

V-192

スリットケーソンのスリット部温度解析について

運輸省 第二港湾建設局 千葉 孜
 運輸省 第二港湾建設局 畠山 和之
 東亜建設工業株式会社 守分 敦郎
 東亜建設工業株式会社 ○ 辻 清

1. はじめに

近年、大規模な港湾構造物の建設が多くなってきており、施工に当ってはコンクリートの温度応力の検討が必要不可欠となって来ている。しかし、このような構造物は、拘束条件やセメント量・鉄筋量等が従来のマスコンクリートと大きく異なっており、従来の温度応力解析の方法だけでは十分でないのが現状である。大規模な港湾構造物の一例として、釜石港で製作されている「二重スリット台形ケーソン」が挙げられる。本構造物の場合、部材の断面寸法が通常のケーソンに比較して大きく、しかもスリット部に位置するスリット部は耐久性を考慮して水セメント比を45%以下に制限してある。従って温度ひびわれの発生確率が高くなるため、スリット部の梁部材にはパイプクーリングが施工されている。これらの施工方法および管理の方法については既に報告してある[1]。

本報告においては、この「二重スリット台形ケーソン」の温度・ひずみ計測結果を基に、スリット部の温度ひびわれ解析方法について検討した結果を報告するものである。

2. 計測方法

図-1に構造物の概要を示す。今回計測した位置は図中に示すスリット部の最下段の法線平行および直角の梁部材である。梁断面内のコンクリート温度およびひずみの計測位置を図-2に示す。同図に示す様に、梁部材には35cmの間隔でクーリングパイプが設置されており、コンクリート打設後24時間は水道水によるパイプクーリングを行なっている。

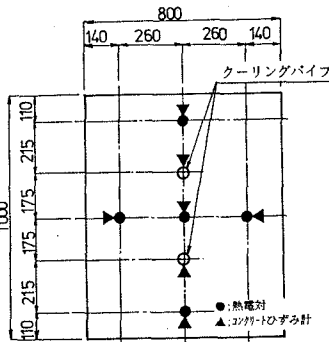


図-2 梁断面の計測位置

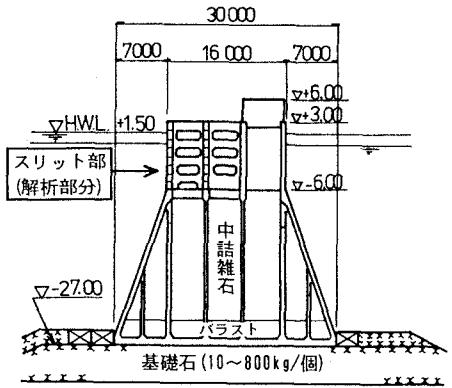


図-1 スリットケーソンの概要

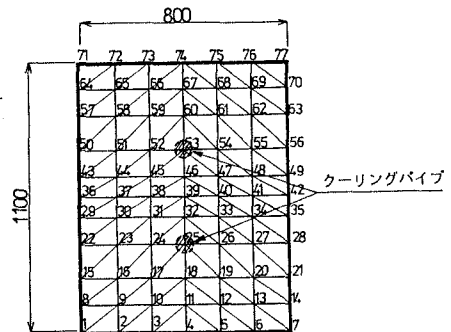


図-3 FEM温度解析モデル

3. 解析モデル

スリット部に発生する温度ひびわれは、梁部材の温度変化が主な原因となる。従って、梁断面の平均温度

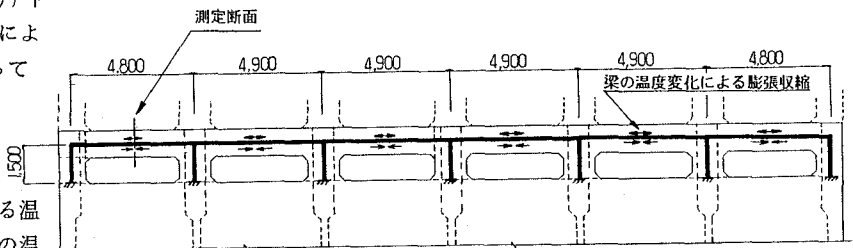


図-4 温度応力解析モデル(平面ラメン)

をJCIの方法[2]に従って図-3に示す2次元FEM解析により求めた。このとき、クーリング・パイプ表面の熱伝達率(h)は実験および解析の結果

$$h=7.8 \cdot u \text{ (Kcal/m}^2 \cdot \text{H} \cdot ^\circ\text{C)} \quad \text{ここに } u=\text{流速(cm/sec)}$$

