

香港 ストーンカッターズ斜張橋建設工事

松樹道一・山本茂治・松本拓也

香港と言うと、高層ビルが乱立する香港島をイメージしそうだが、実際のところ中国本土の一部と数多くの島から形成されており、イメージの香港（香港島）は中国本土の一部が突き出した半島の先にある島となっている。

今回紹介するストーンカッターズ橋の名前の由来は、橋梁の東側主塔と側径間がストーンカッターズ島側に計画されている事による。ただし、以前は島であったストーンカッターズ島は、前田建設株式会社（以下、当社）も施工に参加した西九龍埋立て工事により現在は半島部と地続きになっている。橋梁の西側は青衣島に設けられ、その間を幅約 900 m のランブラー海峡が横断している。その海峡を跨ぐため中央径間は 1,018 m（完成時世界最長）、その主塔の高さは約 300 m になる。

本報文では、2004 年 4 月より施工開始したストーンカッターズ橋建設工事の概要と施工について報告する。

キーワード：海峡横断橋、複合斜張橋、主塔、セルフクライミング型枠、ステンレススキン

1. はじめに

港湾都市香港は 1997 年 7 月 1 日に 156 年におよぶ英国による植民地支配から開放され、50 年間は返還前の制度を保持する条件（1 国 2 制度）で中国へ返還された。

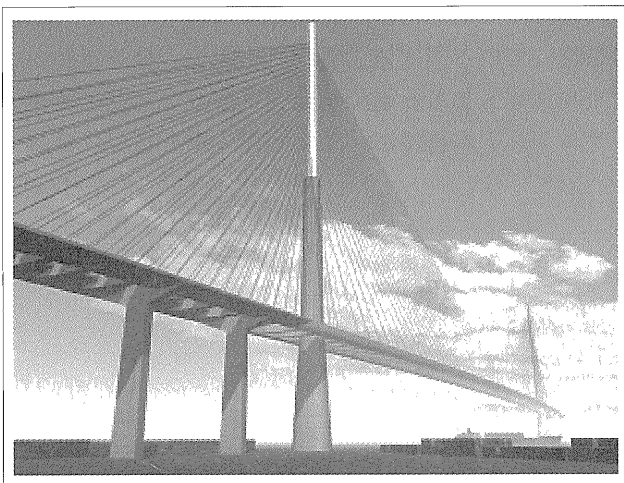
1970 年に 400 万人であった人口が、2004 年には 700 万人弱に増加しており、1,100 km² のエリアで生活している。また、

- 旅行者が年間 1,100 万人も加わる事、
- 2005 年 9 月香港ディズニーランドの開園、

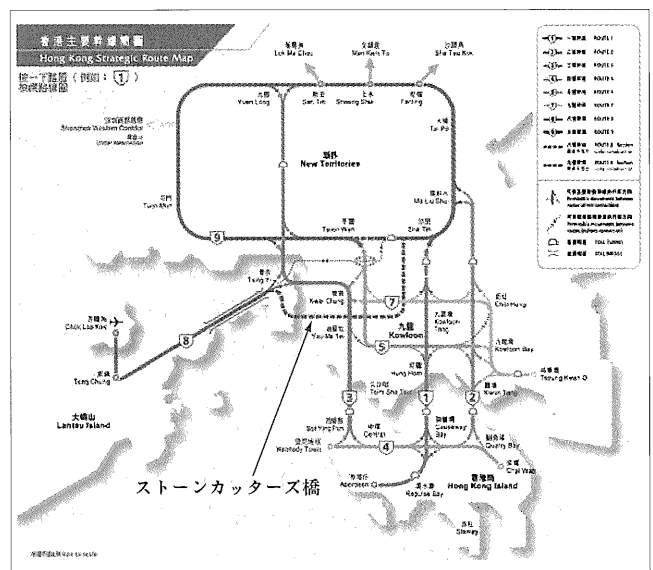
• 香港～中国間の物資輸送の増加、
などにより交通網の整備が非常に重要となっている。

現在、香港の交通網は、道路が約 1,900 km、鉄道が約 190 km 整備されている。道路は、一部のトンネルを除き全て香港特別行政区（以下、香港政庁と記す）の所有であり、高速道路を含めて全て無料となっている。

