

杭式ドルフィン上部工における中空分割施工 (HTL 工法) の採用

東洋建設 (株) 正会員 ○上口 真輝
 東洋建設 (株) 加瀬 隆文
 阪神国際港湾 (株) 加藤 圭

東洋建設 (株) 正会員 傳 亮司
 東洋建設 (株) フェロー 佐野 清史
 早稲田大学 フェロー 清宮 理

1. はじめに

HTL (heat time lag) 工法¹⁾ (図-1 参照) は、コンクリート内部に薄鋼板の中空材を配置し、当該部コンクリートの打込み時期を遅らせることで内部蓄熱を低減し、マスコンクリートの温度応力に起因するひび割れ (以下、温度ひび割れ) 抑制を目的として開発された。これまでに、護岸・岸壁上部工²⁾、U 型擁壁、橋脚等のマスコンクリートに適用されているが、梁部材に適用された実績がない。本稿では、杭式ドルフィン上部工の温度ひび割れ抑制対策として HTL 工法を梁部材に適用する際の特徴、および内部温度上昇抑制効果について報告するものである。

2. 施工概要

今回 HTL 工法を適用した構造物は、大阪南港フェリーターミナル第一栈橋 (以下、F1 バース) の杭式ドルフィン上部工である。F1 バースでは就航船舶の大型化に伴い、追加係留施設として杭式ドルフィンを新設した (図-2、図-3 参照)。上部工は全高 5.5m を 4 リフトに分けて施工し、打込み高 3m の 1 リフト目に HTL 工法を適用した。φ300、L=3.0m、41 本 (1.15m²に 1 本) の薄鋼板中空材を鉛直向きに配置し (写真-1 参照)、中空材外部にコンクリートを打ち込んだ。中空部は、内部蓄熱抑制の付加対策として、打込み翌日から貯水 (写真-2 参照) し、内部からの放熱促進を実施した。中空材内部は、2 リフト目コンクリート打込み時に、中空材外部と同一のコンクリートを打ち込んだ。なお、当該コンクリートは平成 27 年 4 月下旬に施工し、配合は 24-12-20BB、W/C=55%、単位セメント量 302kg/m³である。

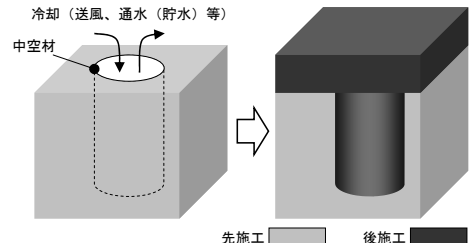


図-1 HTL 工法のイメージ

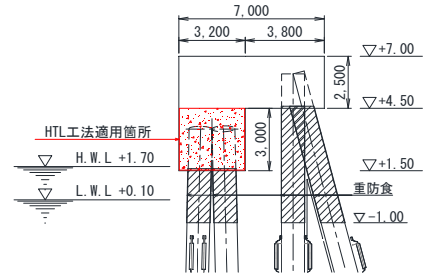


図-3 接岸ドルフィン断面図

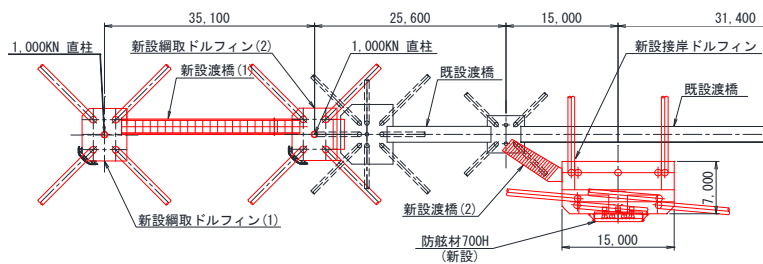


図-2 新設ドルフィン配置図

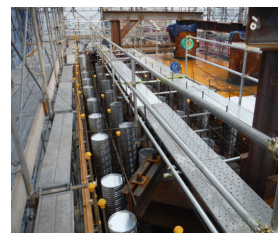


写真-1 中空材配置



写真-2 中空内貯水

3. 梁部材への HTL 工法適用に関する特徴

杭式ドルフィン上部工は両端を基礎杭で支持された梁状の部材であり、死荷重等の作用により支間部の中立軸より下側には引張応力が発生する (図-4 参照)。中空材は発生応力と直交して配置されるため、引張領域においてコンクリートと中空材が剥離・縁切れする現象が懸念された。また、下側主鉄筋は径 32mm 異形鉄筋、純かぶり 90mm であり、使用限界状態の照査において設計下曲げひび割れ幅は 0.304mm であった (ひび割れ幅限界値 315mm)。上部工底面は、干満帯および飛沫帯に位置し、永続的に厳しい腐食環境に曝される。また、供用後の補修等対策が困難な位置である。そこで、長期的な耐久性確保の観点から、下側曲げひび割れ用心鉄筋 (写真-3 参照) を配置し、

