

# 構真柱をRCキングポストとした逆打ち工法

## —安全性の向上，施工の合理化を目的とした構真柱—

葉 金育\*\* 翁 國彦\*\* 山崎 英樹\* 陳 文徳\* 周 志憲\* 清水 俊一\*

本工事は、古い建物に囲まれているため、原設計通り順打ちで施工を行うと、掘削時の山留め壁の水平変位による周辺建物への影響が懸念された。そこで、水平変位に対する安全性を向上させるため、逆打ち工法をVE案として提案した。提案にあたり、コストウェイトの大きいキングポスト（構真柱）をRC化し、施工の合理化によりVE案が承認され、施工に至った。

キーワード：RCキングポスト（構真柱），逆打ち工法，水平変位，根切り山留め

### 1. はじめに

昨今の台湾における建築物において、高級集合住宅の需要が増える中、台北市内では、従来の古い建築物郡に囲まれた状況で工事を行う事が頻繁になっている。

また、台湾国内では台風や地震が従来よりも頻繁かつ大規模となってきたことから、工事に隣接する古い建築物に対しての施工計画や施工手順が、政府からも重要視され、安全性の向上が求められている。

本工事の建築場所も古い建築物に囲まれ、さらに現場周辺には商店街や公園があり、多くの人が現場の周りを行き来する状況にある。本建物の構造は、地下3階、地上12階建てRC構造、外壁は、石、タイル、金属パネルで構成され、一戸あたり75坪の高級集合住宅案件である。（Fig. 1）

地下工事の原設計は、順打ち工法による施工計画であった。しかし、当該敷地に面した近隣の建築物が全て古い建築物であり、掘削時における安全性の向上、山留め壁頭部の水平変位による影響を懸念し、我々は1階スラブのみを先行打設する逆打ち工法（その他地下階において

は、順打ち施工）を提案した。さらに、この提案の逆打ち工法におけるコストウェイトの大きいキングポスト（構真柱）をRC化させ、施工の合理化により、VE案が施主から承認され施工に至った。

### 2. 工事概要

- 工事名称：裡參道集合住宅新築工事
  - 建築場所：台北市士林區德行東路109巷旁 基地
  - 発注者：佳緯建設股份有限公司
  - 意匠設計：黄模春建築師事務所
  - 構造設計：王森源結構技師事務所
  - 工事監理：黄模春建築師事務所
  - 敷地面積：1,113 m<sup>2</sup>
  - 建築面積：439.91 m<sup>2</sup>
  - 延べ床面積：6,477,81 m<sup>2</sup>
  - 階数：地下3階（駐車場），地上12階（住戸）  
塔屋3階（E L V機械室）
  - 高さ：48.1 m（最高高さ）
  - 構造：RC造
  - 用途：住宅
  - 工期：2012年3月1日～2014年5月31日
  - 工事範囲  
地中連続壁，地下地上躯体工事，サッシ，外構工事  
外装（石，タイル，金属パネル）  
内装（共用部—床壁/石・天井/吹付け塗装）  
（住戸部—床/石，タイル  
壁/タイル，吹付け塗装  
天井/吹付け塗装）  
E L Vは指定協力業者
  - 主要工事数量
- |      |                      |        |                       |
|------|----------------------|--------|-----------------------|
| 掘削深さ | 12.5 m               | 鉄骨     | 4,900 t               |
| 掘削土量 | 24693 m <sup>3</sup> | コンクリート | 1,700 m <sup>3</sup>  |
| 鉄筋   | 285 t                | 型枠     | 25,928 m <sup>2</sup> |



Fig. 1 完成予想図

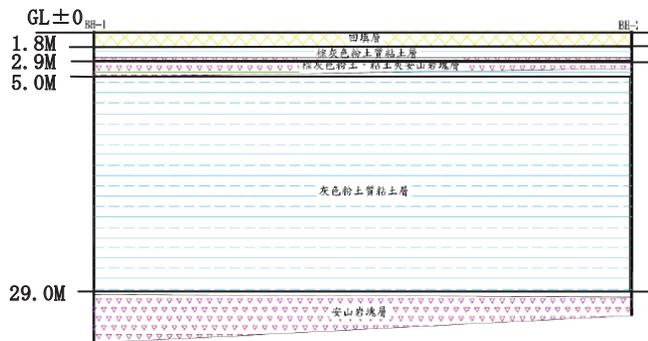
\* 華熊營造股份有限公司  
\*\* 佳緯建設股份有限公司

### 3. 施工計画

#### 3.1 原設計概要

本工事は、地上12階、地下3階のRC構造である。地下工事は、場所打ち地中連続壁（幅=600mm、深さL=23.0m）に水平切梁工法を使用した順打ち工法で設計されており、掘削深さは、GL面から-12.5mである。本工事の敷地の地盤は、粘土層による軟弱地盤であるため、掘削床付け面GL-12.5mから地中連続壁深さGL-23.0mまでの部分にソイルセメントコラムを形成する深層混合改良を用いて地盤改良を施す設計となっている。