今回紹介するストーンカッターズ橋は、現在香港政庁により計画が進んでいる半島側沙田とランタオ島脇の香港国際空港を結ぶ 8 号幹線道路のルート上に位置



図一 ストーンカッターズ斜張橋完成予想図



図二 ストーンカッターズ橋位置図と主要道路網

する。

図-1 にストーンカッターズ斜張橋完成予想図を、
図-2 にストーンカッターズ橋位置図と主要道路網を
示す。

2. 工事概要

先に述べた 8 号幹線道路のうち、青衣島と香港国際
空港を結ぶ部分は既に供用を開始している。現在、沙
田と青衣島を結ぶ部分の建設が進められており、スト
ーンカッターズ橋はその中核をなす重要な橋梁である。

本橋梁の位置は、世界有数のコンテナターミナルの
出入り口である幅約 900 m のランブラー海峡上に計
画されている。海峡幅を狭めないよう主塔は陸上部に
配置され、大型コンテナ船の航行を妨げないよう桁下
空間を 73.5 m 確保している。これらの要求を満たす
ため全長 1,596 m、主塔の高さが約 300 m の斜張橋
が計画された。

その中央径間は 1,018 m で日本の多々羅大橋（し
まなみ海道）より 128 m 長く、完成時には世界最長
の中央径間を持つ長大斜張橋になる。ストーンカッター
ズ橋工事の概要を表-1 に示す。

表-1 ストーンカッターズ橋工事概要表示

橋梁タイプ	道路橋 鋼・コンクリート複合斜張橋
建設工期	2004年4月27日から2008年6月26日 1,522日(約4年2カ月)
発注者	香港特別行政区 路政署 (Highways Department)
設計	Ove Arup & Patners Hong Kong Ltd.
工事管理	Ove Arup & Patners Hong Kong Ltd.
施工業者	Maeda・Hitachi・Yokogawa・Hsin Chong J.V. 前田・日立・横河・新昌共同企業体
橋全長	1,596 m
中央径間	1,018 m (鋼製)
側径間	東側 289 m, 西側 289 m (鋼製桁 49.75 m, コンクリート桁 239.25 m)
主塔	2基, 高さ約 300 m (海拔 298 m)
コンクリート	場所打ち杭 45 MPa (約 32,000 m ³) フーチング 45 MPa (約 32,000 m ³)
	側径間 60 MPa (約 45,000 m ³) 主塔 60 MPa (約 33,000 m ³)
斜張ケーブル	約 7,000 t (PWS タイプ)
鋼製桁	普通鋼 (TMCP 鋼) 約 34,500 t
	ステンレス鋼 約 1,850 t

香港政庁としてデザイン、設計コンペティションを
実施しており、コンペティションに勝ち残った斜張橋
の概要は以下の通りである。

(1) 主塔

主塔は独立した 1 本のコンクリート造で、両岸に配

置され、その高さは海面上 298 m である。下部は長
辺 24 m、短辺 18 m の楕円形、桁と接する海面上約
79 m 位置で径 14 m の円形になり、最上段で径約 7 m
である。

海面上 175 m から 293 m までの部分は厚さ 20 mm
の外周ステンレススキンとコンクリートの複合構造で
ある。又、最上段 5 m 部分にはガラス張りの部分が
あり、その中に照明設備と主塔を維持管理する吊下げ
式のゴンドラが格納されている。斜材を定着するアン
カーボックスはスタッドを介してコンクリートに定着
されている。図-3 に主塔上部部分の概念図を示す。

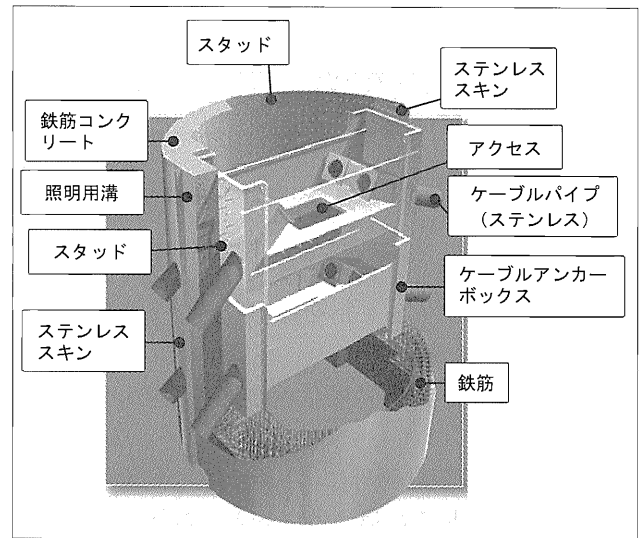


図-3 主塔上部 (175~293 m) のステイケーブル定着部の概念

塩害対策として、構造物を支持する場所打ち杭には
防錆剤を混入させたコンクリート、地下部分のパイル
キャップにはウレタン系の防水塗装、主塔の外側の鉄
筋にはステンレス鉄筋を配置し、コンクリート外面の
防塩被膜塗装 (silane) が考慮されている。

