

V-120

高さ 13m 連続打設時の水中コンクリート側圧特性

清水建設神戸支店	正会員	奥津宣孝
運輸省第三港湾建設局	正会員	池上勝己
清水建設神戸支店	正会員	地主省三
清水建設神戸支店		梶谷幸生

1. まえがき

阪神大震災により被災した神戸港新港第4突堤の-12m 岸壁復旧では、大きく変位した既設ケーソンの数m前面に鋼管矢板を打設し、その間に水中コンクリートを間詰めして耐震性を向上させる方法が採用されている。本工事では、早期復興のため工期内の安全確実な施工が要求されている訳であるが、このような構造において約13mもの高さの水中コンクリートを連続打設した例はない。そこで、コンクリート側圧特性把握および施工時安全性確認のため、想定したコンクリート打ち上げ速度にて打設中の側圧等の計測を実施した。本報告は、これらの成果について述べたものである。

2. 復旧構造および水中コンクリート仕様

岸壁復旧構造は被災により沈下、移動を起こした重力式ケーソンの前面に水中コンクリート（無筋）を打設し、主として岸壁の重量増による滑動抵抗増大を図るものである。水中コンクリートは図-1に示すように岸壁前面に打設される鋼管矢板を水中コンクリート打設時の型枠として利用して打設される。鋼管矢板頭部にはタイワイヤーによる控え工が設けられ、その反力はケーソン上の上部コンクリートに伝達支持する構造である。水中コンクリートは既設ケーソンの目地位置に設けられる目地板にて区切られ、1ブロックの長さは約8.5mで1ブロック当たりの打設量は約500m³である。また、水中コンクリートの仕様は以下のとおりである。

（水中コンクリートの仕様）

- ・セメントの種類 : 高炉セメントB種
- ・単位セメント量 : 370 kg/m³ 以上
- ・粗骨材の最大寸法 : 40 mm
- ・スランプ : 15 cm
- ・空気量 : 4.5 %
- ・水・セメント比 : 46 %

表-1 計測項目・内容

計測項目	計測器	計器数	計測位置
コンクリート側圧	差動トランス式土圧計	4基 (■)	棲型枠部
コンクリート温度	熱電対	2基 (◆)	棲型枠部
鋼管矢板応力	差動トランス式歪計	5基 (●)	打設ブロック中央部
タイワイヤー張力	差動トランス式センサー・ホールロードセル	1基 (◎)	打設ブロック中央部
矢板内外の潮位差	差動トランス式間隙水圧計	2基 (▼)	矢板内外
コンクリート打上り高さ	(レド測深)	—	棲型枠部

3. 計測概要

3. 1 計測項目・内容

水中コンクリート打設時の計測項目と内容を表-1に示す。また、計測器の配置を図-1に示す。計測は前面の鋼管矢板、タイワイヤーおよび側面の水中棲型枠の安全性管理を主目的としており、コンクリート側圧計測は棲型枠面にて実施した。計測器による測定はすべて自動計測とし、コンクリート打設中のデータ取り込みピッチは10分間隔とした。計測はコンクリート打設の前日から開始し、打設終了後は計測値がほぼ安定した約40時間後まで継続した。