キーワード マスコンクリート、温度応力ひび割れ、分割施工、HTL 工法、梁部材

連絡先 〒541-0043 大阪市中央区高麗橋 4-1-1 興銀ビル 7 階 東洋建設(株)大阪本店土木部 TEL06-6209-8773

設計曲げひび割れ幅を 0.234mm に低減させる対策を実施した。

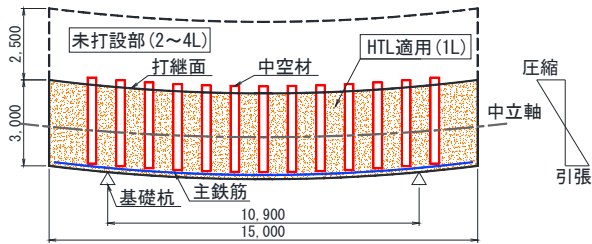


図-4 梁部材への HTL 工法適用イメージ



写真-3 ひび割れ用心鉄筋

4. 内部温度上昇抑制効果

既往の実大モデル実験³⁾から得た熱伝達境界条件に基づき温度応力解析を行った。施工時のコンクリート温度実測値と解析値は、打込み後数日間よく一致しており、解析結果の妥当性を確認した。HTL 工法を適用しないケースと比較すると、内部最高温度が 10℃以上低減した(図-5 参照)。また、表面部最小ひび割れ指数の解析値は、HTL 工法の採用により、表面全体節点に対して 1.0 を下回る節点の比率が低減した(図-6 参照)。すなわち、ひび割れ発生確率が大きい節点数(面積)が減少することを確認した。

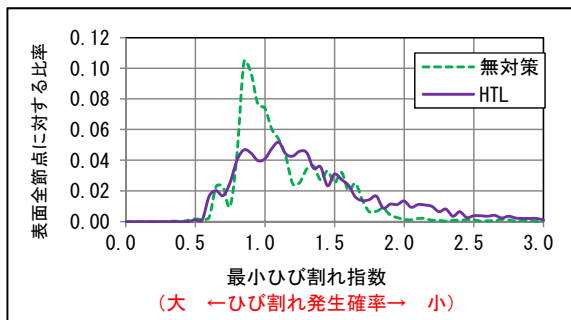


図-6 表面最小ひび割れ指数分布(解析値)

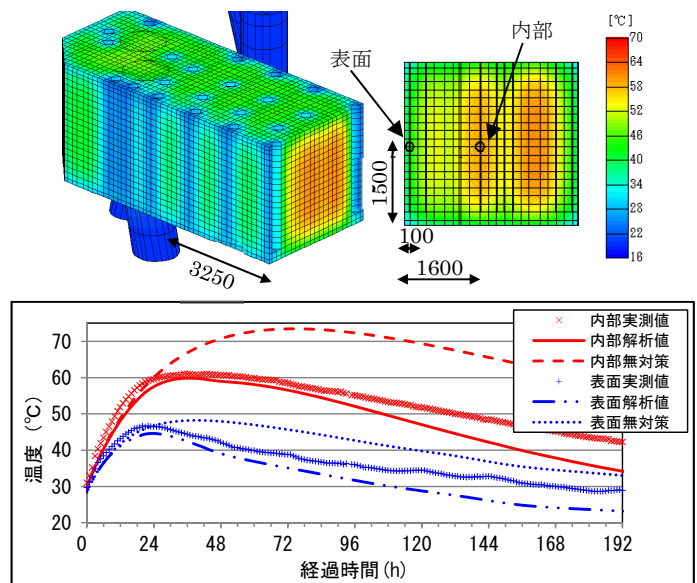


図-5 温度解析結果と実測温度

4. まとめ

杭式ドルフィン上部工の温度ひび割れ対策(内部蓄熱抑制)として、梁部材では HTL 工法を初めて採用した。適用にあたって、梁部材の特徴である支間部曲げひび割れへの対策、および温度応力解析による効果確認を実施した。型枠取外し後の表面点検(写真-4 参照)ではひび割れの発生はなく、良好なコンクリートを施工することができた。以上より、梁部材においてもマスコンクリート対策として HTL 工法が有効な方法であることを確認した。



写真-4 型枠取外し後表面確認

参考文献

- 1) 末岡英二, 竹中寛, 水谷征治, 本庄隆宣, 清宮理: マスコンクリート内部に配置した中空部による蓄熱低減効果に関する検討, 土木学会年次学術講演会公演概要集, Vol.63, No.5, pp.889-890, 2008.9
- 2) 水谷征治, 尾上博文, 本庄隆宣, 平井義人, 山村浩介: 岸壁上部工におけるコンクリートの分割施工と膨張材による温度ひび割れ抑制効果について, 土木学会年次学術講演会公演概要集, Vol.64, No.5, pp.817-818, 2009.9
- 3) 竹中寛, 水谷征治, 末岡英二, 佐野清史, 清宮理: コンクリートの分割施工における境界部の熱伝達に関する実験的検討, 土木学会年次学術講演会公演概要集, Vol.65, No.5, pp.1335-1336, 2010.9