(2) 主桁

図-4 に示すように、当橋は中央径間には鋼製桁、

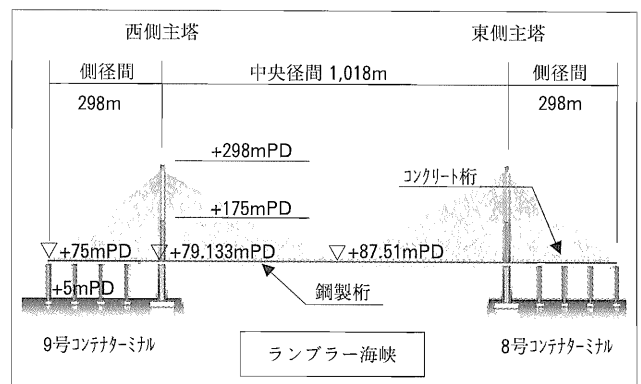


図-4 ストーンカッターズ橋縦断面図

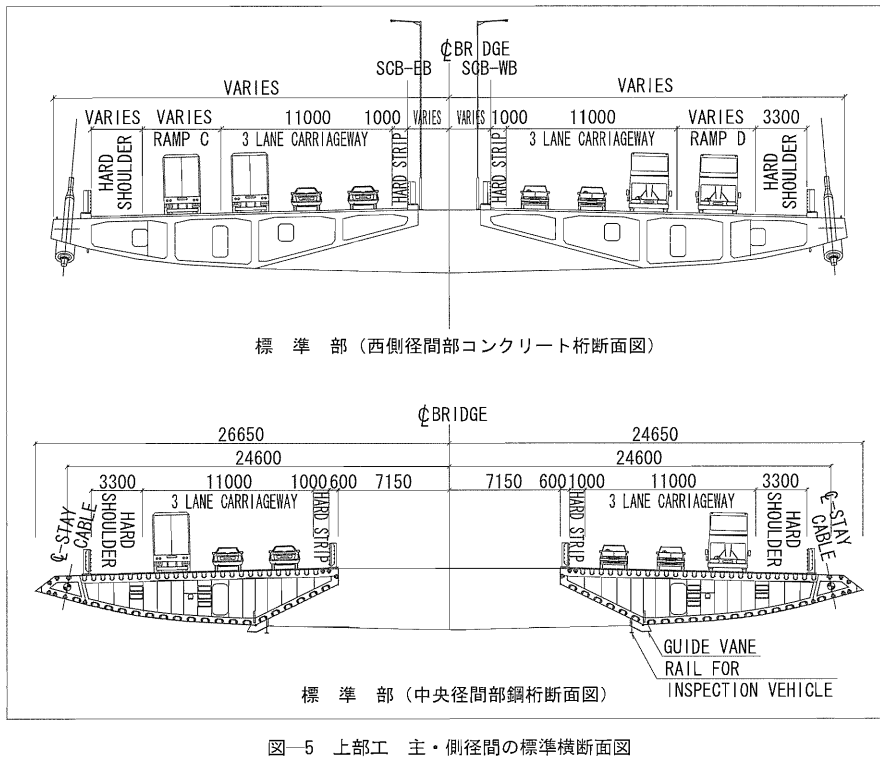


図-5 上部工 主・側径間の標準横断面図

側径間にはコンクリート桁を採用している。側径間の橋脚の間隔は70mである。

桁の断面は縦断方向に変化があるが、概ね図-5に示す形状である。

中央径間の鋼製桁部分には18m毎に配置される斜材に合わせて横桁が配置されている。結果として橋の全幅は約53mと大きく、架設時の18m長の1セグメントの重さは約600tに達する。

主塔との接合部分には橋軸方向、橋軸直角方向共に油圧緩衝装置が付いた鉛直支承が配置される。

鋼桁の使用鋼材はBSのS420Mクラスで、全溶接の接合方法を採用している。又、防食は外側にはエポキシ系とポリウレタン系を主体とする5層塗りの塗装によって行われ、内側は下塗りと桁内除湿装置により防食が図られている。

側径間は斜材の間隔が10m、横桁の間隔は20mのコンクリート造であり、橋軸・橋軸直角方向ともプレストレスが導入される。場所打ちのコンクリート構造物で設計され、その高さ60m以上におよぶ支保工は、斜材が緊張されるまで外せない構造となっている。