Fig.2 に地盤調査による本工事の敷地の地層状況を記す。また、Fig.3 においては、原設計の地中連続壁と地盤改良によるソイルセメントコラムの位置及び躯体の柱の位置を合わせた配置平面図を記す。



- 1. 解体ゴミ (GL: 0 ~ -1.8 M)
- 2. 粘土層 (GL: -1.8 ~ -2.9 M)
- 3. 粘土層, 安山岩層 (GL: -2.9 ~ -5.0 M)
- 4. シルトローム層, 粘土層 (GL: -5.0 ~ -29.0 M)
- 5. 安山岩層 (GL: -29.0 M ~)

Fig.2 地盤調査による当敷地地層状況

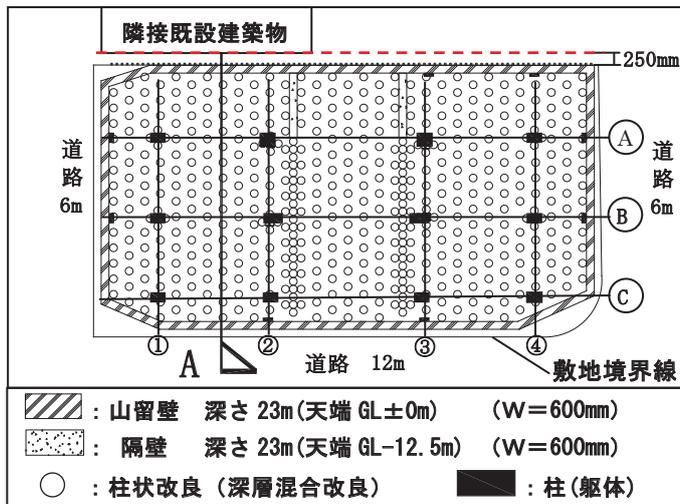


Fig.3 地盤改良の配置及び躯体柱位置

#### 3.2 VE案の検討

本工事は、軟弱地盤であり山留計算上の変位量が30mmであったため隣接する既設建築物（築30～40年の建築物）への掘削による影響が懸念された。（Fig.4）そこで、施工における山留め壁（場所打ち地中連続壁）を含む架構の剛性を高めて、水平変位を軽減させ、安全性を向上させる事を最重要管理項目とし、それを実現させるためにVE案を検討した。

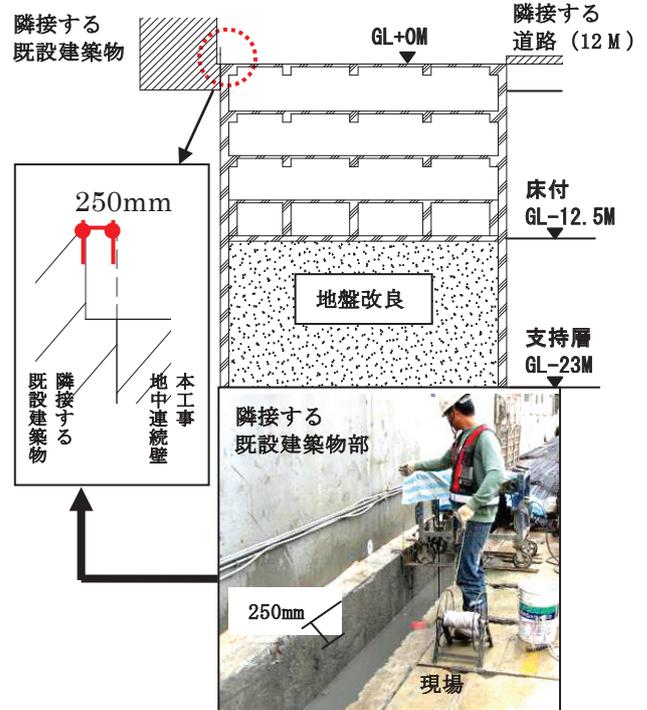


Fig.4 隣接建築物と本工事躯体の位置関係 (Fig.3のA断面)

#### 3.3 VE案概要

VE案の内容を下記に記す。

- (1) 順打ち工法での掘削工事を進める前に、山留め壁頭部の水平変位を抑えることを目的とした1階スラブ及び1階の梁を先行打設し、山留め壁（場所打ち地中連続壁）を含む架構の剛性を高める。
- (2) 地下部分においても山留め壁（場所打ち地中連続壁）を含む架構の剛性を高めるため、地中に設ける控え壁を地中連続壁と対面の地中連続壁をつなぐ形状とし、控え壁自体も地中連続壁（隔壁）とする。また、原設計の控え壁に対して直行する方向2箇所に控え壁を新たに設ける。
- (3) 逆打ち工法として必要となる構真柱のコストを低減するためにRCキングポストとした。

