

概要

工事名称：Shatin to Central Link Contract No.1102
Hin Keng Station and Approach Structures
工期：2013年7月15日～2018年4月15日
発注者：MTR Corporation Limited（香港鐵路有限公司）
施工者：Penta-Ocean Construction
施工場所：香港、Che Kung Miu Road Playground, Tai Wai
主な工事内容：駅舎建築、路線建設、公園外構、防音壁工事



ヒンキン駅舎

駅舎、高架、トンネルを部門間連携で完成へ

厳しい制約条件を綿密な計画と確実な施工で克服

香港10大プロジェクトの一つ、MTR（地下鉄）新線の沙田至中環線（シャータン・セントラル線）。その一部区間が、2020年2月に開通した。ヒンキン駅はその地上駅だ。五洋建設は駅舎建設のほか、路線建設に伴う高架橋やトンネルの土木工事も、建築と土木による部門間連携で完成に導いた。

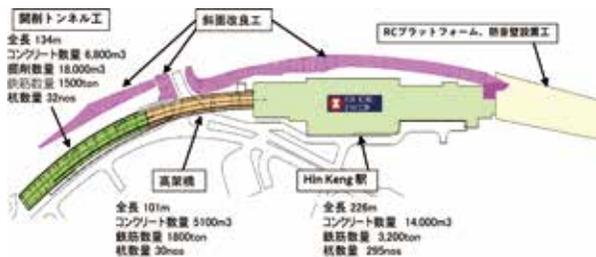
香港営業所で請け負う建築工事は、ほかの海外プロジェクトとは異質だ。国際部門の中ではいち早くローカル化を実現し、現場はほぼローカルスタッフで運営されている。

「理由の一つは、能力が高く、マネジメントまで任せられるから」。2020年2月まで香港営業所で建築課長を務めていたベトナム営業所の城豊は解説する。同営業所の建築工事のプロジェクトマネージャー（PM）

は、全て香港のローカルスタッフで占められている。香港の発注者、協力業者に対し、当社は長年にわたり実績を重ね、競争に負けない営業力も持ち味だ。

香港はほかの海外拠点と異なり、発注者、協力会社、技能者など、現場関係者の多くが香港人。広東語は共通言語でもある。城は「発注者や協力業者とは最初は英語で話していても、込み入った内容になるにつれ、次第に広東語に移っていく」と語る。

Hin Keng Station and Approach Structures
ヒンキン駅舎



MTR シャーティン・セントラル線は「大圍(Tai Wai)」と「金鐘(Admiralty)」の間を結ぶ全長約17kmの路線。上の図は、MTRのうちシャーティン・セントラル線につながる路線の経路。ヒンキン駅のある北側は東西ルートに、香港島に至る南側は南北ルートにつながる。下の図は、ヒンキン駅舎の建設に伴う主な工事の内容。駅舎建設のほか、高架橋建設、開削トンネル工、斜面改良工などの工事が含まれる、建築・土木の部門間連携が欠かせないプロジェクトである

◎入札では部門間連携でコスト競争力を追求

当工事は、駅舎建設という建築工事を主体に、約540mにわたる路線建設という土木工事も含む。地上駅の駅舎から道路をまたいで地下に潜っていく計画のため、高架橋やトンネルの建設という陸上土木工事を伴う。

施工上の難所は2つ。一つは、急勾配の斜面に施工する開削トンネルや高架工事などの土木工事を含

む点。もう一つは、駅舎の上方にMTRの既設路線が並行して走るため、施工上の制約が多く、軌道の変位に留意するなど慎重な施工管理が求められた点だ。

建築と土木の部門間連携は、応札段階から始まった。建築部門の入札チームを中心に、土木部門のメンバーも入札準備に加わり、土木工事を含む当工事でコスト競争力の高い入札金額を算定できた。

香港営業所のポール・リーは当時を振り返る。「土木工事部分における工期短縮に向けて、高架橋や駅舎の基礎について代替設計を提案し、発注者であるMTRC（地下鉄公社）に評価されたことで、受注を勝ち取ることができた。

