

VI-21

コントロールジョイントによるひびわれ制御対策について

清水建設(株) 正会員 名倉 健二
 清水建設(株) 山路 俊文
 清水建設(株) 柳沢 新市

1. はじめに

(株)吾孺製鋼所が仙台製造所に新設した棒鋼工場の圧延冷却用水用循環設備である冷却塔およびクラリファイヤーは、平面寸法30m×38m、壁高3.5m、壁厚0.35mの壁状コンクリート構造物であった。所内には既設の同種構造物があるが、側壁にはセメントの水和熱による温度収縮および乾燥収縮が主原因と考えられるひびわれの発生が認められており、本構造物についても同様のひびわれの発生が事前解析で予測された。本構造物は機能性の面から水密性が要求されており、また、ひびわれが発生した場合には、鉄筋の腐食等の耐久性、美観性などに有害な影響を及ぼすと判断された。このようなことから、吾孺製鋼所建設部と協議し、ひびわれ制御対策を検討・実施した。

本報告は、冷却塔およびクラリファイヤーについて実施したひびわれ制御対策の概要と結果について述べたものである。

2. ひびわれ制御対策の概要

ひびわれ制御対策の立案基準は漏水防止を考慮して、発生する最大ひびわれ幅を0.1mm以下とした。また、ひびわれ幅の予測は小野らが提案している方法により行った。¹⁾ 本方法は、ひびわれを数量化するために単位拘束・単位長さ当りの最大平均ひびわれ幅MACを定義し、数量化理論I類により求めた、式(1)に示すMACの回帰モデルと式(2)に示す最大ひびわれ幅 W_{max} とMACとの関係式から最大ひびわれ幅を推定する方法であり、実測値で適用性が確認されている。²⁾

最適な制御対策の選定はこの式(1)および式(2)の各変数をパラメータにして求めた最大ひびわれ幅が立案基準を満たすような対策のうち、施工性、経済性等を考慮して行う。

本構造物のひびわれ制御対策は、壁状コンクリート構造物で多くの施工実績を有し、また、その有効性が確認されているコントロールジョイント(ひびわれ制御目地)を設置するとして、その間隔を予測モデルにより求めることとした。

図-1にコントロールジョイントの詳細図を示す。

$$\begin{aligned} MAC = & -5.62 \times 10^{-4} - 2.19 \times 10^{-5} X_1 - 5.48 \times 10^{-4} X_2 \\ & - 1.77 \times 10^{-2} X_3 - 2.44 \times 10^{-2} X_4 + 1.54 \times 10^{-3} X_5 \\ & + 7.00 \times 10^{-5} X_6 + 8.13 \times 10^{-3} X_7 + 3.71 \times 10^{-3} X_8 \\ & - 6.21 \times 10^{-3} X_9 + 3.31 \times 10^{-4} X_{10} - 3.18 \times 10^{-3} X_{11} \end{aligned} \quad (1)$$

ここに、 X_1 : 長辺長 L(m) X_7 : 打設時期 1: 夏, 0: 夏以外
 X_2 : 短辺長 H(m) X_8 : " 1: 秋, 0: 秋以外
 X_3 : 外部拘束度 R X_9 : " 1: 冬, 0: 冬以外
 X_4 : 鉄筋比 p(%) X_{10} : 温度降下量 ΔT_m (°C)
 X_5 : スランプ (cm) X_{11} : 壁厚 (m)
 X_6 : 単位セメント量 C(kg/m³)

$$W_{max} = K \times L' \times R \times MAC \quad (2)$$

ここに、K: 定数 (K=1.59)

L' : ブロック長 (m)

