

橋橋上部コンクリートの温度応力に対する CP法での外部拘束係数の設定

東洋建設

正會員

真鍋 智康

運輸省第二港灣建設局

高木 幸夫

運輸省港灣技術研究所

正會員

清宮 理

東洋建設

正會員

安井 祐輝

1. はじめに

本報告は、鋼管矢板と鋼管杭に支持された栈橋上部コンクリートの温度応力に関する計測と解析について述べる。平成7年度に建設された川崎港東扇島地区岸壁(-14m)は前方斜め支えくい矢板壁を有する栈橋であり(図-1)、その上部工は、鋼管矢板で支持された幅3.9m高さ2.6mの梁を有する。この大断面梁に計測機器を設置し、コンクリート温度と応力を、コンクリート打設直後の7月中旬から翌年2月末までの7ヶ月半にわたり計測し、発生応力を調査した。さらに、計測された応力とC-P法による計算値との比較を行い、C-P法の栈橋構造物への係数の設定について考察を行った。

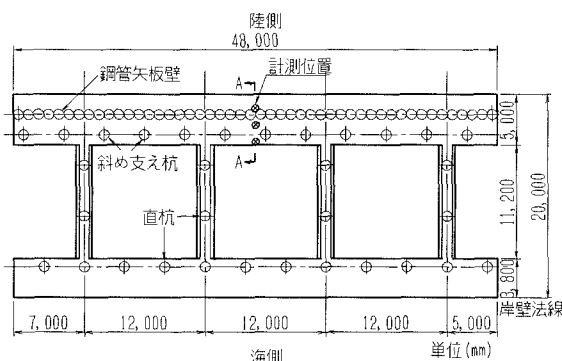


图-1 栈桥梁配置平面图

2. 施工

この大断面梁を水平に3分割してコンクリートを打設した。(図-2)第1リフト打設の7日後に第2リフト、その38日後に第3リフトを打設した。施工は夏期に行い、温度ひびわれ対策として低発熱型セメントを使用し、打込温度を下げるため早朝から打設を行った。

3. 計測

図-2、表-1に使用計測器とその配置を示す。図-3に各リフト中央でのコンクリート温度、応力の計測結果を示す。外気温は日数の経過とともに低下しているにも関わらず、最終リフト（第3リフト）打設後1ヶ月程度（70日目）経過すると、各リフトの発生応力の大きな変化はなくなった。また、断面下部の第1、2リフトでは材令初期に引張応力が発生するが、第3リフト打設後圧縮応力となった。それに対し、断面上部の第3リフトでは材令初期から引張応力が卓越した。第3リフトに大きな引張応力が発生しているのは、硬化の進んだ第1、2リフトから拘束をうけた結果と思われる、その引張応力による反力として下層リフトでは圧縮応力が発生したと考えられる。