着工は2013年7月。作業員を含め300人規模の現場で、日本人は2人。香港営業所のウィルソン・チュウを中心に、建築と土木の部門間連携を図りながら工事にあたった。

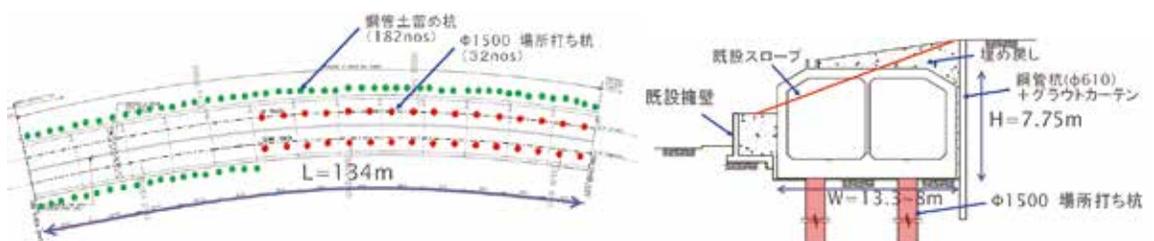
◎狭隘な敷地を克服し開削トンネルを施工

急勾配の斜面のため大型起重機が設置できない。かといって、細長い作業エリアの端部から開削・躯体打設するのでは到底工期が間に合わない。開削トンネルには、とりわけ厳しい施工条件がそそっていた。

「作業エリアが足りず、施工計画の立案に苦勞した」とポール・リーは苦勞を振り返る。作業区域は、細長い形状で勾配30度の急斜面。斜面の上は都市ガス事業者の占有地でガス管が埋設されており、斜面の下は市営住宅の私道という狭隘な作業エリアに加え、工事車両の搬入路は南側端部に一カ所のみに限られていた。

TEC 01 開削トンネル工

仮設構台を構築し段階的に工事を進行



上図2点は、開削工法で施工するトンネルの平面と断面。土留め用の鋼管杭やトンネルの躯体を支える場所打ち杭を打設し、斜面上を掘削・開削したうえで、トンネルの躯体工事を施す必要がある。左の写真2点のうち上は、仮設構台を構築しているところ、下は2種類の杭を打設しているところ。杭の打設はヒンキン駅舎に近い側から一定の区域ごとに進めた。区域ごとに杭を打設し終わると、構台の一部を解体し、掘削を進める、という手順を、施工区間約134mを13区間に分けて繰り返した。仮設構台を段階的に解体するときには、そのたびに構台の安全性と安定性を保つことが求められた。



ヒンキン駅舎の建設工事。2014年5月の段階。緑に覆われた斜面の上にMTRの既設路線の軌道が見える。高架橋建設工事の作業エリア拡充のため、ロータリーは左手前に移設した



2015年3月段階。現場ではタワークレーン4基を利用。ブームが既設路線の軌道上に侵入しないように、旋回範囲を限定するとともに、ブームの侵入をセンサーで検知する仕組みを取り入れた

建築工事における難題を土木の知見で克服

この難題の解決のため、建築・土木で知恵を出し導いたのが、仮設構台を設置し、基礎杭とトンネル躯体を施工する方法である。この方法は、作業エリア確保のため斜面下部にコンクリートブロックで仮設道路を設置。その後、高架側から順次仮設基礎杭を打設し、その上に仮設鋼製構台を設置するものである。そこから、開削に必要な土留め杭の打設やトンネルの躯体を支える場所打ち杭の打設、掘削を進めていく計画を立てた。

ただ、重機の使用や数を無制限に許してしまうと、強固な構台が必要となり、コストにも工程にも悪影響を与えかねない。そのため、「全体作業ゾーンを3分割のうえ、構台に載せる大型重機を最大3台までとし、15m以上の間隔を保持することをルール付けた」と城は明かす。作業状況に合わせ、仮設構台の解体、掘削、躯体打設の手順を4度繰り返した。