ただし、コントロールジョイントがある時は、コントロールジョイント間隔とする。

R: 外部拘束度

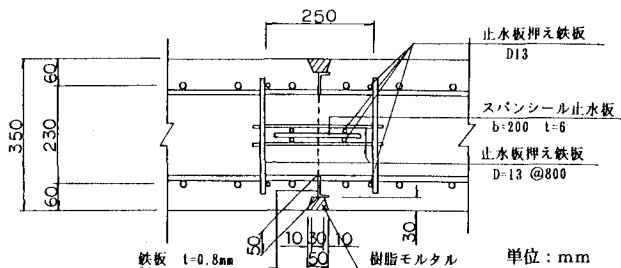


図-1 コントロールジョイントの詳細図

コントロールジョイントの設置間隔をパラメータにした最大ひびわれ幅の予測結果を表-1に示す。各変数のうち外部拘束度と温度低下量は小野が提案している推定方法から求めた。^{3) 4)}

この結果から、コントロールジョイントの設置間隔が小さくなるほど最大ひびわれ幅

は小さくなり、ケース3の設置間隔を7mとした時に最大ひびわれ幅が0.1mmとなることが認められた。このような結果に基づいて、コントロールジョイントの設置間隔は7mとし、壁延長13.6mに対してコントロールジョイントを20箇所設置することとした。

表-1 コントロールジョイント間隔をパラメータにした最大ひびわれ幅の予測結果

要因 ケース	長辺長 L (m) X ₁	短辺長 H (m) X ₂	外部拘束度 R X ₃	鉄筋比 p (%) X ₄	Slump (cm) X ₅	単位セメント量 C (kg/m ³) X ₆	打設時期			温度低下量 ΔT _m (℃) X ₁₀	壁厚 W (m) X ₁₁	C.J.間隔		
							夏 X ₇	秋 X ₈	冬 X ₉			MA C (mm/m) X ₁₂	L (m) X ₁₃	W _{max} (mm) X ₁₄
1			0.57									0.026	20.0	0.47
2	38.0	3.5	0.45	0.217	12	296	0	0	0	20.6	0.35	0.028	10.0	0.20
3			0.34									0.028	7.0	0.10

注) コンクリートの打込みは3月。

3. 制御対策の実施結果および考察

側壁コンクリート打込み1か月後、目視観察により壁面のひびわれ調査を行った。その結果、コントロールジョイント部以外に3箇所のひびわれが確認された。ひびわれは底版との打継目から鉛直方向に発生し、部材を貫通していた。クラックスケールによりひびわれ幅を測定したところ、最大ひびわれ幅は0.08mmであった。なお、これらのひびわれは弾性エポキシ樹脂をひびわれに沿って塗布し補修した。

制御対策は最大ひびわれ幅が0.1mmになるように立案したのに対して実測の最大ひびわれ幅は0.08mmであり、ひびわれの測定精度(クラックスケールによる目視観察)を考慮すると、実測値と施工前の計算値はよく一致している。このように、コントロールジョイントにより有害なひびわれの発生を制御することができた。本構造物は現在供用中であるが、漏水等特に目立った不具合も発生せず本来の機能を十分に発揮している。

以上のことから、本工事でひびわれ制御対策として採用したコントロールジョイントとその設置間隔は妥当な対策であったことが確認された。また、小野らが提案しているひびわれ幅の予測モデルを用いた制御対策の立案手法は実用的な手法であると考えられる。

4. おわりに

水密性を要求された壁状コンクリート構造物のひびわれ制御対策を小野らが提案しているひびわれ幅の予測モデルを用いて検討・実施した。その結果、ひびわれの発生は要求品質を満足する範囲に制御することができた。また、制御対策の立案手法は実用的であることが確認された。本報告が同種構造物のひびわれ制御対策の参考になれば幸いである。

(参考文献)

- 1) 小野, 名倉, 金森: マスコンクリートの温度ひびわれの数量化に関する一研究, 土木学会第38回年次学術講演会, 1983年9月
- 2) 小野, 名倉, 田中: マスコンクリートの温度ひびわれ特性に関する研究, セメント技術年報39, 昭和60年
- 3) 小野, 樺田: マスコンクリートの外部拘束度に関する一考察, 土木学会第36回年次学術講演会, 1981年10月
- 4) 小野: マスコンクリートの温度上昇に及ぼす各種要因の影響およびコンクリート温度上昇計算法の提案, 土木学会論文集, 第348号/V-1, 1984年8月