

# 台湾における周辺環境に配慮した地下工事に関する急速施工

林 培元\* 田原 海\* 勅使河原達也\*\* 西原鉄馬\*\*\* 磯貝光章\*\*\*\* 渡辺則雄\*\*\*\*\*

工事現場は、台北市内の主要幹線である「民生東路」に面し、前面道路以外の三面には、5~7階建ての築25年から35年の古いRC造（主として、外壁・内部間仕切に煉瓦組積併用）の集合住宅が極近接した、施工上難易度の高い地下工事環境下にある。当該工事では、厳しい工程の中、連続地中壁の築造から地下工事期間を通じて、周辺環境への影響を最小限に抑えるための極めて慎重な施工が求められた。施工者として、脆弱な周辺建物への安全性を十分考慮した施工法を提案。地域協定により、作業時間に制限がある中、街中の狭い敷地において平均排出土量1500m<sup>3</sup>/日の急速施工を可能にし、予定期間を2ヶ月短縮した。

本報告は、台湾ではほぼ指定仮設である連続地中壁工事による山留め計画に関するVE提案と地下工事の急速施工に不可欠な現場計測管理について述べる。

キーワード：急速施工、地下工事、地中連続壁、周辺環境

## 1. はじめに

台北宏晋建設民生住宅の現場は台北市中山区の高層ビルが林立する商業地域に位置する。この地域は台北市においても比較的早い時期から発展し、敷地の三面は隣地建物と非常に近接している（Fig. 1）。



Fig.1 完成予想図

敷地は不規則な多角形状（計12角）をしており、最大幅76m、最大奥行き21m、敷地面積1,761 m<sup>2</sup>。敷地北側は民生東路に面しているが、東側はB2F~9Fの銀行ビル、南側はB1F~5Fの集合住宅隣接し、西側には4~5Fの更に古い集合住宅に接している。

付近には、多くの金融機関や台北大学もあり、日中の人と車の往来が多い。前述のとおり、敷地は、住宅地と近接しており、工事車両の規制と安全誘導に注意すると共に、周辺環境の維持管理に細心の注意を払って施工している。

- \* 宏晋建設民生住宅新築工事作業所
- \*\* 華熊營造股份有限公司
- \*\*\* 国際支店 海外工事事務
- \*\*\*\* 建築事業本部
- \*\*\*\*\* 技術研究所 地盤基礎研究グループ

## 2. 工事概要

### 2. 1 建物概要

- 工事名称：宏晋建設民生住宅新築工事
- 建築場所：台北市民生東路三段
- 発注者：宏晋建設股份有限公司
- 意匠設計：金 以容建築師事務所
- 構造設計：凱巨工程顧問有限公司
- 設備設計：坤泰電機技師事務所
- 敷地面積：1,736m<sup>2</sup>
- 建築面積：763.45m<sup>2</sup>
- 延べ床面積：16,365m<sup>2</sup>
- 階数：地下4階、地上14階
- 高さ：49.9 m
- 構造：RC造
- 用途：住宅
- 工期：2005年8月1日~2007年9月15日
- 工事範囲

連続地中壁、地下地上躯体工事（RC）、サッシュ・外装（石乾式、二丁掛けタイル）、内装（共用部一床壁大理石、天井ボード/住戸部一浴室・厨房での石・タイル、リビング部）、駐車場（機械式立体駐車設備含む）、外構工事に加え屋内プール工事など。電気・設備・ELVは別途工事。

#### ■ 主要工事数量

- \* 地中連続壁 8,333m<sup>2</sup>
- \* 掘削土量 23,750m<sup>3</sup>
- \* 鉄筋 2,379t
- \* コンクリート 12,296m<sup>3</sup>
- \* 型枠 31,037m<sup>2</sup>

### 2. 2 地下工事概要

本工事では、地下外壁構造体である連続地中壁が掘削工事時の山留めとして計画され、地下部分の有効面積を最大限確保すると同時に、掘削土量を最小限に抑えている。山留め壁としての連続地中壁の配置をFig. 2に示す。

