

横浜港横断橋多柱式基礎フーチングの温度応力

首都高速道路公団 正会員 小笠原 政文
(株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 松本 修一
鹿島・大林・東亜共同企業体 正会員 平野 敏則

1. まえがき

横浜港横断橋の下部構造は、大規模な多柱式基礎であり、そのフーチングは図-1のように、プレストレストコンクリート製のバージ（PCバージ）と中詰めコンクリートで構成される。中詰めコンクリートは2m～3mの高さのリフトで層打され、厚さ9m～12mのマスコンクリートとなり、水と熱による温度応力の発生が予想される。PCバージの底版、側壁および隔壁により拘束を受ける中詰めコンクリートの温度応力を調べるため、図-2に示すようにコンクリート内に有効応力計、温度計等を埋設してその挙動を測定した。その解析結果の一部を報告する。

2. コンクリートの物性

中詰めコンクリートには、温度応力の低減を目的として低発熱型高炉セメント（フライアッシュ20%）を用いた。表-1に示方配合を示す。

表-1 コンクリート示方配合

設計基準 強度 (kg/cm ²)	水セメント 比 W/C	細骨材 S/A	単位量 (kg/m ³)							
			セメント		細骨材 S	量		配合		
			C	F		G1砂	G2砂	P-N.70	P-30.3A	
300	48.5	43.9	148	305		813	517	524	0.763	0.012
				244	61					

この選定にあたっては、次に示す3種類のセメントについて各種の試験を行い物性の比較を行った。

- (1) 低発熱型高炉セメント
- (2) 低発熱型高炉セメント+フライアッシュ20%置換
- (3) 普通ポルトランドセメント

圧縮強度試験結果を図-3に示す。低発熱型高炉セメントを使用したものは初期における強度発現は遅いが、長期の強度発現性能が優れている。図-4に示す断熱温度上昇試験結果では、普通ポルトランドセメントを使用したものが約45°の温度上昇であるのに対し、フライアッシュで置換した低発熱型高炉セメントは約25°の温度上昇であり、約20°の温度差がある。

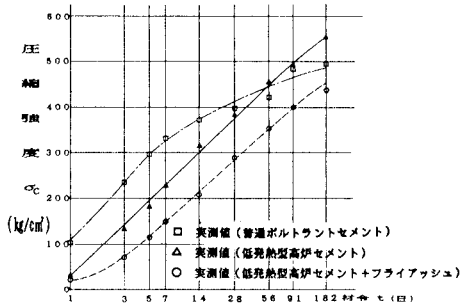


圖-3 壓縮強度經時變化

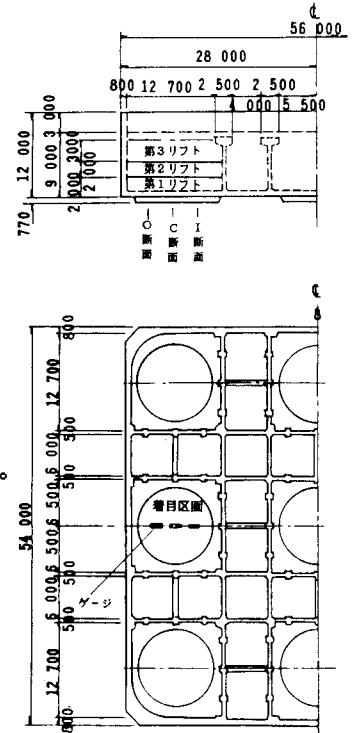


図-1 PCバース構造一般図

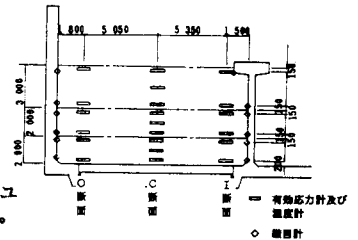


図-2 ゲージ配置図

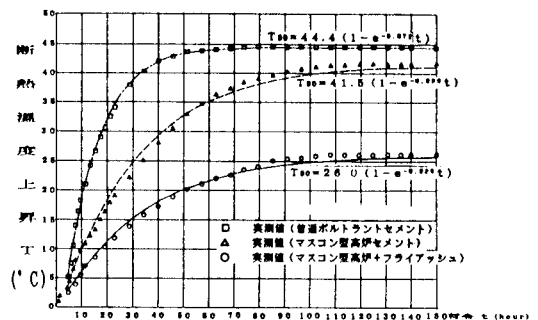


圖-4 断熱温度上昇測定結果

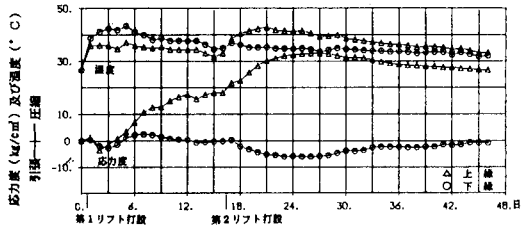


図-5 温度および応力度(第1リフトO断面)