(3) 斜材 (スティケーブル)

新日本製鐵製のPWSタイプのケーブルを使用する。径7mmの亜鉛めっきされた素線を163本から499本まで束ね、最長のケーブル長は540mに達し、運搬中のドラムに巻かれた状態での最大重量は約80tにも達する。なお、ケーブル表面にはレインバイブレー

ションと渦励振を低減するディンプルを設けている。

(4) その他

耐風安定性については設計者が既に完成系で風洞実験を行っており、その結果、中央径間下側には空力安定性を増すガイドベーンが取付けられている。

施工時の耐風安定性については請負業者が行う事になっており、桁断面、主塔単体、桁架設時、斜材の4ケースについての風洞実験を行い、安定性を確認する。

制振装置として、主塔上部にTMD、斜材には内部ダンパーが取付けられる。施工時の制振装置として主塔と中央径間張出し時に仮設TMDを設置する。

他に請負業者は、施工現場の気流観測、高欄衝突実験、航路帯確保のための港湾航行シミュレーション、桁面の防水工試験等を行わなければならない。

3. 施工概要

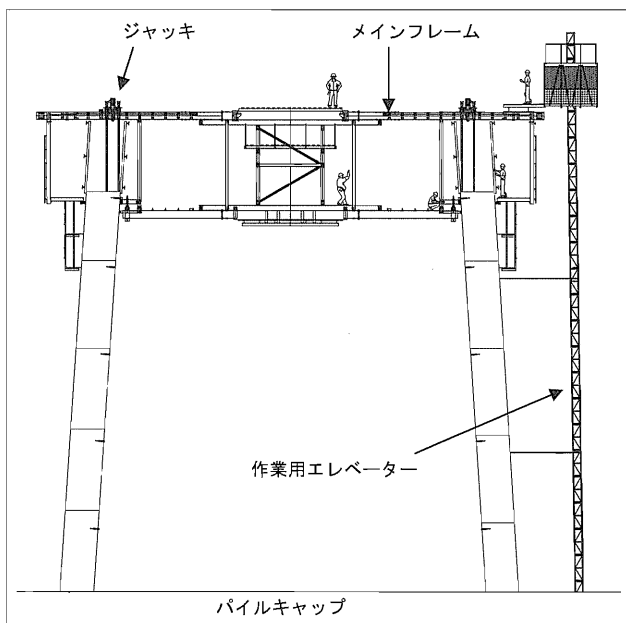
ストーンカッターズ橋を施工するうえで採用する主だった工法の概要は以下の通りである。

- ① 基礎杭(径2m~3m、最大110m深)はオールケーシングによるベノト工法、ただし、岩着部はRCD工法。
- ② 側径間橋脚はセルフライミング型枠を使用。
- ③ 橋脚頭部の施工には、大型の片持ち式トラスを橋脚の左右にジャッキにて設置、解体する。
- ④ 側径間支保工にはマッチキャストを応用したプレキャストコンクリート仮支柱を採用。
- ⑤ 側径間場所打ちコンクリート部施工のため、仮支柱間をトラス材にて作業エリアを確保。打設後トラス材はウインチにて地上に降ろす。
- ⑥ 主塔基礎部に存在する既設のロックフィルタイプの護岸部分の掘削は、ロックオーガーにて削孔し、シートパイルを建込む。
- ⑦ 主塔本体部はセルフライミング型枠にて施工。標準施工サイクルは7日を考えている。
- ⑧ 主塔上部のステンレススキンがある部分はセルフライミング型枠をスキンとアンカーボックスの間を上昇させていく。特殊部を除き標準施工サ

イクルは7日を考えている。

- ⑨ 鋼桁の製作は中国北京近郊の工場にて行う。
- ⑩ 鋼桁の組立ては広東省東莞市近郊のヤードにて行う。
- ⑪ ステンレススキンとアンカーボックスの製作、組立ては広東省中山市近郊の工場にて行う。
- ⑫ 陸上部鋼桁の架設は地上で接合し、主塔に取付けるブラケットとジャッキによる一括吊上げ工法を採用する。
- ⑬ 中国内で製作されたセグメントはDPシステムを装備した大型のSPバージにて架設地点まで曳航される。
- ⑭ ランプラー海峡内での架設地点での作業には時間的、位置的制約が多く、航路帯占有について当地の港湾局、水先案内者、コンテナターミナルオペレータとの綿密な協議が必要。
- ⑮ 斜材ケーブルは上海近郊の工場で作製。
- ⑯ 各々の斜材ケーブルはドラムに巻かれ運搬され、現場内の仮棧橋に接岸後橋面に吊上げる。
- ⑰ 鋼桁架設は両側主塔部より張出し架設され、現場溶接接合、斜材架設と合わせ10日サイクルを考えている。
- ⑱ 中央閉合後、橋面防水工、舗装工、照明工、高欄工などの付帯設備設置を行う。又、橋梁劣化計測システムを取りつける。