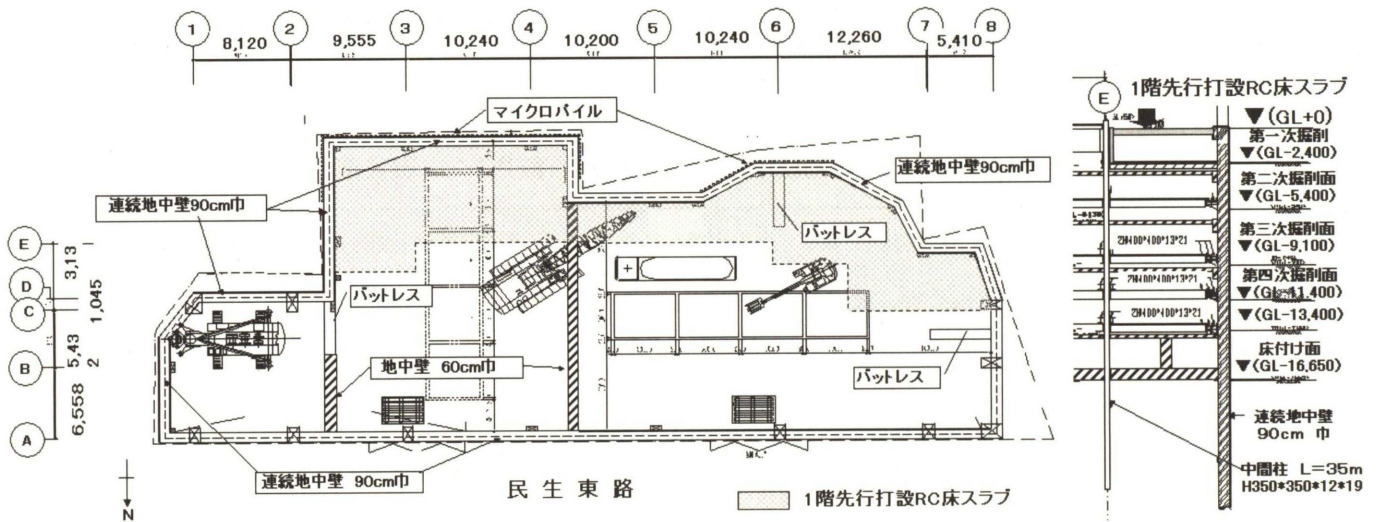


Fig. 2 連続地中壁 配置図及び断面図

- ・ 連続壁厚さ : 90 cm
- ・ 連続壁深さ : 38.0m
- ・ 切梁 : 水平 5 段
- ・ 掘削 : 6 次掘削
- ・ 掘削深さ : GL-16.5m

受注後 VE 提案として、地下工事の基礎及び地下躯体工事の詳細検討を行い、近隣への影響を最小限に抑えるべく、施工計画し、次の 3 項目の地下工事に関する VE 案を提出した。

- 1) 1 次掘削後 (GL-1.2m) に南面の近隣建物 (築 35 年以上) に近接している区域の 1 階 RC 床スラブの先行打設。
- 2) 深さ 36.5m~38.0m の 3 つのタイプの連続地中壁について施工性を考慮し、実績値から再評価した側圧による構造計算に基づいて、深さ 36.5m に統一。
- 3) 地中壁増設に伴う、原設計のバットレス位置及び配筋方法を変更。

特に、1) の RC 床の先行打設については、①掘削平面が凸形 (Fig. 2) である為、切梁長さのタイプが多くなる事②南面の近隣建物は老朽化が著しく、施工中に沈下、傾きなどが生じ易い事などを考慮して、提案した。スラブ先行打設により、切梁の長さを均一化でき、東西方向の腹起こしも直線的になった事で、施工性が向上し、工期短縮、工費削減を達成できた。更に、山留めの効果も、十分発揮され、変位量を最小限に抑える事が出来た。

### 3. 地盤概要

現場は、台北市の北東方面に位置し、北側に基隆川に隣接している。台北市は、基隆川と淡水川により運ばれた土砂が堆積した扇状盆地で、西部淡水川周辺は緩い砂質地盤が主であるのに対し、東部は軟弱な粘性土地盤が主である。当該地盤 (Fig. 3) は、丁度二つの性質の地盤が交差する地区に位置し、地層として両方を持ち合わせている。大きく分けて上位から①埋戻し層 (N 値 2) ②シルト質砂層及び砂質シルト層 (N 値 2) ③シルト質細砂層 (N 値 4)

④シルト質礫層 (N 値 9) ⑤シルト質粘性土層及シルト質細砂層 (N 値 4) ⑥シルト質粘性土層及粘土質シルト層 (N 値 14) ⑦粘土質シルト混じり砂質シルト及び薄層砂質層 (N 値 13) ⑧岩層 (N 値 100 超) の 8 層に分類され、④、

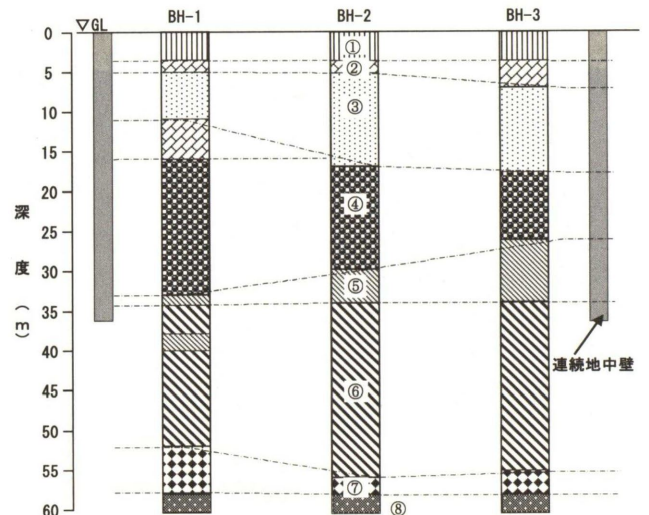


Fig. 3 土質柱状図

⑤の層に東西方向に約 7 m の不陸が見られるが、他の層には、大きな不陸は見られない。地下水位は GL-3.0m 位でほぼ安定しているが、最深掘削面の GL-16.65 m よりはるかに高い。