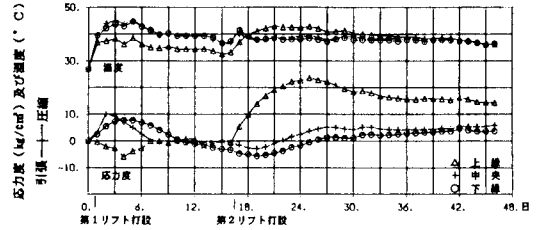


図-6 温度および応力度(第1リフトC断面)

3. 中詰コンクリートの温度分布

最高温度上昇は、リフト高2mで 20° 前後、リフト高3mで約 38° であり、1mのリフト高の相違が約 18° の温度差となっている。最高温度はC断面中央および下縁で発生し、その時期は、コンクリート打設後1日～3日程度である(表-2)。図-5、図-6に示す第1リフトに着目した温度と応力の経日変化では、第1リフト打設から第2リフト打設までの温度はリフト上縁が下縁より低い。リフト中央も測定しているC断面ではリフト中央と下縁との温度は変わっていない。このことから温度の放散はほとんどが外気と接触しているリフト上面部分で行われていることがわかる。第2リフト打設後は水和熱の影響で第1リフト上縁の温度が下端より高くなる。

4. 中詰コンクリートの温度応力

図-5、図-6によれば、第1リフト下縁の応力はほとんど動きがなく零に近い。一般的には下縁は旧コンクリートの拘束によって引張応力が発生するが、その傾向は見られない。また、リフト上縁では圧縮応力が発生する傾向となっている。これらはPCバジの側壁および隔壁による拘束の効果と推定される。

図-7に各リフトの応力分布を示す。O断面、I断面ではほぼ同様な応力分布となっている。中央のC断面では全体に応力は小さい。O断面、I断面はバジの壁の拘束の影響が大きく現れているものと思われる。第3リフトの応力分布は他のリフトと異なり、打設後26日目に中央C断面の応力が引張側に逆転している。第1リフト打設から192日目経過した時点では、各リフトの温度は約 15° 程度まで下がっている。このときの各リフト応力は、下縁では中央のC断面を除いて零または数 kg/cm^2 の引張、上縁は最大 $25\text{ kg}/\text{cm}^2$ の圧縮となっている。引張応力は第3リフト中央部で発生し、最大 $20\text{ kg}/\text{cm}^2$ となっている。

5. まとめ

箱型断面のPCバジ内にコンクリートを層打ちにした場合の中詰コンクリートの温度及び応力を測定した結果、一部に引張応力が発生したが、大部分の断面では圧縮応力となっていることが明かとなり、PCバジと中詰コンクリートの一体化の確認および低発熱高炉セメントの効果の確認ができたものと考えられる。PCバジと中詰コンクリートと継目の挙動、第3リフトの応力分布については現在、解析を進めているので、機会をみて報告する予定である。

参考文献

- 1) 前田、山内、松本：横浜港横断橋基礎構造の設計 土木学会誌 1986年10月号
- 2) 岡田、石井：横浜港横断橋の設計と施工 土木技術 39巻1号

表-2 中詰コンクリートの温度上昇

リフト	第1	第2	第3
リフト高(m)	2.0	2.0	3.0
最大温度上昇($^{\circ}\text{C}$)	18.0	21.5	37.5
最大温度発生日数	3	1	3
発生位置	C断面中央	C断面下縁	C断面中央

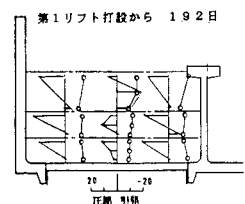
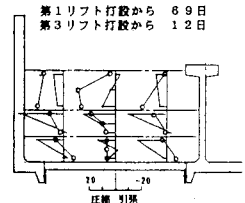
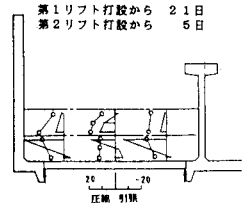
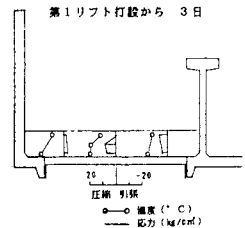


図-7 温度および応力分布