（詳細は、3.2.3）

上記の三つのVE案と原設計との比較を Fig.5 に記す。また、Fig.6 は、原設計案とVE案の山留め地中連続壁の配置平面図の比較及びRCキングポストの位置と躯体の柱の位置関係を示した平面図である。

| - 原設計 -   | - VE案 -   |
|---|---|
| <p>1. 順打ち工法による掘削工事</p> <p>→ 隣接する既設建築物への影響が懸念される。</p> <p>(1-1) 水平切梁工法において、掘削による山留め壁部の大きな水平変位が予測される。</p> <p>(1-2) 隣接する既設建築物側の控え壁が少なく、短い。掘削面以下の地中部分には地盤改良しか施されないため山留めに対しての控えが弱い。</p> | <p>1. 逆打ち工法による掘削工事</p> <p>→ 山留め壁を含む架構の剛性を高め、隣接する既設建築物への影響を軽減させる</p> <p>(1-1) 先行打設した1Fスラブと梁が、山留め壁頭部の水平変位を抑える効果がある。</p> <p>(1-2) 地中連続壁と連結する控え壁を隣接する既設建築物側から向かい側の連続壁まで施工長さを延長し、控え壁も地中連続壁(隔壁)とする。</p> <p>(1-3) (1-1) VE案の鉄骨構真柱を(1-2) VE案を用いて、施工の合理化を図り、RCキングポストにする。</p> |

Fig.5 原設計(左)とVE案(右)の比較

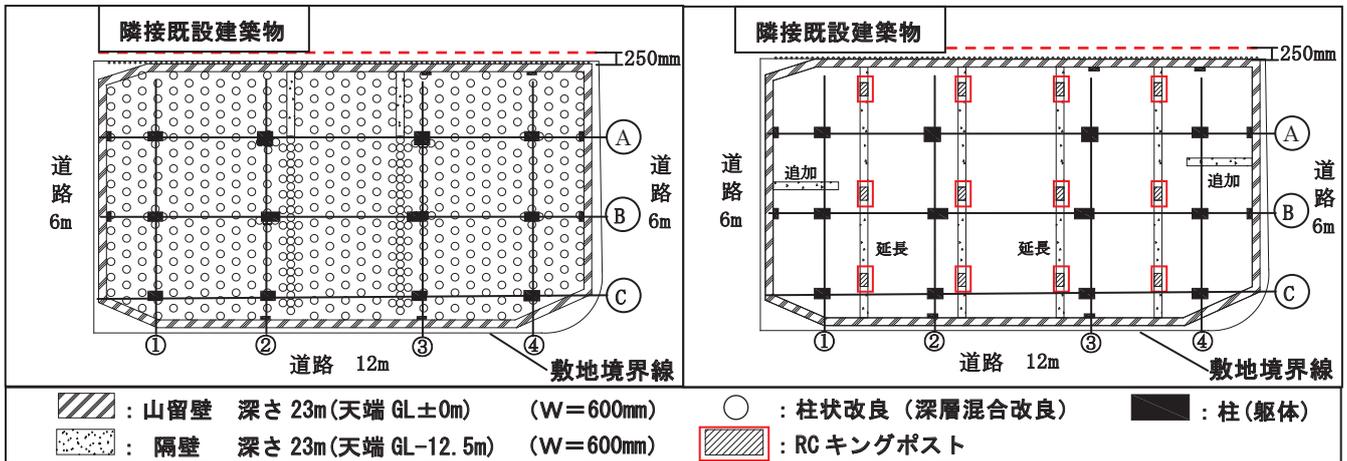


Fig. 6 <原設計>山留め地中連続壁,地盤改良配置平面図(左), <VE案>山留め地中連続壁配置平面図(右)

### 3. 4 VE案の課題点と解決策

本VE案における施工において1階スラブ、梁先行打設前に設ける、鉄骨キングポストがコスト面において大きな課題となった。

当初のVE案では、鉄骨キングポストを躯体の本設柱の位置12箇所(Fig.9の柱の位置)に設ける構造計画であった。これにより、原設計においてはRC造の本設躯体柱だった躯体をSRC柱とし、鉄骨キングポストの施工深さを場所打ち地中連続壁の施工深さ(GL-23.0m)と同じ深さとした。これにより、鉄骨キングポスト12本の追加と、本設躯体柱をSRC柱にしたことによる鉄骨キングポスト廻りの掘削時の手間が掘削工事の工期延長となり、大きなコストアップが懸念された。

そこで本工事では、鉄骨キングポストの数量と施工方法の二方向からVE案の改善を試みた。

まずは、「鉄骨キングポストを出来る限り短くできるか。」という事と「材料を変更できないか。」という観点から、本VE案にて提案した隔壁(施工範囲GL-23.0m~GL-12.5m)を利用する案を検討した。

この案は、鉄骨キングポストを隔壁の上に設置することで鉄骨キングポストが受ける1階スラブ・梁の荷重を隔壁(場所打ち地中連続壁)へ伝達し、荷重を負担させるという方法である。(Fig.7)

