会員 小貫勝彦 岡田 仁 山田勇二
 清水建設(株) 正会員 西井成実 小野 定

1. はじめに

補助工法として凍結工法を用いて立坑コンクリートを施工する場合、凍結に伴って生ずる氷点下の凍土が躯体コンクリートに及ぼす影響を考慮した計画が必要になる。特に、躯体コンクリートがマスコンクリートの場合には凍土の影響で、施工段階における躯体コンクリートの温度変化量が比較的大きくなる。このために、凍結工法を用いたマスコンクリート構造物を施工する場合には、躯体コンクリートの品質を確保する上で、コンクリートの初期凍害防止に加えて温度ひび割れに対する検討が重要になると考えられる。

本報告は、凍土に接してマスコンクリートを施工する場合の、躯体コンクリートの初期凍害防止および温度ひび割れ制御対策について検討したものである。

2. 立坑コンクリートの要求品質の設定

検討対象構造物の概要を図-1に示す。本構造物は地中送電線路のマンホールとして供用するものである。このために、躯体からの漏水を機能性の面から制御する必要がある。これらのことを考慮して、躯体コンクリートの要求品質を設定した。

- ①設計基準強度： $f_{ck} = 240 \text{ kgf/cm}^2$
- ②初期凍害を起こさないこと：圧縮強度が 50 kgf/cm^2 に達する前に、コンクリート温度が零下にならないこと。
- ③ひび割れからの漏水を抑える：温度ひび割れ幅を平均で 0.2 mm 以下に制御する。

3. 初期凍害防止対策の検討

初期凍害の防止対策としては、初期強度の大きい配合使用、凍土と躯体との境界に断熱材を配して凍土の影響を低減すること等が考えられる。ここでは、両者の対策を併用することで初期凍害の防止対策を検討した。

表-1にコンクリートの配合案を示す。使用セメントは、材齢28日までに断面内の全ての箇所設計基準強度に達することを条件にして選定した結果、早強ポルトランドセメントを使用することにした。

4. 断熱材の種類および厚さ

断熱材の種類および厚さは、表-1の配合で施工した場合、初期凍害防止に加えて、躯体の凍土側の内部拘束による温度ひ

び割れ指数が1.5以上になることを条件にして、FEMによる温度応力解析により検討した。断熱材としてポ

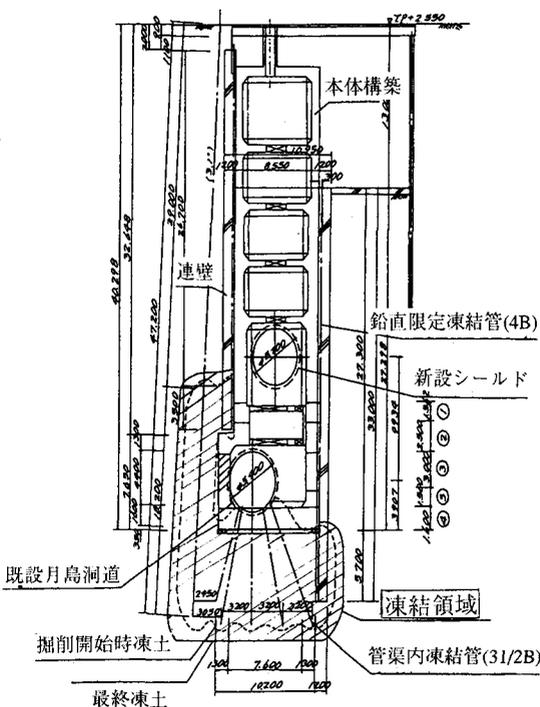


図-1 立坑断面図

表-1 コンクリート配合

スラップ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/ m³)			
				C	W	S	G
18cm	4.0	59.5	43.3	315	178	178	178

リスチレンフォームを使用した場合の、断熱材の厚さと温度ひび割れ指数との関係を図-2に示す。この結果から、断熱材の種類はポリスチレンフォームならびに厚さは25mmとした。

5. 躯体コンクリートの初期凍害防止の確認

前述の条件で施工した場合のFEMによる温度解析解析結果から積算温度を算出し、躯体内部の圧縮強度を予測した。積算温度による圧縮強度の回帰式は、 $f_c \cdot (M) = -214.9 + 217.4 \log M$ である。なお、圧縮強度50kgf/cm²に相当する積算温度は17° D D である。図-3に底板隅角部における、圧縮強度240 kgf/cm²に達する材齢の分布を示す。最も厳しい箇所においても材齢14日で所要強度に達することが認められる。