図一6に主塔に使用するセルフクライミング型枠の断面図を示す。型枠システムは打設され硬化したコンクリート面を反力台に使い、シンクロした10箇所のジャッキにより上昇させる。断面の形状が常に変化する



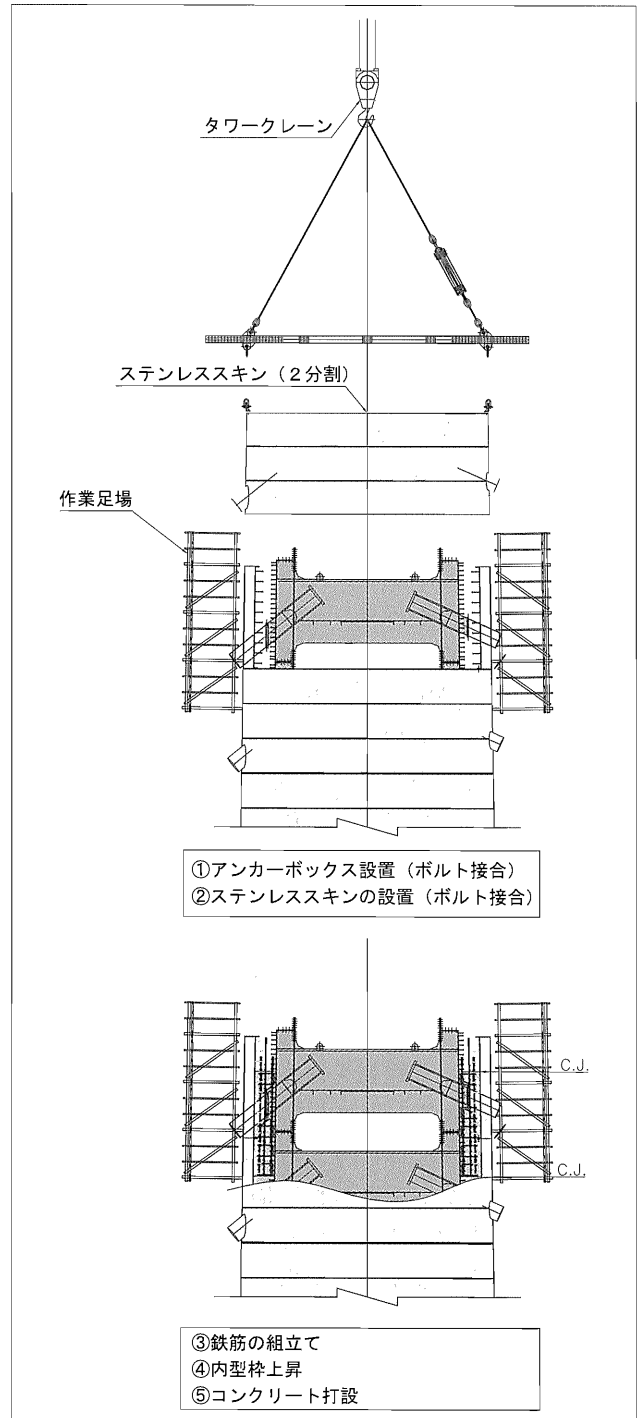
図一6 主塔セルフクライミング型枠断面図（上昇完了時）

るため、型枠と各部材には長さを調節する機構が付けられている。

図一7に主塔上部の施工手順の概念図を示す。ステンレススキンは2分割されて製作され、最大の重量は約25tである。タワークレーンにて建込まれた後、ボルト接合される。吊上げ時、凧のような形状であるので耐風安定性を得るためガイドを設置する。