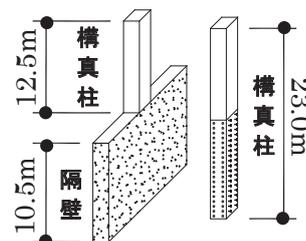


Fig.7 鉄骨キングポストの検討

次に本工事では、上記の案を元に鉄骨キングポストをRC造に変更する検討を行った。理由は、原設計では本設躯体柱はRC造であり、鉄骨キングポストを使用すると柱をSRC造に変更することになり、コストアップとなるからである。方法としては、鉄骨キングポストを設ける部分の隔壁の施工をGL±0まで施工をすることとした。

隔壁の施工における掘削開口を利用し、鉄筋籠をGL-12.5mからGL±0まで延長させて、隔壁の施工深さからキングポストの天端までを同時にコンクリート打設を行うことにより、キングポストと隔壁を一体化して施工が出来る。(Fig. 8) このVE案に関しての構造計算においても問題がないため、鉄骨キングポストをRCキングポストに変更する事ができ、工期短縮と施工の合理化を図る利点が生まれた。

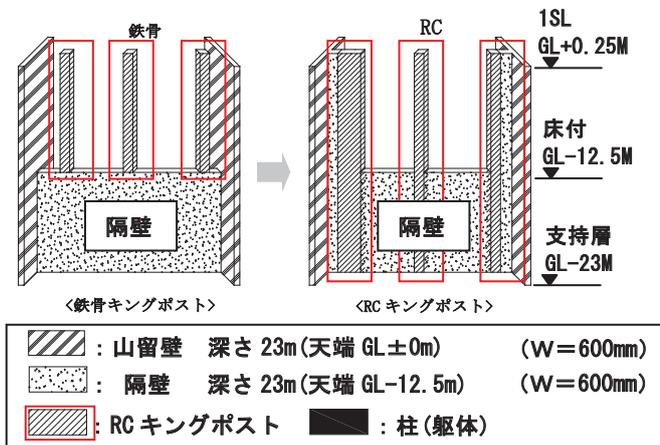


Fig. 8 鉄骨キングポスト (左) とRCキングポスト (右)

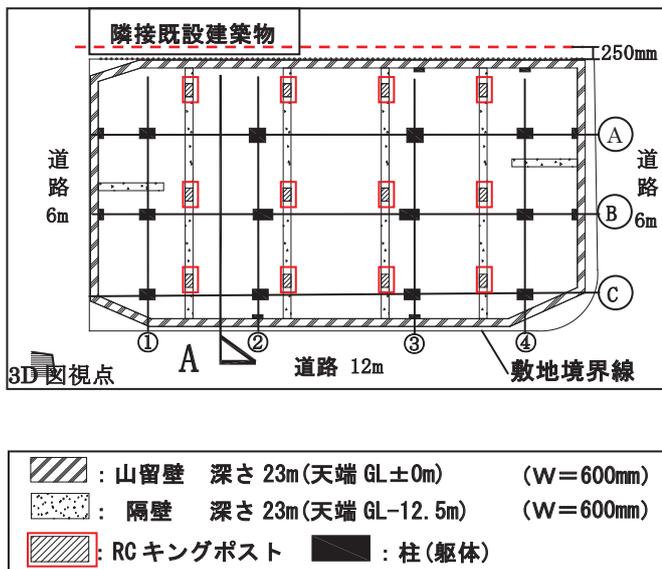


Fig. 9 山留め地中連続壁配置平面図 <VE案>

しかし、左記の解決案は、本設躯体柱とするRCキングポストに対して、掘削時における柱への損傷が懸念され、本工事の躯体に対して均一に配置した地中連続壁(隔壁)を躯体の本設躯体柱の位置に変更させる必要性が生じた。

そこで、本工事では、躯体の本設躯体柱の位置と構真柱の位置は異なる位置に設けることとし、施工方法と安全性の解決案を検討した。その結果、本工事の1階スラブ・梁の荷重を支える構真柱は、地中連続壁(隔壁)から1階スラブを支えるための鉛直方向における仮設支保工として施工することとした。この方法では、1階本設梁の下に構真柱が設置されない状態となるため、1階スラブとRCキングポストの間にH型鉄骨梁(H-350x350x12x19)を1階スラブ下に設け、RCキングポストが1階スラブの荷重を受ける仕組みとした。下記の(Fig. 10)にRCキングポストと1階に設けるH型鉄骨梁の位置及び隔壁と控え壁の位置の状況を示す。

