

運輸省第三港湾建設局 正員 三橋郁雄
 運輸省第三港湾建設局 正員 小泉哲也
 大阪南港トンネル沈埋函製作JV 正員 住吉正信
 大阪南港トンネル沈埋函製作JV 正員 〇横田季彦
 鹿島技術研究所 正員 信田佳延

1. はじめに

鋼・コンクリートの合成構造方式により製作されている大阪南港トンネル沈埋函は、部材寸法が1mを越えるマスコンクリートであり、その製作時にはセメントの水和熱に起因する温度応力が問題となる。しかしながら、本沈埋函のような大規模な合成構造方式の実構造物での温度応力の実測例は少なく、外部拘束度の評価等、不明な点も少なくない。そこで本報告では、沈埋函製作時の温度応力計測の結果をもとに外部拘束度の評価を行ったものである。

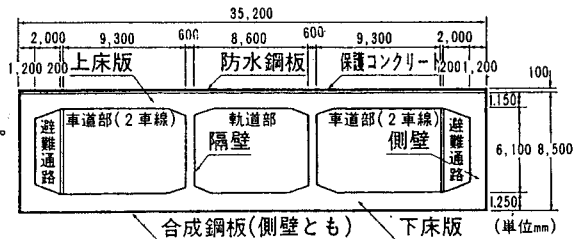


図-1 沈埋函の断面図

表-1 コンクリートの配合

	最大寸法 (mm)	スラブ (cm)	Air (%)	W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m³)					
						C	W	S	G	石粉	混和剤
下床版	20	12	4.0	55	43	280	154	765	1065	20	4.48
側壁	20	18	4.0	55	43	284	156	758	1061	30	4.54

2. 計測概要

計測を行った沈埋函は、図-1に示すように幅35.2m、高さ8.6m、1函当たりの長さ103.3mで、側壁部の部材厚は1.2mであり、周囲が鋼板で覆われた鋼・コンクリート合成構造となっている。コンクリートの打設は全長を6分割して行っており、1ブロックの打設長さは約17mで、計測を行った沈埋函の側壁部は5月中旬から7月下旬の間でコンクリートを打設した。

側壁部コンクリートの配合は表-1に示すものであり、セメントは中庸熱セメントをベースとした低発熱型高炉セメントB種を用い、材料分離抵抗性の向上、高充填性の確保等を目的として石粉を混入した。

側壁部における計測位置は図-2に示すように、高さ方向および壁厚方向に3点で、計測項目としてはコンクリート温度、コンクリートひずみ、鋼殻ひずみおよび有効応力である。

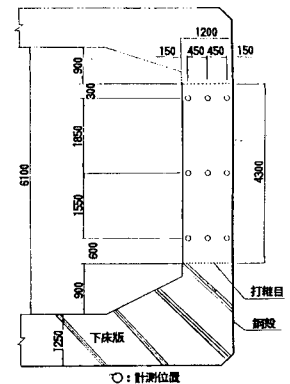


図-2 計測位置

3. 計測結果および考察

3.1 ひずみの計測結果

側壁部のコンクリートひずみの経時変化を図-3に示す。同図から、コンクリートのひずみはコンクリート温度の上昇とともに増大し、最高温度到達後は温度降下と共に減少することが分かる。側壁の上段部と下段部におけるひずみと温度変化量との関係を図-4に示す。なお、同図中には無応力計によって計測したコンクリートの熱膨張係数も併せて示し

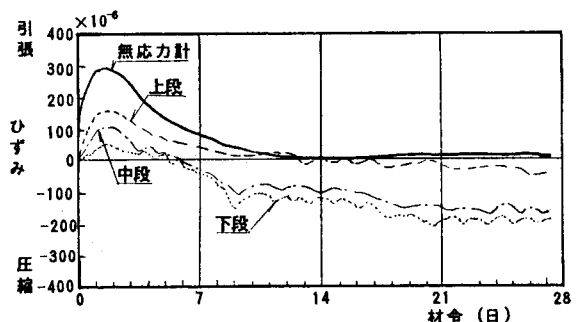


図-3 コンクリートひずみの経時変化

た。同図から、両者の勾配として得られるひずみ変化率は熱膨張係数に比べかなり小さく、また上段部に比べ下段部での勾配は小さくなっており、側壁部でのコンクリートの体積変形が下床版部により拘束を受けていること、拘束の程度が打継目に近いほど大きくなることが分かる。

3. 2 外部拘束度の評価

一般に、マスコンクリートの拘束度の評価方法としては、ACI図表値によるもの、RC示方書の曲げ拘束係数および軸拘束係数による評価方法が考えられるが、本報告ではコンクリート温度およびひずみの実測データをもとに、次式によって算定した。

$$K = (\alpha_f - \alpha_r) / \alpha_f \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 K ：拘束度、 α_r ：各計測位置でのひずみ変化率（／℃）、 α_f ：無応力計によるコンクリートの熱膨張係数（／℃）