また、床付け面がほぼ N 値 4 程の軟弱なシルト質粘性土層及シルト質細砂層である。

### 4. 山留め壁工事

本工事のマイクロパイル工事、連続地中壁及び地中壁工事の工程は以下の通りである。

- ・ 敷地内の整地、コンクリート舗装及びマイクロパイル工事 : 2005 年 8 月 4 日~2005 年 9 月 6 日 完了
- ・ 連続壁及び地中壁 (バットレス含む全 51 単位エレメント) 工事 : 2005 年 9 月 6 日~2005 年 10 月 27 日 完了

#### 4. 1 マイクロパイル工事

##### (1) 隣地建物境界部の地盤強化

前述の通り、敷地南面の隣地建物は敷地境界線に著しく近接している。連続地中壁の掘削中に隣地建物の接地圧による連続地中壁の表層部の溝壁ならびにガイドウォール背面地山の崩壊に伴う隣地建物の基礎の沈下、傾斜及び上部躯体構造の安全性に悪影響が出る事が予想された。その為、連続地中壁のRCガイドウォールの施工前に、南面の老朽化集合住宅と隣接する一面に、先行してマイクロパイルを施工した (Photo. 1、2)。

杭径：20 cm、間隔：30 cm、深さ：16 m

本数：153本、配筋：D 16 L=16 m

杭挿入角度：0°、5°の交互連続配置

##### (2) マイクロパイルの施工法

施工法は、スクリーオーガーで所定の角度に沿って予定深度まで掘削し、その後に、トレミー管を杭底まで差し込み、セメントミルクを注入、鉄筋を落し込むまでを、1つのサイクルとした。このサイクルをマイクロパイル3本飛ばしに連続施工した。

地中で地盤陥没防止の擁壁の役割を持たせる為、杭は、挿入角度 (0°、5°) で交互に緊密な柵状に連続施工された (Photo. 1, Fig. 4)。



Photo1 マイクロパイル打設状況 (近景)

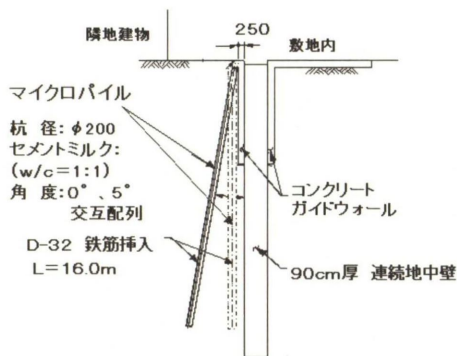


Fig. 4 マイクロパイル断面図

##### (3) マイクロパイルの効果

一般的に、マイクロパイルのセメントミルクによる硬化は、ほぼ削孔径と削孔長 (0° ~5° の傾斜をもつφ20、L=16m) の周辺範囲に限定でき、高圧噴射式地盤改良法による予想外の区域まで硬化させる事はなく、効果的である。

