

大火打ち式支保工による 井筒内掘削・橋脚躯体構築の合理化

木村 匡伯¹

¹関東地方整備局 京浜港湾事務所 第二建設管理官室

(〒220-0012 神奈川県横浜市西区みなとみらい6-3-7 2階)

川崎港臨港道路東扇島水江町線整備事業は、国際コンテナ戦略港湾である京浜港の一翼を担う川崎港において、東扇島地区と内陸部との円滑な接続による「物流の強化」と、東扇島地区に整備されている基幹的広域防災拠点との緊急物流輸送ルートの多重化を図る「防災機能の強化」を目的とした、総延長約3kmの橋梁を整備するものである。本論文では、京浜運河内の海上部に位置し、東扇島側の主塔基礎となるMP3橋脚を構築する際の井筒内掘削と橋脚躯体構築を合理化することで、工期短縮を実現した「大火打ち式支保工」について解説する。

キーワード 大火打ち式支保工 鋼管矢板基礎、切梁 水中一括架設 施工日数短縮 安全性

1. 大火打ち式支保工の導入

MP3橋脚は、軟弱地盤上に構築される国内最大級の鋼管矢板基礎式（長さ37m×幅42m、水深-17m、最大水頭差33m）（図-3）を採用しており、限られた事業期間の中で大規模・大深度の厳しい施工条件の下、施工日数の短

縮と安全性の向上を図る必要があった。そこで、切梁の盛替・撤去工程で生じる高所で狭小な作業空間における危険作業及び切梁の干渉による作業効率の改善を目的として、切梁を大幅に削減して作業空間を拡大できる大火打ち式支保工を導入した。