仮設構台を構築してもなお、最終的には作業エリアの不足は補え切れなかったのが実情だった。その解決にも一手を打った。契約上ガス会社が移設する施設を、当社が移設することを条件に、敷地占有を早めることを提案し、ガス会社の承諾を受けたことで、使用許可を受けることができたのだ。

ウィルソン・チュウは、そのことを印象深く記憶している。「協議の結果、その土地を資材の保管やコンクリート打設用の作業エリアとして確保できた。そのおかげで、開削トンネル工を順調に進めることができた」。

ガス会社施設の移転を施工者側が行うことは、最終的に工期短縮の提案として、発注者からも設計変更が認められた。このような特別な準備を行ったことで、難所とされたトンネル工事は、部分引き渡し工期を順守できた。

●変形監視システムで既設路線の安全を確保

もう一つの難所である駅舎の建設では、背後に控える斜面の改良工事も並行して進めていった。ここで

懸念されたのは、斜面上方にMTRの既設路線の軌道が敷設されていた点だ。ヒンキン駅を通る新設路線の軌道との間の距離は約40m。斜面の改良工事や駅舎の基礎工事など、掘削・杭打ち工事が地盤の安定性を揺るがす恐れがあった。

そこで、列車運行の安全性を確保するため、沈下量の監視システムを導入。既設路線の軌道沿いには「自動変形監視システム (ADMS)」を設置し、MTRCと共に軌道の変形をリアルタイムで監視した。また新設路線の軌道脇に設置したフェンス近くには、地盤沈下マーカー、建物沈下マーカー、傾斜計などを置いて、周辺建物への影響を定期的に監視した。

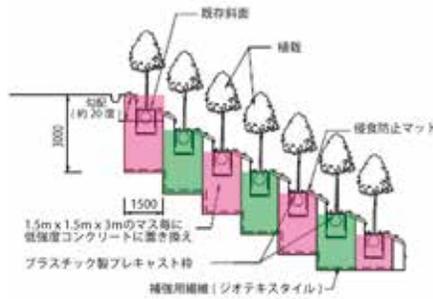
こうしたモニタリングには、警戒すべき事象を捉えるための基準が欠かせない。この現場で設定した基準は3段階。沈下量でいえば12mm以上の「ALERT (警告)」、同じく18mm以上の「ACTION (行動)」、同じく25mm以上の「ALARM (警報)」である。

当社ではさらに、この3つの「A」で定めた基準を超えた場合の対応を、「AAA基準超過時の詳細行動計画」として作成し、発注者の承認を得た。城は「沈下量が工事を中断し発注者と協議する必要がある基準に達したが、その後もモニタリングを続けたところ、急激な沈下ではないことが分かり、工事を継続できたことがあった」と振り返る。

斜面の上方に既設路線の軌道が敷設されていたことで、その改良工事も制約を受けた。斜面崩壊によって鉄道災害を引き起こさないように、重機の使用が禁じられたのである。そのような理由で、改良工事の工法には、「ピット・パイ・ピット」と呼ばれる香港では一般的な工法を用いることが契約前から決められていた。

この工法は、斜面上に1.5m四方の穴を深さ3mまで掘り、その土砂を低強度のポーラスコンクリートに置き換えるもの。斜面改良工事の施工区域は駅舎の背後からトンネルの背後にまで及ぶため、合計すると

図は斜面改良工事の断面。斜面の土砂を低強度のポーラスコンクリートに置き換える。斜面上には、写真のように、1.5m四方の穴を深さ3mまで掘り、土留めに鋼板矢板を用いて、コンクリートへの置換工事を行った。現場は急勾配の斜面のため、その崩壊を防ぐ必要から、斜面上では重機の使用が禁じられていた。ただ、1.5m四方の穴を必要な数だけ開けるには人手と時間がかかるため、ここでは小型バックホーの使用だけは認められた