当工事では、マイクロパイルの長所を活用し、隣地建物の地盤の保持ができ、その後の連続壁及び地下工事の順調な作業進捗に大きくその効果を発揮した。



Photo2 マイクロパイル施工完了状況

#### 4. 2 連続地中壁工事

##### (1) 施工手順

連続地中壁の施工手順は、Fig. 5 の通りに、掘削は先行エレメントで1.5日、後行エレメントで1.0日として計画した。

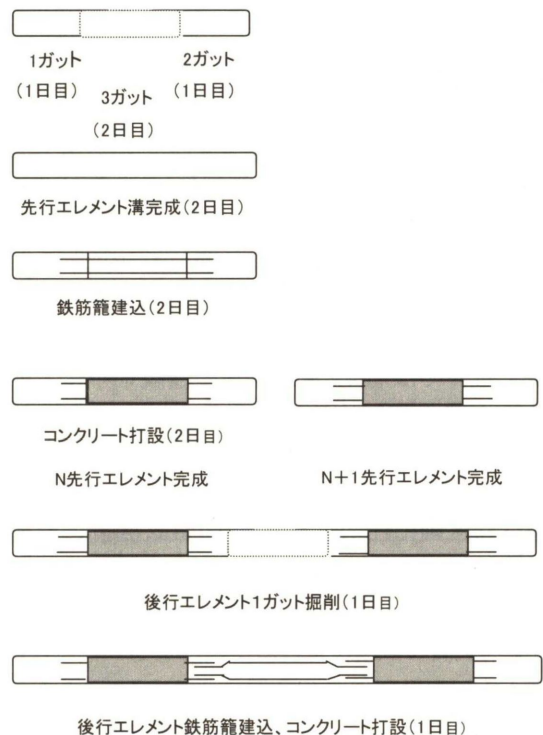


Fig. 5 一般部施工手順

また、コーナー部及び非直線部については下記 Fig. 6 の通りの手順とした (Photo. 3)。

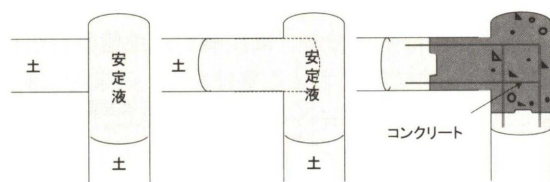


Fig. 6 コーナー部、非直線部の納まり

## (2) エレメント掘削工事

先行エレメントからの突出接合鉄筋を痛めないように慎重な掘削を行った。ガイドウォール下端の溝面や地層の変化部での溝の崩壊を起こさないよう、安定液 (ポリマー安定液 Neat VisNV-220) のレベルは常時管理し、液面の低下を防いだ。

## (3) 先行エレメント端部の品質管理

後行エレメント掘削後は、先行エレメント端部の超音波計測を行い、端部の状況を確認した。その後、端部清掃器具により、清掃を行った。

## (4) スライム処理とコンクリート打設

エレメントの掘削終了後は、鉄筋籠建て込み前にスライム処理 (底ざらえ) を行い、トレミー管 (Φ200mm、l=3.0m) を使用し、コンクリートを打設した。トレミー管は、打設中常にコンクリート内に 1.5m 以上挿入した状態を保持した。コンクリートのスランプは、設計仕様の通り、20cm±2cm で、打設した。

なお、鉄筋建て込み時には、隣接建物に十分注意した。

## 4. 3 地中壁及びパットレス工事

2, 3 通りの中間及び 4, 5 通りの中間に地中壁 (幅 60 cm) を設け、地下を 3 つの大きなエリアに区分した。さらに、6 通り及び B 通りにはパットレスを設けて、連続地中壁を補強した。(Fig. 2) これらの処置により、北側 A 通りの長大な連続地中壁の変位を防止することが出来た。また、連続地中壁と地中壁の継ぎ手部分をより緊密化するために、X-Y 方向の 2 つの単位エレメントを接続するのではなく、本設躯体の連続地中壁と仮設体である地中壁のほぞに該当する T 字継ぎ手を同時に打設した。継ぎ手部分を強固にする事により、内部応力の伝達がよりスムーズに行われると共に、地中壁によって、より小さな区画に仕切られた地下部は、強固に緊密化し、所期の連続地中壁の目的を達成でき、変位防止に効果を発揮した。



Photo. 3 連続地中壁施工状況

## 5. 地下掘削工事

掘削地盤は、表層部分を除き、次のような軟弱で比較的重い粘性土であった。

- |                  |              |
|------------------|--------------|
| • GL~-0.25 m     | コンクリート仮舗装作業床 |
| • GL-0.25~-0.6 m | ガラ混じりの埋め戻し土  |
| • GL-0.6~-3.5 m  | 軟弱粘土質層       |
| • GL-3.5~-16.5 m | 軟弱砂質土層       |

掘削面より更に下側に粘土質不透水層が存在し、地下水位はほぼ GL-3.0 m に位置している。

### 5. 1 1階先行打設RC床の施工

当初、連続壁施工後は、掘削、切り梁、基礎施工という順打ち施工では、敷地南側の密集し老朽化した集合住宅に、掘削中の変位による被害が集中する事が予想された。

南側の凸型に出張った部分 (Fig. 2) のスラブを先行打設する部分逆打ちにしたことにより、連続地中壁頭頂部が固定され、Y 方向の支持距離も短縮でき、切り梁全体の安定性、掘削の安全性が期待できた。

先行床を支持する構真柱は撤去作業をなくすことと SRC 柱としての効果を考慮して本設柱位置に施工した (Photo. 4)。



Photo. 4 構真柱建て込み状況

スラブを先行打設 (Photo. 5) する事により、作業安全に大きく貢献した事は勿論だが、近隣住民にとっても掘削面をスラブが遮る形になり、景観上の不安感、工事の騒音そして粉塵による被害を極力減少できた。また、現場にとっては、作業員の貴重な休憩スペース出来、また街中の現場では貴重な資材の加工場と仮置場を確保でき、作業効率を上げる事に大きく役立った。