6. 温度ひび割れ制御対策の検討

躯体の側壁コンクリートは逆巻きで施工することから、側壁は先に打設されたコンクリートにより拘束される。また、背面側が凍土に接することから温度的には、施工段階で躯体コンクリートの温度は0℃近くまで降下するために、温度ひび割れの発生が予測された。表-1に解析条件を示す。温度応力の解析は、Compensation-Plane法を用いた。側壁コンクリートでは、特別な対策を講じない場合には、27%程度（温度ひび割れ指数1.1）の温度ひび割れ発生の確率が認められた。また、0.1mm以上の平均ひび割れ幅をもつひび割れの発生が予測された。この結果から、温度ひび割れ幅を0.2mm以下にする対策について検討した。対策としては、ひび割れ誘発目地の設置、温度ひび割れ制御鉄筋の配置などを検討した結果として、ひび割れ誘発目地が効果的であることが認められた。

7. まとめ

凍結工法を補助工法として使用する立坑コンクリートの施工上の問題点について検討した。本検討により得られた主な結果は次のとおりである。

- (1)初期凍害は、早強ポルトランドセメントを使用した配合と断熱材の使用により防止できる。
- (2)側壁コンクリートの温度ひび割れ対策としては、誘発目地の使用によりひび割れ幅を0.1mm以下に制御できることが予測された。

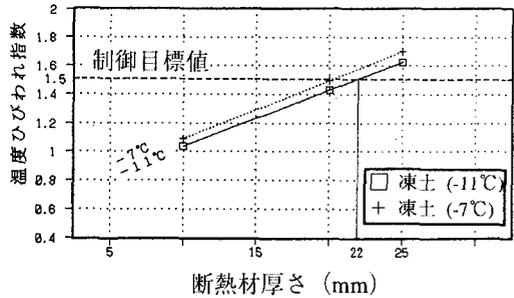


図-2 断熱材の厚さと温度ひび割れ指数との関係

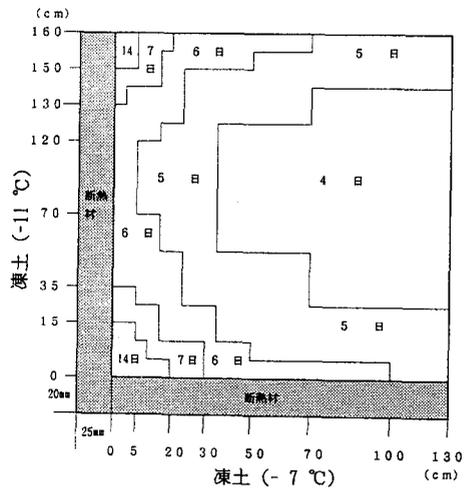


図-3 設計基準強度達成材齢の分布図

表-2 解析条件

<p>*モデル 側壁断面</p> <p>H=3.0m B=1.3m L=14.2m (跨行き)</p> <p>*打込温度(°C) 20 *坑内温度(°C) 10 *熱伝導率 (kcal/m²h°C) コンクリート 2.0 断熱材 0.03 *比熱 (kcal/kg°C) コンクリート 0.30 断熱材 0.27 *単位体積重量 (kg/m³) コンクリート 2400 断熱材 20</p>	<p>*比熱 (kcal/kg°C) コンクリート 0.30 断熱材 0.27 *単位体積重量 (kg/m³) コンクリート 2400 断熱材 20 *断熱温度上昇特性 $Q(t) = Q_{\infty}(1 - e^{-rt})$において $Q_{\infty} = 50.04$ $r = 1.467$ *圧縮強度特性 $f_c(M) = -214.9 + 217.4 \log M$ M: 積算温度 D D *引張強度特性 $f_t(t) = 1.4 \sqrt{f_c(t)}$ *有効ヤング係数 $E_s(t) = \phi \cdot 15000 \sqrt{f_c(t)}$ *線膨張係数(1/°C) 0.0001 *外部拘束係数(修正法) *1=7.3m ひびわれ誘発目地無し $L/H = 2.43 : R_w = 0.048 \quad R_{w1} = 0.52$ $R_{w2} = 0.84$ *1=3.65m ひびわれ誘発目地1箇所 $L/H = 3.65 : R_w = 0.024 \quad R_{w1} = 0.48$ $R_{w2} = 0.78$</p>
---	---