1000をはるかに超える穴を掘らなくてはならない。ポール・リーは「人手も時間もかかる作業だったため、さすがに小型のバックホーだけは掘削作業に使用したいと申し入れ、承認を得ることができた」と思い起こす。

地盤改良については、24時間体制で施工を行いつつも、安全管理を徹底。駅舎、高架橋、トンネルを中心とする全ての工事が完了したのは、2018年9月。建築部門と土木部門の連携で多くの課題を乗り越えてきた。

●技術チームの後方支援と連携を強みに

「発注者であるMTRCは、品質や安全などに対する要求レベルが高い。それに応えるには、モックアップで事前に施工検討するなど、綿密に計画を立て、当たり前のことでも確実にやることが不可欠。特別なことはいらない」。城はこう総括する。

2020年2月、ヒンキン駅は開業した。公共交通といえば路線バス程度だった地域にMTRが開通したこ

とで、地域住民にとっては利便性が増すとともに、交通渋滞の緩和ももたらされる。

また、駅舎には植栽がふんだんに施されているほか、再生木材の化粧板などリサイクル資材も多く取り入れられている。「環境配慮」を強く打ち出した建築である点は、「グリーンステーション」とも呼ばれるヒンキン駅舎の特徴の一つだ。

香港営業所では今後も、ローカルスタッフを中心に同国のインフラ整備をサポートしていく。当社がその香港で誇れる強みを、ローカルスタッフはどう見ているのか――。

ウィルソン・チュウは、発注者との間で信頼関係を築けている点のもとより、技術的な側面にも強みはある、と自負を見せる。

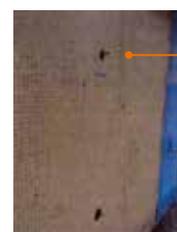
「施工管理、安全管理、環境管理といった現場管理、文書管理も含めたマネジメント力の高さに加え、当工事でも力を発揮した建築・土木の技術チームのバックアップを全面的に受けられる点も五洋建設の強みです」

TEC 02 AAA システム

3段階の基準を設けてモニタリングを実施

対象・観測点	ALERT	ACTION	ALARM	
地盤変位	12mm 又は 1:600	18mm 又は 1:375	25mm 又は 1:300	
既存躯体 (スロープ・擁壁)	13mm 又は 1:600	20mm 又は 1:375	25mm 又は 1:300	
既存建物 (外壁)	1:1000	1:750	1:500	
ライフライン	12mm 又は 1:600	18mm 又は 1:450	25mm 又は 1:300	
地下水位の変化 ※これまでの最低水位との比較	500mm	750mm	1000mm	
地下水位の変化 ※これまでの最高水位との比較	500mm	750mm	1000mm	
振動 (瞬間最大値)	6mm / 毎秒	10mm / 毎秒	13mm / 毎秒	
盛土および地表軌道の移動観測	縦方向の合計変位	5mm	15mm	20mm
	垂直方向の変位 (2.4時間以内)	-	4mm	6mm
	横方向の合計変位	3mm	7.5mm	10mm
	レール間の変化	3mm	4mm	5mm
	傾斜部分の変位	4mm	5mm	7mm
既存建物移動観測点 (EAST RAIL)	縦方向の合計変位	5mm	10mm	15mm
	横方向の合計変位	3mm	7.5mm	10mm
架線支柱移動観測点	角度変化	0.30度	0.40度	0.54度
	垂直方向の変位	10mm	15mm	20mm

駅舎の建設に際しては既設路線の安全を確保するため、ALERT、ACTION、ALARMの3つの数値によってモニタリングを実施した。その対象は図に記載されているように沈下量をはじめ16項目にも及び、それぞれの段階において取るべき対応が具体的に決められている。さらに当社では「AAA基準超過時の詳細行動計画」を作成し、発注者に提出して承認を得るなど安全管理に万全を期した。



発注者に提案をして壁に変位測定器を組み入れることで自社の高い基準を設け、周辺の建築物に影響を与えないよう留意をしながら施工にあたった