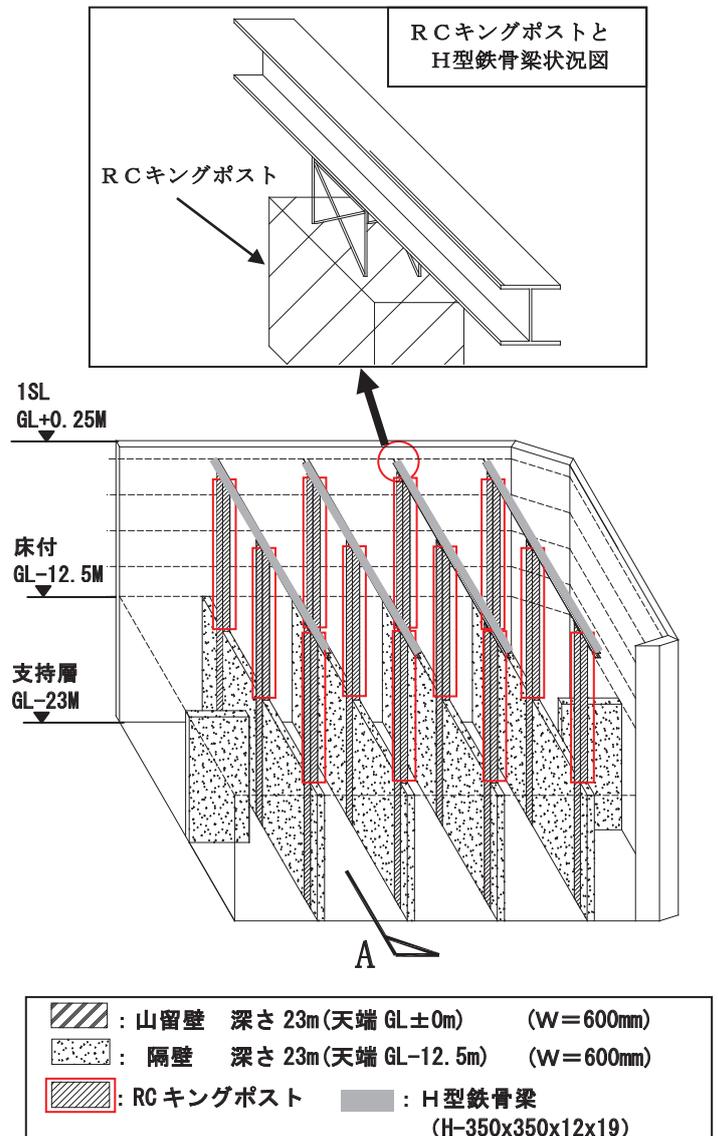


Fig. 10 RCキングポスト・H型鉄骨梁・控え壁等の配置

### 3.5 VE案の承認

前述の検討の結果、山留め壁を含む架構の剛性を高める事で掘削作業に対する安全性を向上させることが出来、原設計通りの順打ち工法の掘削作業が出来た。

さらに本工事VE案は、地中連続壁による隔壁と控え壁を設けることで、これを原設計の地盤改良工事の代わりとする事ができ、工期短縮をも図ることが可能となった。また、VE案検討時におけるコストアップの懸念も改善した再検討VE案により施主の承認を得ることができた。

### 4. VE案 施工概要と施工方法

#### 4.1 施工概要

本工事におけるVE案の施工は、外周部の山留め工事（場所打ち地中連続壁）時に隔壁になる場所打ち地中連続壁及びRCキングポスト部分の施工、控え壁における施工を全て同時に実施した。山留め工事後、山留め支保工の役割を果たす1階スラブ・梁を先行打設し、地下階に関しては、原設計による施工手順と同様、順打ち工法にて、掘削（一次～五次）→水平切梁支保工（四層）を実施し、床付け面まで施工を行った。（Fig.11）

#### ■土留め工事施工手順 (Fig.11)

- |   |            |  |            |
|---|------------|--|------------|
| 1. 敷地外周部地中連続壁施工<br>(天端GL±0)             | (Fig.11-①) | 6. 隔壁地中連続壁部分埋め戻し<br>(GL-12.5m~GL±0)                | (Fig.11-⑥) |
| 2. 隔壁地中連続壁 (含RCキングポスト) 部分掘削<br>(天端GL±0) | (Fig.11-②) | 7. 1階スラブ・梁部分施工 (含一次掘削)                             | (Fig.11-⑦) |
| 3. 隔壁地中連続壁 (含RCキングポスト) 部分施工<br>(天端GL±0) | (Fig.11-③) | 8. 地下1階部分掘削 (二次～四次掘削) (各階同様)<br>(GL-1.8m~GL-12.5m) | (Fig.11-⑧) |
| 4. 隔壁地中連続壁部分掘削<br>(天端GL-12.5m)          | (Fig.11-④) | 9. 地下1階部分水平切梁支保工施工 (各階同様)                          | (Fig.11-⑨) |
| 5. 隔壁地中連続壁部分施工<br>(天端GL-12.5m)          | (Fig.11-⑤) | 10. 地下ピット部分掘削 (五次掘削)                               | (Fig.11-⑩) |