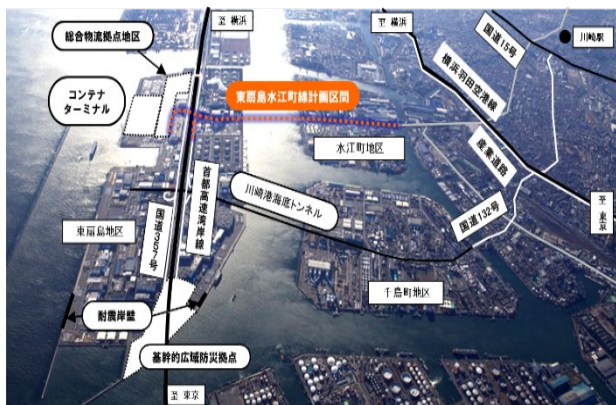


図-1 川崎港内事業計画位置図

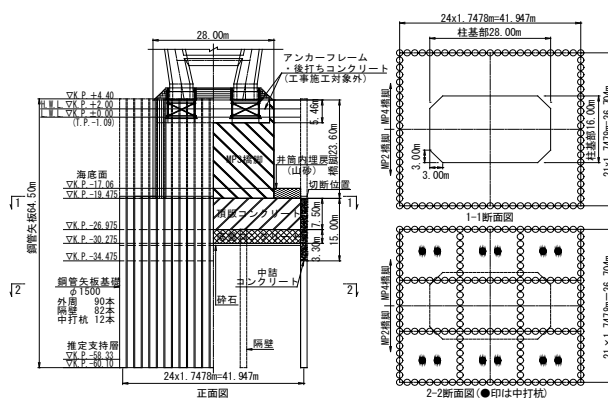


図-3 MP3 橋脚 構造一般図

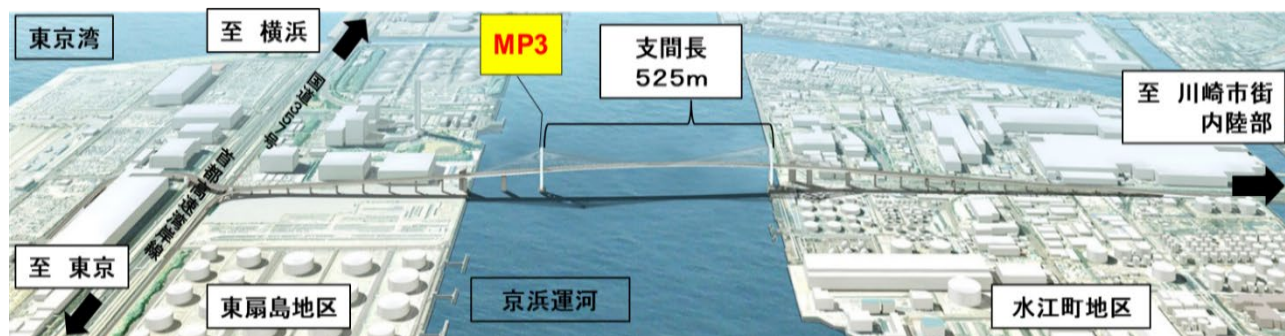


図-2 川崎港臨港道路東扇島水江町線主橋梁部（完成予想図）

2. 大火打ち式支保工の概要

(1) 従来技術（切梁・盛替式支保工）

仮締切内の水位を下げた段階毎に、気中状態で順次支保工（腹起し・切梁）を設置し、橋脚躯体コンクリートの打上げに伴い、複数段の支保工を撤去・再設置する方式（図-4）。

(2) 当該技術（大火打ち式支保工）

切梁のない大火打ち式支保工を工場で大組製作し、水中架設後に仮締切内を一度に排水する方式（図-5）。

(3) 当該技術における設計・施工上の特徴

上記に示すとおり、従来技術と当該技術では、支保工を設置する手順が異なり、大火打ち式支保工は全段水中架設後に一度に排水する。支保工全段を同時に機能させるため、鋼管矢板の累積変形量を抑制し、結果として支保工段数の省略と鋼管矢板に生じる応力・変位の低減が図られる（図-6）。一方、実績の少ない技術であるため、施工時の計測管理を充実させた。

3. 当該技術と従来技術の比較

(1) 躯体構築時の盛替えの省力化

a) 従来技術

支保工は一般的な切梁式であるため、躯体構築時に順次支保工の撤去・盛替が必要となる。

b) 当該技術

大火打ち式とすることで土留内に大開口部を確保出来るため、躯体構築時に支保工が支障とならず、盛替が不用である。

(2) 井筒内部施工の効率化

a) 従来技術

躯体構築時には支保工が支障となるため、コンクリート打設ロット割、鉄筋の加工形状や型枠・足場材の搬入・設置に制約を受ける。

b) 当該技術

土留内に大開口部を確保することで、鉄筋は長尺物の使用が可能となり、型枠も大組化が可能となるため工期短縮が図られる（写真-1）。

また、躯体ロット割においても、コンクリートの供給能力や温度応力対策を踏まえた上で自由に決定することが出来る。

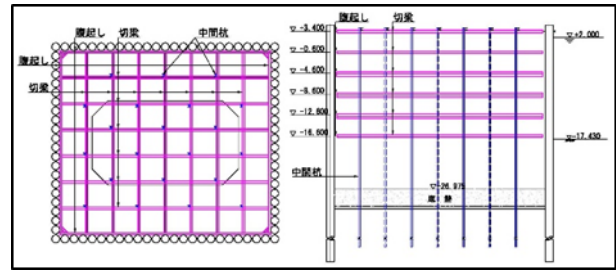


図-4 従来技術（切梁・盛替式支保工）

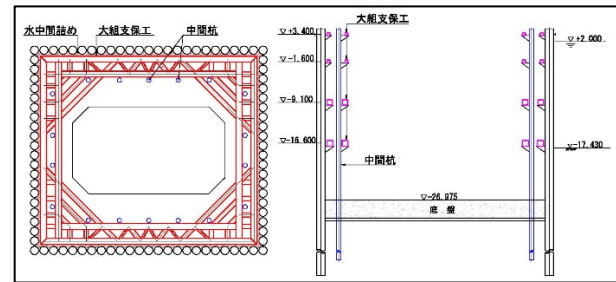


図-5 当該技術（大火打ち式支保工）

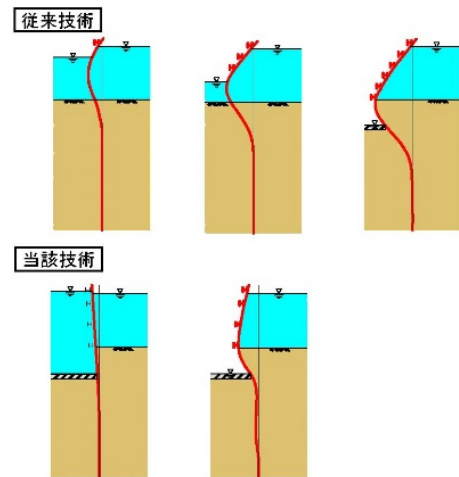


図-6 支保工の水中一括架設による鋼管矢板のリスク低減



写真-1 躯体構築用足場設置の様子

(3) 支保工の架設省略化

a) 従来技術

大規模掘削となるため、中間杭の本数や支保工の段数（本工事においては6段）・重量が多く、施工に時間を要する。

b) 当該技術

本工事では4段支保工となり、これにより、支保工重量が低減した。また、支保工は工場製作の後、海上運搬し、大型起重機船にて水中一括架設するため、工期短縮が図られる（写真-2）。