を用い、水温は配管延長の平均値20°Cを用いた。ひずみ解析においては3次元的に拘束されたスリット部を図-4に示す「2次元平面ラーメン」にモデル化し、梁部材に図-3で求めた部材の平均温度を入力することにより、外部拘束による断面力を算定した。ひずみの算定は、各材令におけるコンクリートの物性値を用い、全断面有効とし計算した。

4. 解析結果と実測値の比較

4.1 温度解析と実測値の比較

コンクリートの材料試験等より得られた温度解析条件を表-1に示す。この条件に従って解析した梁部材中央の温度と実測値を比較したものを図-5に示す。同図において、解析値と実測値は良く一致しており、温度解析の方法としては十分な精度があることが確認された。なお、図中において温度ピークが2回見られるのは、1回目の温度ピークが出現した後にパイプクーリングを停止し、その後にコンクリート温度が若干上昇したことによるものである。

4.2 ひずみ解析

材料試験より得られた物性値(表-2)を用いて先に示した解析モデルによりひずみ解析を行い、実測値と比較した結果の一例を図-6に示す。同図に示す実測値は、実構造物の測定結果から、別途行った「外部拘束のない同様な大きさの梁模型(80cm³×110cm³×580cm¹)」[1]のひずみを差引くことにより、外部拘束のみによるひずみに換算した値である。この図からも理解される様に、実測値と解析値は比較的良く一致しており、3次元的に拘束されているスリット部も、それぞれの方向の2次元平面ラーメンモデルを用いれば十分な精度で温度応力解析が行えることが理解される。

5. おわりに

検討の結果、実測値と良く一致するスリット部の温度応力解析手法を得ることが出来た。この手法においてもまだ改良の余地が多いが、同様な方法により形状の複雑な構造物においても温度応力解析が行えるものと思われる。

【参考文献】

- [1] 寺内・千葉・守分;大水深用大型ケーソンの施工法とその管理、土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集、1990年3月
- [2] (社)日本コンクリート工学協会;マスコニート温度応力の計算方法とそのパイプクーリング法、1985年11月

表-1 温度解析の条件

条件	セメント量	330	Kg/m ³
	打設温度	27	°C
断熱温度上昇式	$T=49.34 \cdot (1-e^{-2.0 \cdot (t-0.36)})$		
コンクリートの比熱	0.183		
コンクリートの熱伝導率	1.3733 Kcal/m·h·°C		
コンクリートの熱拡散率	0.00316 m ² /h		
コンクリートの密度	2375 Kg/m ³		
コンクリートの熱伝達率	0.001 Kcal/cm ² ·h·°C		

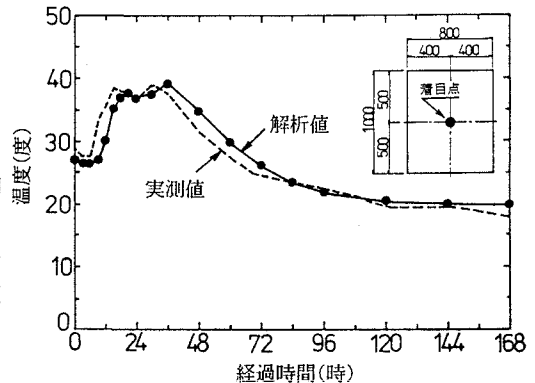


図-5 温度解析結果と実測値の比較

表-2 ひずみ解析の条件

線膨張係数	$1.05 \times 10^{-5} \text{ (1/}^\circ\text{C)}$
圧縮強度	$\sigma_c = \frac{t'}{2.87+0.968 \cdot t'} \cdot 495 \text{ (Kgf/cm}^2\text{)}$ 但し $t' = \frac{(T_m + 10)}{30} \text{ (day)}$ T_m : 部材平均温度 (°C)
引張強度	$\sigma_t = 1.66 \times \sigma_c \text{ (Kgf/cm}^2\text{)}$
静弾性係数	$E_c = 14707 \times \sqrt{\sigma_c} \text{ (Kgf/cm}^2\text{)}$
クーブ係数	0.5

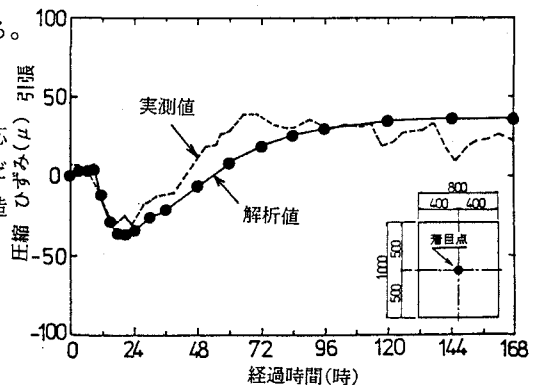


図-6 ひずみ解析結果と実測値の比較