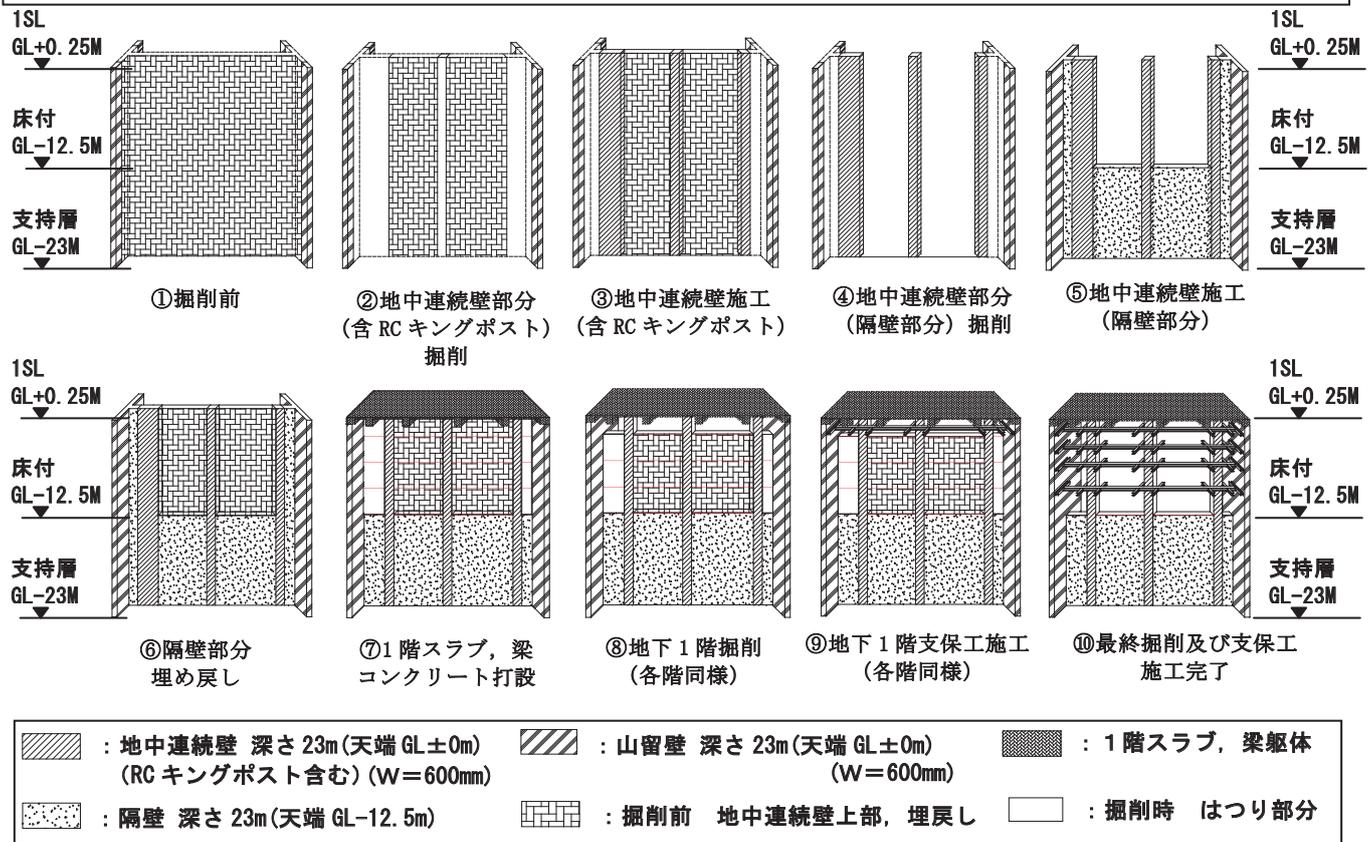


Fig.11 RCキングポスト部分施工手順 (Fig.7.8 A断面部分)

#### 4. 2 施工手順及び施工方法

(1) 山留め（場所打ち地中連続壁）は、まず、外周部分から施工を行う。外周山留部分の地中連続壁は、本設の構造壁として利用する。場所打ち地中連続壁の施工方法は、安定液を用いて掘削壁面を押さえながら溝孔を削孔して、スライム処理を行い、溝孔に鉄筋籠を吊り込み、トレミー管等を設置し、コンクリートを打設する方法とした。

(Photo. 2)

RCキングポスト部分における配筋は、構造計算に基づき縦筋、横筋ともにD16を配筋した。また、鉄筋のピッチは、横筋、補強筋とも400mmピッチで配筋を行った。(Fig. 12)

施工順序は、通常の場合打ち地中連続壁と同じく、先行エレメントと後行エレメントの施工手順にて施工した。また、VE案で提案した「隔壁」、「RCキングポスト」との取合い部分についても、RCキングポストと隔壁を同時施工する部分を先行エレメント、隔壁のみの部分を後行エレメントとした。(Fig. 11)隔壁のみの部分に関しては、コンクリート打設後、埋め戻しを行う。(GL±0～GL-12.5m)現場施工管理時に注意した点は、隔壁天端GL-12.5mの品質を確保するため、コンクリート打設におけるコンクリート天端をGL-12.3mと少し高く打設し、掘削工事の床付けの際に、隔壁天端のはつりを行った。(Photo. 3)