図一8に中央径間架設時の全体像を示す。

航路帯占有幅は200mと規定されセグメントを積んだ自行式大型バージは4隻のガードボートと船団を



図一7 主塔上部施工手順

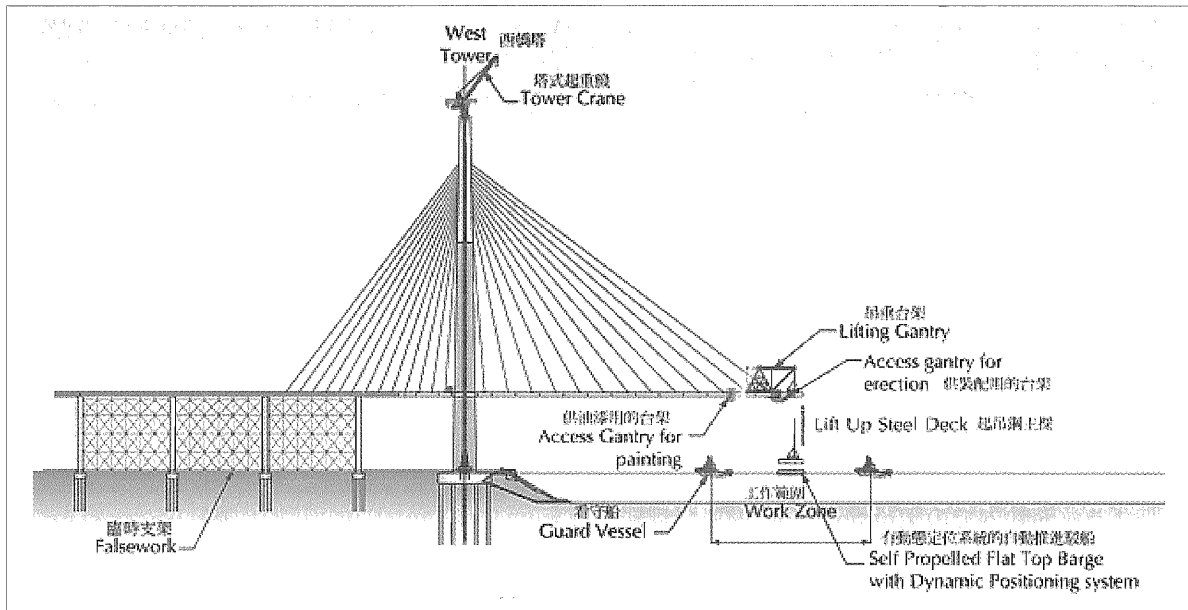


図-8 中央径間架設時の状況

組んで航路帯の中で作業を行う。又、コンテナ船との衝突を回避するため、常時2隻のバックアップタグボートを近傍に待機させる。

航路帯占有時間には限度があり、幅約53m、長さ18m、重さ約600tの鋼桁セグメントを短時間で約80m吊上げるため、吊上げ設備にはウィンチを使用し、吊上げ時間の短縮を図る。

鋼桁吊上げ後、吊上げに伴う桁の横断方向の変形を調整し、溶接接合を行う。溶接長が長く約5日かかる予定で、最も架設サイクルに影響する。

斜材は橋面に設置されるガントリークレーンにより水切りを行い、主塔脇に設置されるタワークレーンと橋面に配置される介添えクレーンにより所定の位置に架設され、その後緊張作業に移る。

4. 終わりに

本工事は、世界最長の斜張橋を造りあげる工事であり、かつ世界一のコンテナ港湾活動に支障なく施工を完了させる、という難題を抱えている工事である。

そのため、システム化による施工管理が必然であり、工法の選択が工事全体に与える影響は限らないものがある。したがってシステム化に使用される機械の選定が当然ながら重要な要素となる。

特に、セルフクライミング型枠、鋼桁セグメント運搬船、鋼桁セグメント架設用リフティングガントリー、さらに地上60mで施工される側径間に使用する大型

クレーン等の選定が、当工事遂行上のキーポイントである。

現在は、まだ杭・下部工を行っており、これから側径間上部工事、主塔工事へと移っていく。又、中国内での鋼桁、ステンレススキン製作が本格化する。これから現場は、最盛期を迎えそれぞれの工種において機械が活躍しはじめる。

システム、機械の選定には細心の注意を払い、今後の施工に結びつけていき、無事工事が完了するよう努力を重ねて行きたいと考えている。

JCMA

【筆者紹介】

松樹 道一 (まつき どういつ)
前田建設工業株式会社
香港支店
工事部長 (兼) ストーンカッターズ橋作業所
所長



山本 茂治 (やまもと しげじ)
前田建設工業株式会社
香港支店
ストーンカッターズ橋作業所
副所長



松本 拓也 (まつもと たくや)
前田建設工業株式会社
香港支店
ストーンカッターズ橋作業所
工事課長