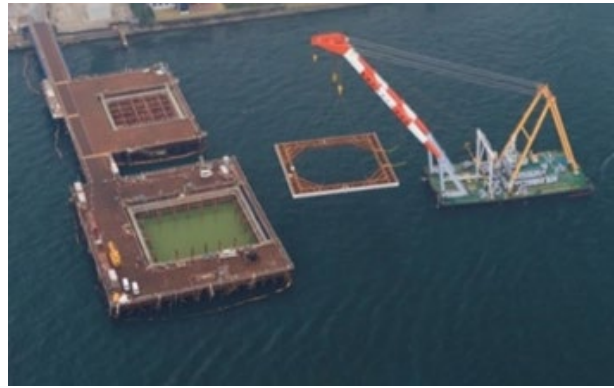


写真-2 支保工一括架設の様子

(4) 井筒内部の掘削の効率化

a) 従来技術

掘削は支保工を5段目まで設置した後、クラムシェルにて水中掘削を行うため、施工に時間を要する。

b) 当該技術

掘削は仮の1段目支保工を設置して、一度に床付まで水中掘削が可能である。また、開口部が広いため、容量の大きなバケットを使用する事で、施工効率の改善が図られる。

4. 大火打ち式支保工による効果

当該技術の導入により、施工日数が約70日短縮できた（表-1）。主な理由は、上記のとおり、切梁が存在せず作業空間の拡大と施工の連続性が確保されたことが大きく影響している。さらに、従来技術では必要条件となる盛替梁の橋脚躯体からの支持が不要になったため、橋脚躯体コンクリートの品質や美観の低下を防止できた。

また、従来技術を採用した隣接工区と比較し、計画管理値が安定しており、安全性の高い構造体であることが実証された。施工時においても、橋脚躯体構築時に盛替梁を必要としないため、盛替梁設置・撤去が不用となり、作業の安全性向上及び効率化が図られた。

表-1 短縮施工日数表

工種	短縮日数	主理由
井筒内掘削	-20日	広い開口面積の確保
井筒内支保設置	-20日	工場製作部材、現場作業量の軽減
橋脚躯体構築	-20日	全段一度の足場設置、型枠の大型化、鉄筋長尺化による継手箇所の減少
支保工盛替	-30日	作業工程が不用
井筒内支保撤去	20日	水中作業が必要
合計	-70日	(当該技術)790日-(従来技術)860日

表-2 計測管理機器一覧表

項目 計測対象	計測項目	使用機器	設置点数				記号	備考
			計測A	計測B	計測C	計測D		
仮締切	鋼管矢板変位	埋設型傾斜計	64点				○	2.0mピッチ
		挿入式傾斜計		1本			☆	手動計測
	鋼管矢板応力	ひずみゲージ	76点				●	2.0m~4.0mピッチ
	敷砂層の水圧	間隙水圧計	1台				●	敷砂層
	水位	水位計	2台				■	井筒内外
支保工	火打ち軸力	ひずみゲージ			128点		▽	1.2.3.4段 8箇所×4面
	切梁軸力	ひずみゲージ			56点		▽	3.4段 2箇所×4面
	腹起し応力	ひずみゲージ				16点	▽	3.4段 2箇所×4面

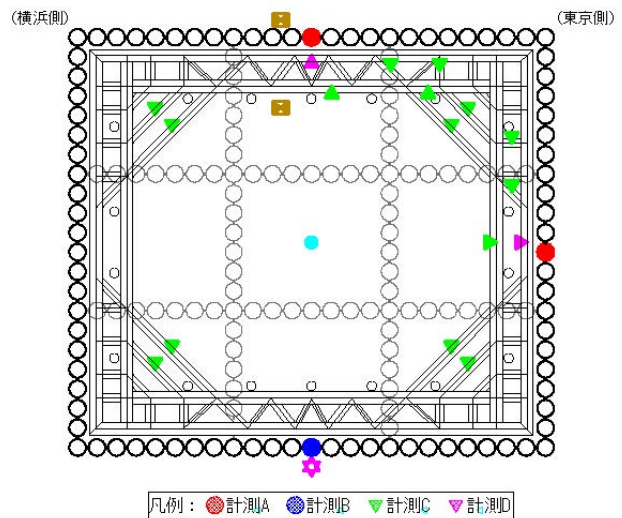


図-7 計測機器配置図

5. 計測管理

前述のとおり、当該技術は実績の少ない技術である。そのため、川崎港臨港道路東扇島水江町線梁技術・施工検討会（委員長：清宮理早稲田大学名誉教授）において、計測管理方法について審議した。ここで、施工時における井筒内作業の安全確保及び、設計で算出された応力と計測結果から得られた応力の比較を行い、鋼管矢板へ作用する応力把握を目的とし計測管理を行った。計測管理に用いた計測機器の位置を表-2、図-7に示す。