側壁部の中央部における拘束度の高さ方向分布を図-5に示す。

同図中には、側壁部および下床版部の有効断面積、静弾性係数を、それぞれ 5.16 m²、2.0 × 10⁵ kgf/cm² および 7.87 m²、2.5 × 10⁵ kgf/cm² として ACI 図表値から求めた拘束度の分布も併せて示した。同図から、本沈埋函における外部拘束度は下段部（h/H=0.14）で0.65～0.80、中段部（h/H=0.50）で0.50～0.65となっており、ACI図表値による値に比べ約20%大きくなった。また、図-6に側壁壁厚での検討結果を示す。外周部の鋼殻による拘束を考慮すれば、壁厚方向では外側（鋼殻側）の方が内側よりも拘束度が大きくなると考えられるが、同図によると3ブロックでは逆に内側の拘束度が大きくなり、6ブロックにおいても外側の拘束度は小さめの値となった。この原因は明確ではないが、図-7に示すように本沈埋函では、外周部の鋼殻とコンクリートを一体化させるためスターラップ筋を鋼殻に溶殖しており、これが壁厚方向の拘束度をほぼ均一にしたものと考えられる。

4. まとめ

沈埋函製作時の温度応力計測結果をもとに、沈埋函側壁部コンクリートの外部拘束度の評価を行った結果、(1) 沈埋函側壁部の拘束度は打継部近傍で0.65～0.80、中段部で0.50～0.60程度である。(2) 鋼殻に溶殖されたスターラップ筋より、鋼殻による拘束は壁厚方向全体に付加される。ことなどが分かった。なお、現在製作中の沈埋函においても温度応力計測を行っており、打設時期の違いによる影響等については次回に報告を行いたい。

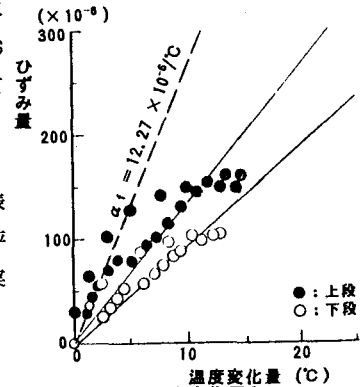


図-4 温度変化量とひずみとの関係

表-2 拘束度の算定結果

計測 BL	計 測 位 置			拘束度
	長さ 方向	高さ 方向	厚さ 方向	
6BL 5/19	中央	上段	内側 0.25 中央 0.40 外側 0.25	
		中段	内側 0.52 中央 0.61 外側 0.41	
		下段	内側 0.63 中央 0.65 外側 0.71	
5BL 6/3	中央	上段	0.38	
		中段	0.50	
		下段	0.74	
3BL 7/2	中央	上段	内側 0.56 中央 0.49 外側 0.45	
		中段	内側 0.68 中央 0.62 外側 0.53	
		下段	内側 0.76 中央 0.73 外側 0.60	
1BL 7/29	中央	上段	0.38	
		中段	0.59	
		下段	0.79	
		鋼殻 4000 mm	0.32 0.41 0.68	
		鋼殻 2000 mm	0.31 0.60 0.66	

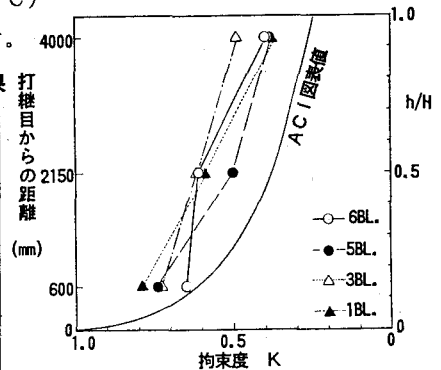


図-5 拘束度の分布（ブロック間の検討）

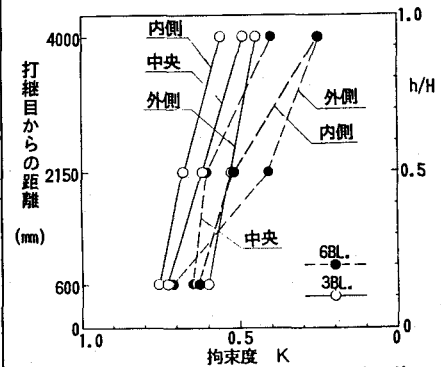


図-6 拘束度の分布（壁厚方向の検討）

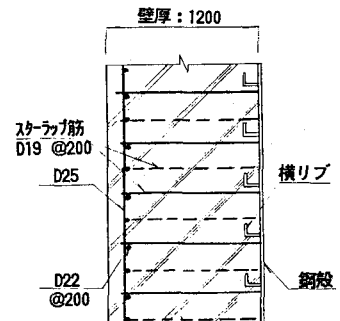


図-7 側壁断面状況