スラブを先行打設するために、約1ヶ月ほど費やしたが、隣地建物への影響の軽減、労務安全の向上、周辺環境環境問題の改善、そして工期短縮に大きく貢献した。



Photo. 5 先行床打設状況

### 5.2 切梁の配置計画

土質性状について、Table. 1 に示す。

切梁の配置計画は、土質の性状を考慮し、切梁軸応力、変位量 (Table. 2) を満足するように、Table. 3 の様に断面を確定し、配置した。

### 5.3 掘削計画

本工事の掘削面積は 1,426 m<sup>2</sup>、掘削深度は GL-16.5 m、掘削総量 23,750 m<sup>3</sup>。掘削手順は、ショートリーチショベルによる掘削及び小運搬、クラムシェルによる構台への残土集積及び残土運搬ダンプによる搬出とし、構台及び搬出車両の水洗い清掃を徹底し周辺の環境保護に努めた。

6 次の掘削全てにおいて、ディープウェルによって掘削面より 1 m 低くなるまで地下水を排水し、作業性の向上と切梁作業の安全性に配慮した。

VE 案として、提出した 1 F スラブの先行打設及びマイクロパイルによる隣地建物の基礎の沈下、傾斜の防止、地中

Table1 土質性状

層別	平均 厚度 (M)	平均 深度 (M) GL	SPT-N (平均)	r <sub>t</sub> t/m <sup>3</sup>	e	q <sub>u</sub> t/m <sup>2</sup>	C' t/m <sup>2</sup>		φ' (deg)		C <sub>c</sub> (Cr)
							c	c'	φ	φ'	
①	3.5	-0~-3.5	2	1.9	0.7	-2.5	1.5	0	15	28	-
②	1.5	-3.5~-5.0	4	2	0.6	-	0	-	30	-	-
③	11	-5.0~-16	9	2	0.55	-	-	0	-	32	-
④	13.7	-16~-29.7	4	1.9	0.85	(3.5)*	1.5	0	15	28	0.23 -0.04
⑤	4	-29.7~-33.7	14	1.95	0.6	-	-	0	-	31	-
⑥	15.9	-33.7~-49.6	13	1.92	0.75	(10)*	2.2*	0.0*	19*	30*	0.18* -0.01
⑦	6.2	-49.6~-55.8	26	1.95	0.74	(13)*	3*	0	21*	31*	0.15* -0.01
⑧	>	-55.8	Over 100	2.2	-	-	-	-	-	40*	-

Table2 山留めの変位、応力

	変位量 (cm)	モーメント (t-m/m)	切梁軸応力 (t) Span&6.0m				
			第一段 GL-1.65	第二段 GL-4.7	第三段 GL-7.7	第四段 GL-10.7	第五段 GL-12.9
第一次掘削GL-2.40m	0.568	11.4					
切梁第一段	0.146	3.52	50				
第二次掘削 GL-5.40m	0.521	16.91	65.29				
切梁第二段	0.387	11.95	53.07	100			
第三次掘削GL-8.40m	0.932	39.85	55.43	131.97			
切梁第三段	0.685	19.55	52.74	110.93	240		
第四次掘削GL-11.40m	1.215	52.64	45.86	113.55	292.61		
切梁第四段	0.98	32.25	49.3	110.18	258.8	240	
第五次掘削GL-13.40m	1.868	76.29	42.4	103.2	276.81	327.31	
切梁第五段	1.67	62.56	45.02	104.67	265.68	292.68	240
第六次掘削GL-16.65m	3.727	142.68	39.96	93.1	255.5	348.5	421.2
B4FL(GL-14.35m)con打 第五及四段切梁解体	3.778	94.73	26.02	112.15	412.21		
B3FL(GL-9.75m)con打設 第三段切梁解体	3.772	86.89	41.17	183.29			
B2FL(GL-6.45m)con打設 第二段切梁解体	3.765	87.31	73.27				
B1FL(GL-3.15m)con打設 第一段切梁解体	3.764	87.71					
最大値	3.778	142.68	73.27	183.29	412.21	348.5	421.2

Table3 支保工

掘削 次数	掘削深度 (GLからの レベル)	切梁レベル (GLからのレ ベル)	腹起しサイズ	切梁サイズ	予圧値
第一次	-2.40m	-1.65m	H300x300x10x15	H300x300x10x15	498kNX1
第二次	-5.40m	-4.70m	2H350x350x12x19	H400x400x13x21	1,196kNX1
第三次	-8.40m	-7.70m	2H400x400x13x21	2H400x400x13x21	1,196kNX1
第四次	-11.40m	-10.70m	2H400x400x13x21	2H400x400x13x21	1,196kNX1
第五次	-13.40m	-12.90m	2H400x400x13x21	2H400x400x13x21	1,196kNX1
第六次	-16.65m	-	-	-	-

壁、バットレスによる地中連続壁の剛性の向上により、築 25 年から 35 年の老朽化し脆弱な近接建物に対する影響を最小限に抑え事ができた。

台北市内の超大型プロジェクトにおいても、1 日掘削量

が千数百 m<sup>3</sup> という事を考えれば、このような狭小な敷地、街中の作業環境の中、1,500m<sup>3</sup>/日を達成し、地下工事期間を2ヶ月短縮したことは、大きな成果といえる。