(1) 計測管理計画の概要

計測管理計画では、鋼管矢板及び支保工の管理値を一次管理値（警戒態勢）、二次管理値（厳戒態勢）と二段階に設定した。ここで、部材の許容応力度の8割を二次管理値（一次管理値は二次管理値の8割）と定めた。一次管理値を超過した場合、計測頻度を増やし変状原因の究明を行い、支保工・鋼管矢板への対策工の検討を行った上で工事を継続させ、二次管理値を超過した場合に工事を中止し、対策工を実施することとした。また、敷砂層の間隙水圧及び水位差についても別途、管理値を定め計測管理を行った（表-3）（図-8）。

(2) 計測管理項目と目的

a) 鋼管矢板の変位及び応力

鋼管矢板の変位分布及び曲げモーメント分布を把握するため、埋設型傾斜計、挿入式傾斜計、ひずみゲージを用いて計測を行い、実測値と管理値を比較することで鋼管矢板の安全性を判定した。また、得られたデータは、その次の施工ステップにおける鋼管矢板の変位を予測解析するためのデータとして用いた。

b) 井筒内外の水位

井筒内外の水位を把握するため、水位計を用いて計測を行い、得られたデータは井筒内外水位差の管理及び、その次の施工ステップにおける鋼管矢板の変位を予測解析するためのデータとして用いた。

c) 敷砂層の水圧

敷砂層の水圧変動を把握するため、間隙水圧計を用いて計測を行い、底版の安全性（版ぶくれ発生の有無）を確認した。

d) 火打ち軸力・切梁軸力・腹起こし応力

火打ち及び切梁の軸力、腹起こしの応力を把握するため、ひずみゲージを用いて計測を行い、得られた実測値と管理値を比較し、各部材の安全性を判断した。

(3) 計測結果

実測値を注視しながら継続して施工を進めたが、管理値を超過するような挙動は確認されず、事故もなく、安全に施工を行うことが出来た。

6. まとめ

現在、現場においては、加工・組立等の省力化に努め、目的物の品質向上及び生産性を高め、工期短縮や休日確保の促進を図ることを目的に、プレキャスト部材の積極的な活用が求められている。当該技術はプレキャスト部材と同様の活用目的が達成できる有効な手段と考える。従来技術と同程度の工事費で、生産性と安全性が大幅に向上するため、建設業界の懸念事項である担い手不足や工事事務防止に対しても十分な効果が期待できると考える。

表-3 計測管理値一覧表

管理項目		一次管理値	二次管理値
鋼管矢板	応力	仮締切部	部材の許容 応力度の80%
		本体部	
支保工	軸力	切梁・火打ち	部材の許容 応力度の80%
		腹起こし	
敷砂層の間隙水圧		ドライアップ後に急激な 水圧上昇がないか確認	
水位		井筒内外	40cm(以内) / 50cm(以内)

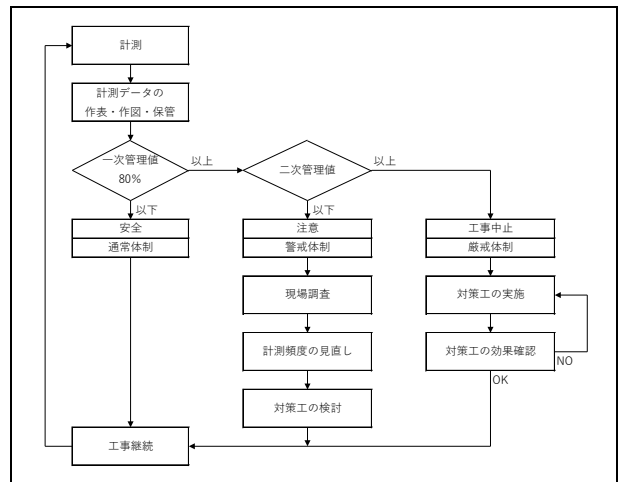


図-8 計測管理値フロー図