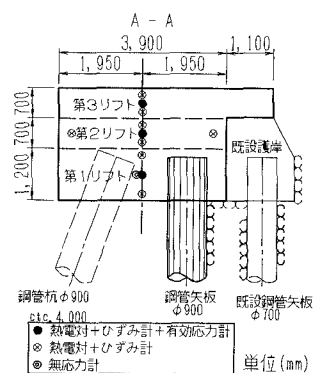


図-2 梁断面と計測器設置位置

表-1 計測項目と計測

計測項目	計測器	個数
コンクリート温度	熱電対	11
外気温	熱電対	1
実ひずみ	ひずみ計	11
有効ひずみ	有効応力計	3
温度ひずみ	無応力計	1

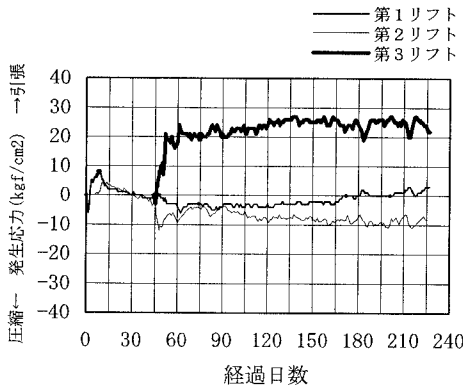


図-3 各リフト中央での応力計測結果

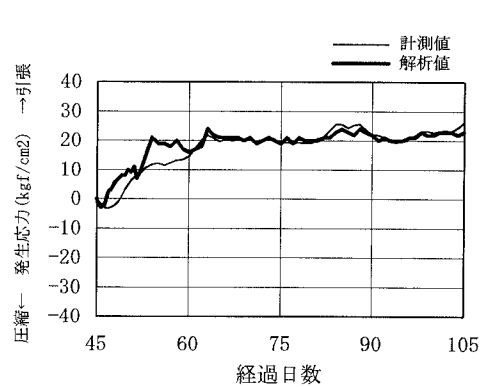


図-4 第3リフトの応力計測結果と解析結果

4. 外部拘束係数の設定

C P法による1回の解析で同時に各リフトの発生応力を再現することは困難であったため、以下に示す一定の方法で着目リフトごとにそれぞれ外部拘束係数を設定し（表-2）、個別に解析を行った。

壁長/高さ(L/H)はLが大きいためいずれも「マスコンクリートのひび割れ制御指針」¹⁾に示されている適用範囲を超えるが、上限値の1.5とした。Ec/Erは鋼管矢板の影響を表すために、式-1のように仮定し計算した。なお、式中のαは拘束体である鋼材の形状に関する低減率で、応力解析の結果を踏まえて今回の鋼管矢板では0.5とした。

$$Ec/Er = \frac{\text{梁底面ヤング係数}}{\text{鋼材ヤング率}} \times \frac{\text{梁底面積}}{\text{鋼管矢板純断面積} \times \alpha} \dots (\text{式-1})$$

このL/H、Ec/Erをもとに「コンクリート標準示方書」²⁾の方法により外部拘束係数を求めた。また、計算値と測定値が合うように、以下の補正を行った。①RM1については着目リフトより下層では0.4倍した。②第3リフトに着目した時はEc/Er=1.0として外部拘束係数を求めた。この2番目の補正は、第3リフトに発生した大きな引張応力を再現するために行った。図-4に第3リフトの計測結果と解析結果の比較を示す。

5. まとめ

(1) 鋼管矢板で支持された栈橋上部工の梁では、温度応力の影響で上部に引張応力、下部に圧縮応力が発生した。(2) 最終リフト打設後1ヶ月で発生応力は大きな変化がなくなった。

(3) 鋼管矢板の軸拘束係数は今回の事例では0.2程度である。(4) 下層リフトの硬化が進んでから打設したコンクリートでは、軸拘束係数が大きくなる。(5) 鋼管杭、鋼管矢板で

支持されるコンクリートにC P法を適用する場合は、上記のようにEc/Erを設定し、「コンクリート標準示方書」に則った方法で求めた外部拘束係数を一部補正し各リフトを個別に計算することで、計測された発生応力を解析で再現できる。

表-2 解析により同定した外部拘束係数

L/H=15、Ec/Er=25(*はEc/Er=1.0)

着目 リフト	打設時 のリフト	外部拘束係数		
		RN	RM1	RM2
基本 値	1リフト	0.2	1.2	1.1
	2,3リフト	0.2	1.0	0.9
1リフト 計算 時	1リフト	0.2	0.5	1.1
	2リフト	0.2	1.0	0.9
	3リフト	0.2	1.0	0.9
2リフト 計算 時	1リフト	0.2	0.5	1.1
	2リフト	0.2	0.4	0.9
	3リフト	0.2	1.0	0.9
3リフト 計算 時	1リフト	0.2	0.5	1.1
	2リフト	0.2	0.4	0.9
	3リフト	1.0*	0.4*	1.0*

¹⁾ 日本コンクリート工学協会；マスコンクリートのひびわれ制御指針，1986, pp. 60-96.

²⁾ 土木学会；平成8年制定コンクリート標準示方書施工編，1996, pp186-189.