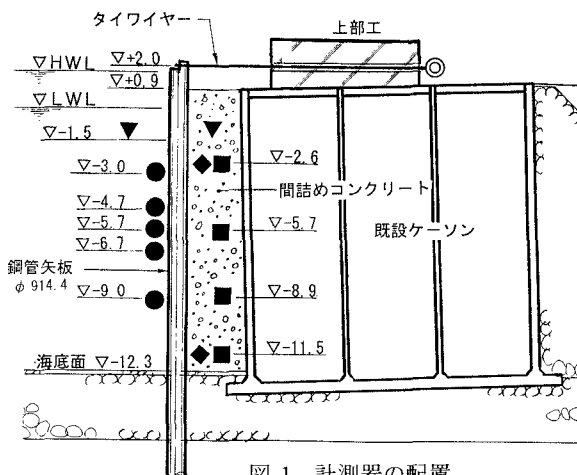


図-1 計測器の配置

3. 2 計測結果および考察

水中コンクリートはコンクリートポンプを用いて、1.5 m/hrの打ち上げ速度にて所定天端まで約9時間連続で打設した。打設時期は年間を通じて最も海水温度が低い（8℃）3月上旬である。その時の計測結果を図-2～図-4に示す。図-2によると、コンクリート打設の進行に伴ってコンクリート側圧は増加し、各計測点とも打設終了時に側圧がほぼ最大となっている。打設終了後約15～20時間は最大値前後で推移し、その後は硬化の進行とともに低下していることがわかる。図-3の側圧鉛直分布図によると、打設終了時での側圧の最大値は5.7～7.0 tf/m²となっている。また、コンクリート打ち上げ天端から浅い範囲はほぼ液圧状態に近い三角形分布の側圧となっている。コンクリート打設天端から約5m（打設後3.3時間後）で最大を示し、それ以深はほぼ一定値（最大値）となり、打設終了時の側圧分布は台形状を呈している。実際の側圧分布を平均化し、図-3の実線に示すような台形分布を考えると、コンクリート打設開始からの経過時間（t）が3.3時間以内の側圧（P）および側圧の最大値（P_{max}）は下式で表されることが分かった。

$$P = \gamma_c' \times V \times t = 1.27 \times V \times t$$

$$P_{\max} = 1.27 \times 3.3 \times V = 4.2 \times V$$

ここに $\gamma_c' = \gamma_c - \gamma_w = 2.3 - 1.03 = 1.27$ (tf/m³)

γ_c : コンクリートの単位重量 (tf/m³)

γ_w : 海水の単位重量 (tf/m³)

V : コンクリート打設速度 (m/hr)

t : 打設開始からの経過時間 (hr)

水中コンクリート打設終了時点の側圧は、下部ではコンクリートの硬化により最大値から低下することを予想していた。しかし、実際は下部でも最大値が残存するなど全体的に予想より多少大きめの値となった。その主要因としては海水温度が低かったことによってコンクリートの凝結開始が遅れたことが考えられる。

なお、鋼管矢板およびタイワイヤー張力は管理値を満足することが確認された。以上のような結果に基づいて、実施工では水中コンクリート打ち上げ速度等の見直しを実施して施工効率向上を図った。

4. あとがき

今回の現場計測により、高さ13mの水中コンクリートを連続打設した時の側圧特性の一例を確認することができた。今後、同種工事の計画の一助となれば幸いである。

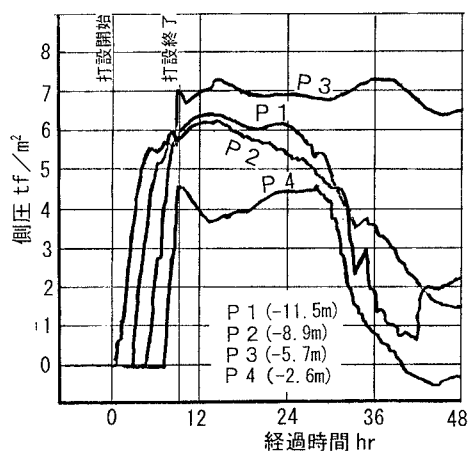


図-2 各計測点の水中コンクリート側圧経時変化

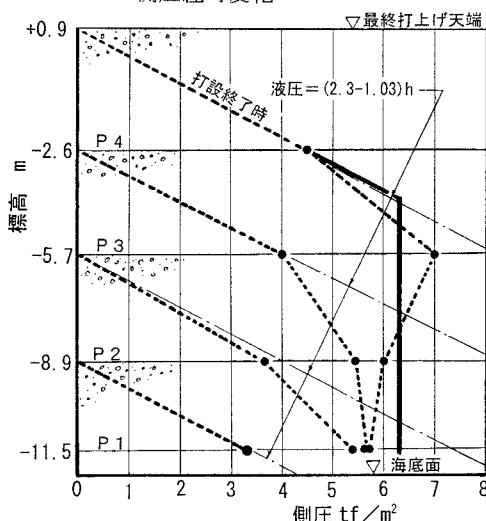


図-3 水中コンクリート側圧の鉛直分布経時変化

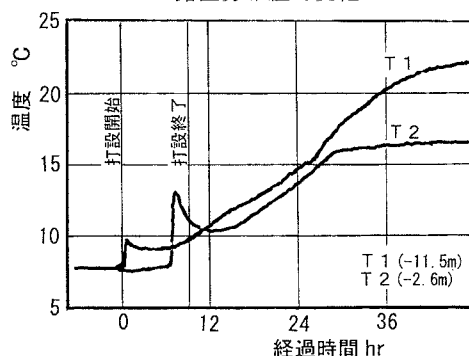


図-4 コンクリート温度の経時変化