周辺環境を第一に配慮した山留め計画、受注後 VE 案の検討、入念な実施が奏効した (Photo. 6)。

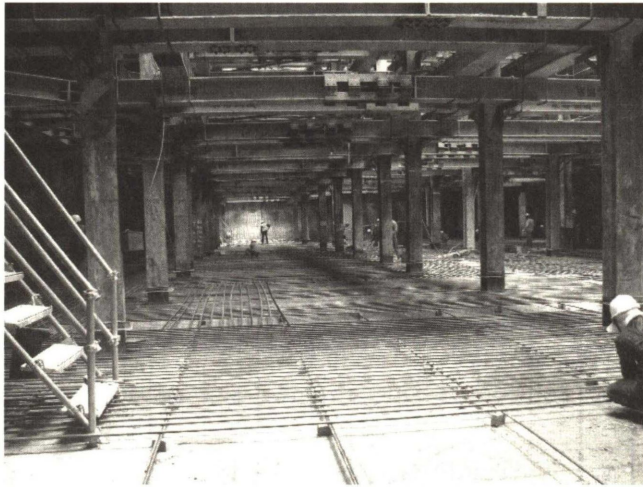


Photo. 6 耐圧盤床付け状況

#### 5.4 地下水位の管理計画

掘削土の大部分が軟弱な砂質土であり、漏水及び漏砂による地盤沈下が周辺建物へ悪影響を及ぼす事が懸念された。その為、山止めを兼ねる連続壁の水密性を重要視し施工したが、地下水位の管理を確実に実施した。

地下水位がほぼ GL-3.0m である事と、連続壁が既に不透水層を貫通している事で、地下水の強制排水を3箇所のゲイプウェルにて行う事にした。

排水工事を安全に行うために、常時1名の専任管理者を配置すると共に、予備電源としてジェネレーターを1台常時配置した。

### 6. 変位計測管理

Table 4 及び Fig. 7 に計測管理計画概要を示す。

#### 6.1 連続壁の変位

地下室の容積率制限があり、施主、設計事務所から連続壁の精度確保が要請された。連続壁内面は山止めを兼ねた本設の地下躯体外壁であり、且つ、連続壁の内面がそのまま部屋内壁に成るという全く寸法的に余裕のない設計になっていた。内壁の仕上代確保のために外側に5cmフカシ、法令の許す範囲で駐車場スペースを確保した。

連続地中壁周囲に4箇所 (SID1~SID4) に計測点を設置し、掘削工事開始より地下躯体打設完了まで計測を継続したが、何れの地点においても管理目標値を大きく下回った (Fig. 8)。特に、6次掘削、5段切梁と南側1Fスラブの先行打設による連続地中壁の頭頂部の変位抑制から分析し、最大変移量3.78cmを許容限度とし、以後の安全管理基準とした。

Table 4 計測管理計画

観測項目	1	2	3	4	5	6		7	8
	変形・傾斜計測	連続地中壁内鉄筋応力計測	切梁軸力計測	隣地建物・周辺地盤沈下計測	隣地建物傾斜計測	地下水-水位計測	地下水-水圧計測	中間柱 隆起計測	自動観測システム
1) 使用器材	傾度儀観測管	鉄筋計	応力計	観測釘設置	傾斜計	電子式水位計	基礎版下水圧計		DATA LOGGER
2) 設置数量	4ヶ所	4点/所x8ヶ所=32点	第一、二段)2点/所x2ヶ所=4点 第三~五段)2点/所x4ヶ所=8点 合計 16ヶ所(32点)	計30ヶ所	6ヶ所	1ヶ所	2ヶ所 *基礎版下0.5mに設置	1ヶ所	1組
3) 計測期間	1F床版完成+1ヶ月まで	1F床版完成+1ヶ月まで	切梁架設期間	1F床版完成+1ヶ月まで	1F床版完成+1ヶ月まで	1F床版完成+1ヶ月まで	1F床版完成+1ヶ月まで	切梁架設期間	
4) 計測頻度	毎週一回 開始時に+切梁各段のプレロード導入前後各一回 +切梁各段の解体前後各一回	毎日(1時間毎)	毎日(1時間毎)	毎週2回 間は二週間毎1回)	毎週2回 (連続地中壁施工期間は二週間毎1回)	毎日(1時間毎)	毎日(1時間毎)	掘削各段の開始時に一回、完了時一回	自動計測システムは、通常1時間ごとの計測を行うよう設定してあるが、必要に応じて5分刻みでの計
5) 自動計測	無し	有り	有り	無し	無し	有り	有り	無し	
6) 警戒値	40mm	1,680kg/cm <sup>2</sup>	120ton(H-350) 230ton(H-400)	地盤沈下40mm 隣地建物沈下30mm	1/500		±2m	25mm	
7) 行動値	60mm	2,100kg/cm <sup>2</sup>	150ton(H-350) 280ton(H-400)	地盤沈下60mm 隣地建物沈下50mm	1/300		±3m	40mm	
8) 設置位置 図中表記	SM1~SM30	RS1~RS32	VG1~VG4	隣地建物 SB1~SB10 周辺地盤 SM1~SM30	TI1~TI5	EOW1	FEP1, FEP2	HI	