鉄筋籠吊り込み状況



削孔状況

Photo. 2 場所打ち地中連続壁施工状況



Photo. 3 隔壁天端はつり施工状況

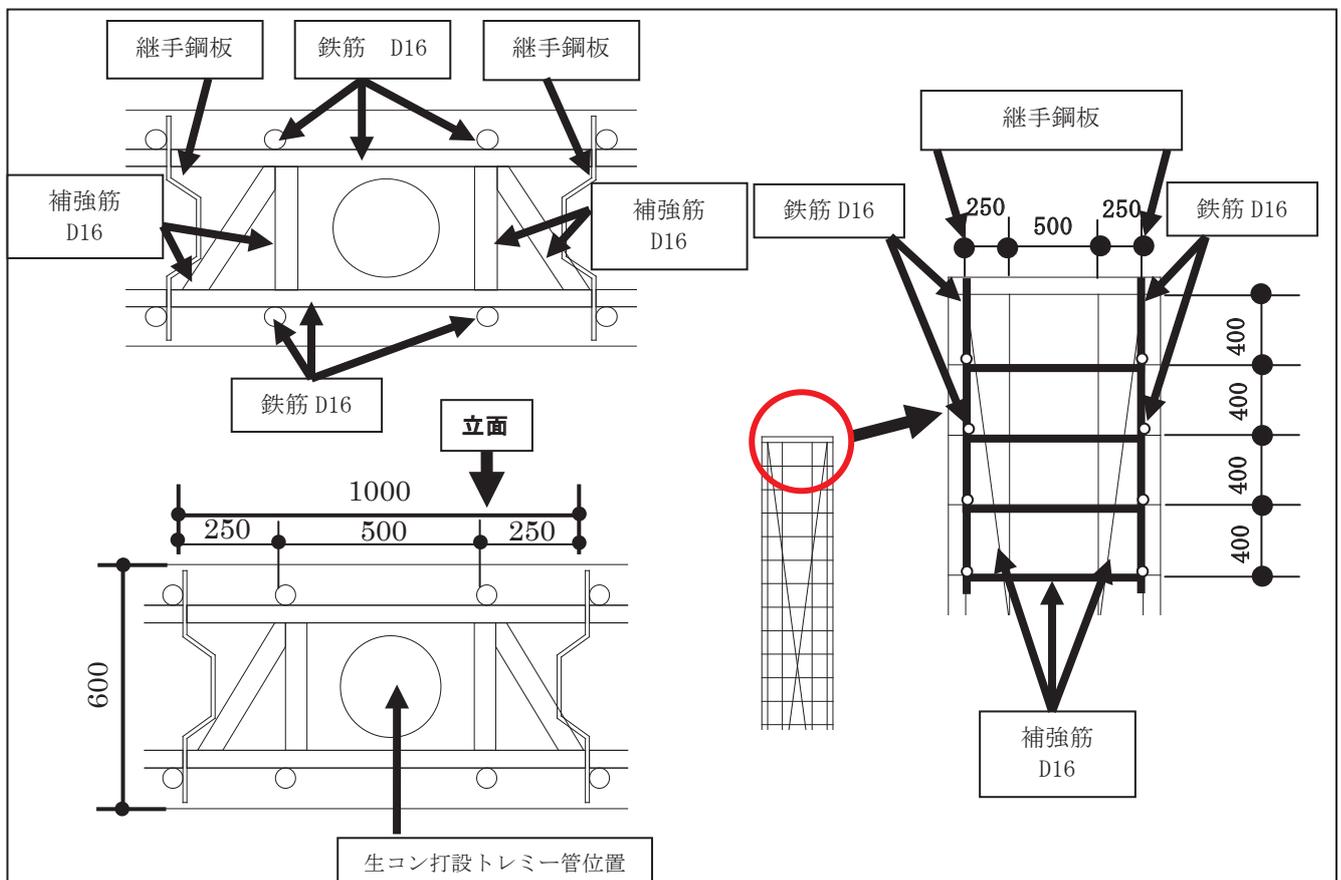


Fig. 12 RCキングポスト配筋及びトレミー管位置平面詳細（左），立面詳細（右）

(2) 地中連続壁及びRCキングポスト隔壁、控え壁を施工後、1階スラブ及び1階梁の施工を行った。一般の逆打ち工法であれば、鉄骨キングポストの位置が躯体の梁と絡むが、本工事におけるRCキングポストは、VE案により、躯体の柱と異なる場所に設けることとした。そのために仮設のH型鉄骨梁(350x350x12x19)をRCキングポストの上に設け、1階スラブの荷重を支えた。(Photo. 4)



RCキングポスト頭部現場状況      鉄骨セット現場状況  
**Photo. 4 RCキングポスト部分現場状況**  
 (1階捨てコン打設後)

(3) RCキングポスト部分のH型鉄骨梁の施工を行った後、1階スラブ及び梁を施工し、先行打設した。(Photo. 5)



鉄骨セット完了状況



1階スラブ・梁 コンクリート打設状況  
**Photo. 5 1階スラブ、梁施工状況**

(4) 1階スラブ、梁施工後、B1F部分を掘削し、水平切梁を施工した。(Photo. 6, 8) その後、B2F掘削工事をし、この繰り返しにて床付け面(GL-12.5m)まで掘削を行った。(Photo. 7, 9)



(左) Photo. 6 B1F水平切梁施工状況  
 (右) Photo. 7 B2FRCキングポスト部分掘削施工状況



Photo. 8 RCキングポスト部分水平切梁施工状況



Photo. 9 RCキングポスト部分掘削施工状況

掘削、水平切梁支保工工事完了後の躯体工事は、順打ち工法により

1. 地下耐圧盤コンクリート打設
2. MATコンクリート打設
3. 地下3階から順次躯体コンクリート打設の施工手順で施工を行った。

#### 4. 3 RCキングポスト撤去作業

本工事のVE案におけるRCキングポストは地下躯体工事完了後、解体し撤去を行った。

RCキングポスト撤去後、スラブ部分における開口は、躯体工事に時に設けておいた埋設鉄筋を用いて、配筋を行い補修した。その施工方法を以下に記す。

- (1) 地下躯体完了後、仮設支保工としてのRCキングポストは、上階からはつりにて撤去し、1階スラブにセットした、仮設のH型鉄骨梁も切断し撤去を行った。  
この撤去作業は、他の工程に影響せず、さらに撤去開始から1ヶ月の期間で作業を終えた。(Photo. 10)



Photo. 10 RCキングポスト撤去作業（撤去状況）

- (2) 撤去後は、RCキングポスト周辺の躯体スラブに埋め込ませておいた開口補強の鉄筋を配筋し、コンクリートを打設して補修を行った。(Photo. 11)

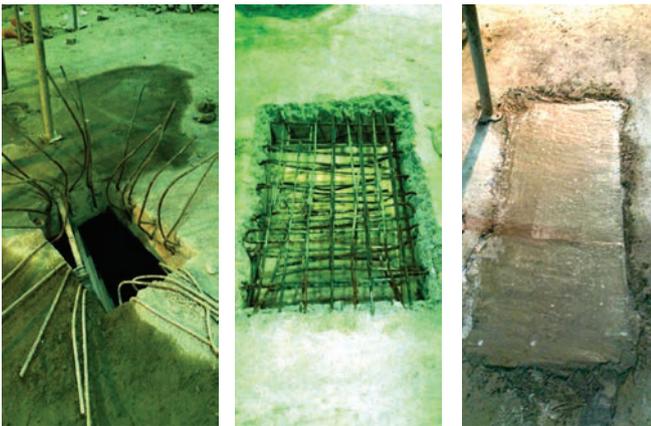


Photo. 11 RCキングポスト部補修状況

## 5. まとめ

本工事のRCキングポストを使用したVE案を実施した結果、近隣の既設建築物への水平変位を微量に抑えることができ、原設計に比べ、工期の短縮、コストダウンを成功させる結果となった。さらに、1階スラブを先行打設したため、掘削時における騒音を防ぎ、掘削における搬出トラックを敷地内に待機させることができる利点生まれ、近隣への環境配慮ができた。

本工事におけるRCキングポストの施工においては、本設の躯体柱としてRCキングポストを施工出来れば、撤去作業や補修作業を改善できる。

昨今の台湾での工事において、従来の古い建築物郡に囲まれた状況で工事を行っていく上では、本工事のVE案の改良を進め、安全性の向上を図った上でのVE案を実施していく事が今後の課題となる。

## 謝辞

本報告をまとめるにあたり、支援をして下さった施主及び構造設計・監理の関係各位、また、助言をして下さった国際支店・華熊營造の関係各位に対し謝意を表します。

---

## The pilgrimage-in-reverse-order construction method which used for the pillar as RC King Post The pillar aiming at safety improvement and rationalization of construction

YE Jin-Yu, WENG Guo-Yan, Hideki YAMASAKI, CHEN Wen-Te, CHOU Chih-Hsieh  
and Shunichi SHIMIZU

### Abstract

Since it was surrounded by the old building, if it would constructed by the pilgrimage in numerical order as the original design. We were anxious about the level displacement at the time of digging. Therefore we proposed the inverted construction method as a VE proposal in order to raise the safety for level displacement.

The king post with a large volume of cost weight was proposed as RC structure, and by rationalization of construction, VE proposal was approved and it resulted in construction.

Key words: RC king post, Inverted construction method, Horizontal displacement, Excavated

---