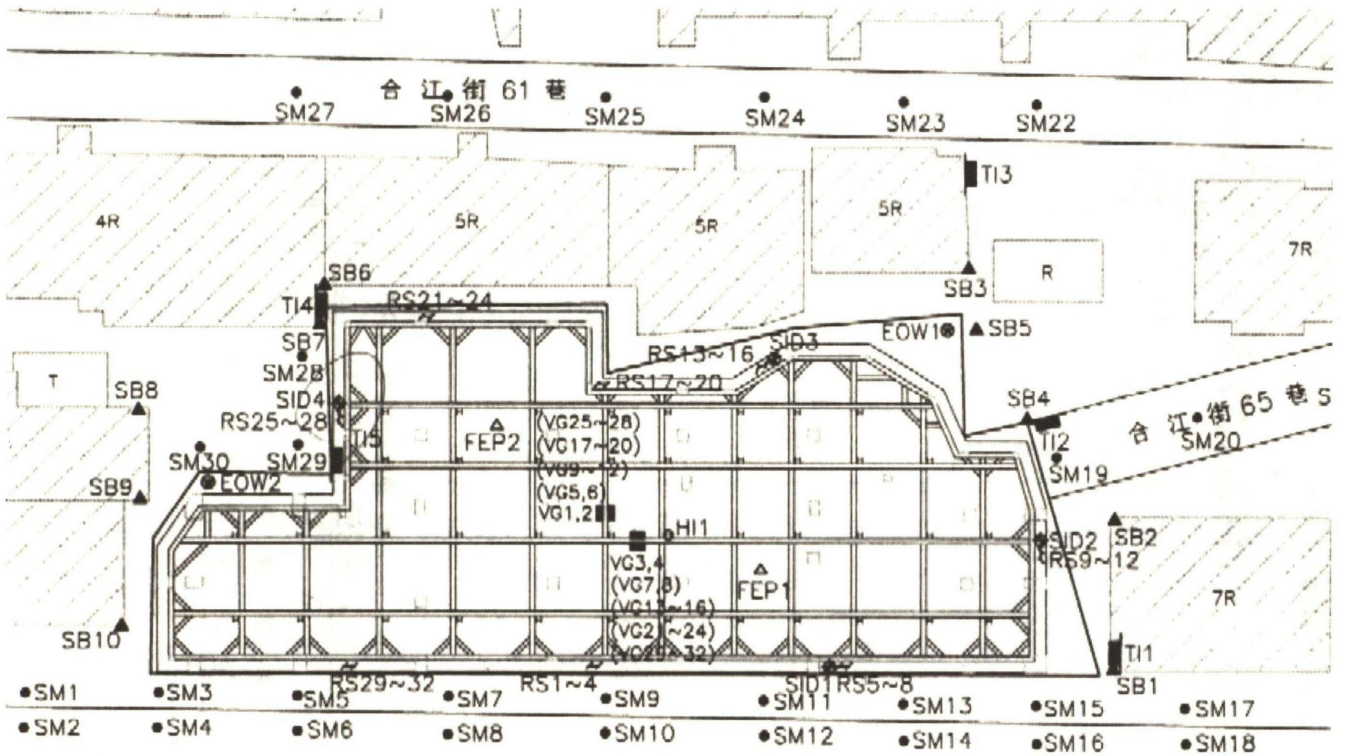


Fig. 7 計測点 配置図(観測項目: Table 4の8)参照

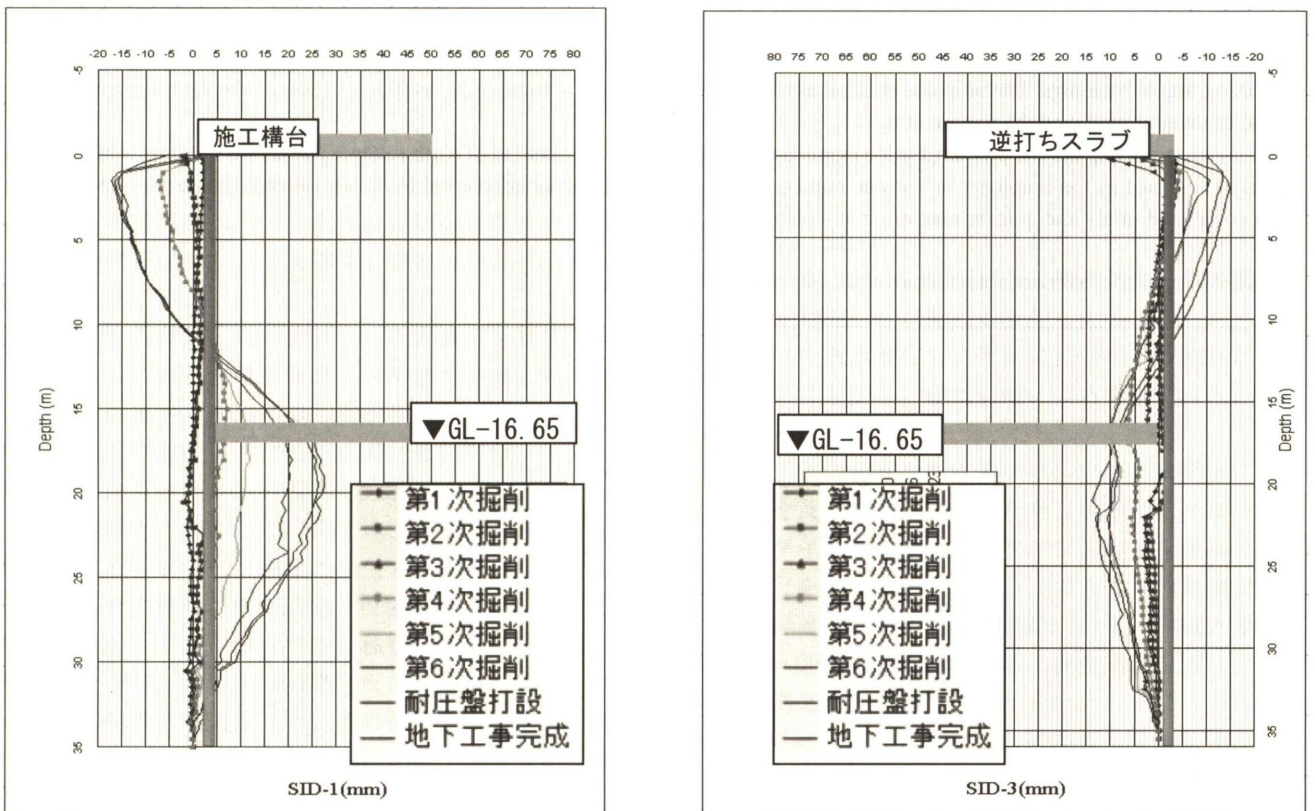


Fig. 8 連続地中壁の変位

## 6. 2 隣地周辺の変位

周辺の地盤の沈下、建物の傾斜は、ほとんど見られなかった。

掘削に起因するものではなく、ダンプトラックなどの出入りによるものと思われる。

前面道路から現場のゲート付近に十数ミリ沈下が見られ

建物の傾斜については、計測誤差の範囲であった。

## 7. むすび

台湾における連続地中壁の施工は、既に数十年に及び、世界水準で見ても決して見劣りするものではないが、近年の台北地域の急激な都市化と密集化により、地下水脈も大きく変動し、今後の地下工事は更なる苦難が予想される。経験だけに頼らず、施工に先立って地層の変化を的確にシミュレーションできる事が望まれる。

安全性、単純化、経済性は地下工事の一貫した目標であり、地中壁及びバットレスの併用は、現在では大きな趨勢となりつつある。設計者の不適切な設計や指示により非常に大きな危険性も招く事も事実である。設計概念を実現す

るためには施工者と設計者の緊密な連携が欠かせないことは、言うまでもない。本工事においては、当方からのVEの提案とそれを真剣に受け入れる設計者の柔軟性が成功の源であったと思う。

### 謝辞

本報告をまとめるにあたり、工事の施工や構造技術に関する有用な助言、支援を頂いた、本社建築事業本部、技術研究所、国際支店、関係各位に対して謝意を表します。

---

## Report on rapid construction of substructure in Taiwan with the surroundings carefully considered

Lin Pei Yuan, Umi TAHARA, Tatsuya TESHIGAWARA, Tetsuma NISHIHARA, Mitsuaki ISOGAI and Norio WATANABE

### Abstract

The site is located on Minsei Tong Road, one of the main roads in Taipei and 3 sides of it are facing old city houses. The five to seven story old buildings, which are reinforced concrete structures with brick wall both externally and internally, lie adjacent to the site. Thus the site is under an extreme difficult condition of constructing sub structure including slurry wall.

In order to minimize the effect to the surroundings, the most careful method of construction was required during the course of construction of underground structure.

Under such severe site constraints and construction schedule, we proposed the method, which we considered was safe enough for protecting fragile buildings. The proposal enabled us to achieve the average volume of excavation of 1500m<sup>3</sup>/day and shorten construction period of underground work by two months.

In this report, we explain the proposed value engineering with regard to the method of earth-retaining structure by slurry wall, which is normally designed by the Employer in Taiwan, rapid construction and its movement control by which we could make the underground work completed safely and quicker than originally planned.

Keywords: rapid construction, substructure work, slurry wall, surroundings

---