

既存地下躯体を利用した地下施工計画

Underground Construction Plan Making Full Use of Existing Underground Skeleton

北中 勉*1 佐竹 啓一*2 柴田 泰英*1
Tsutomu Kitanaka Keiichi Satake Yasuhide Shibata

要旨

建設中の建物は、地上 46 階地下 3 階のマンション棟及び地上 15 階地下 3 階のホテル棟からなり、地下全体が駐車場としてつながっている。当建物は、既存建物の地上部を解体し、地下躯体の一部（外壁、底版）を残したままその内部に躯体を構築する計画であり、コスト縮減、工期短縮に加え、解体廃棄物の低減による環境に配慮した設計としている。工事中における被圧水による浮上り対策として種々の工法の比較、検討を行い、今回地盤アンカー工法を採用した。2005 年 9 月には、既存建物の内部躯体の解体及び地下躯体工事が予定通り完了し、安全性及び施工性等、計画の妥当性を確認することができた。

キーワード：既存躯体再利用 環境配慮 施工計画 地盤アンカー 被圧水

1. はじめに

地下のある既存建物が存在している敷地に、大規模なマンション棟とホテル棟の建設計画が始まり、施主了解の元、設計・施工計画の合理化の一環として、既存建物地下構造躯体を仮設物として利用することとなった。

既存基礎を本設または仮設として再利用するには、新設建物計画自体に既存基礎再利用計画を反映させることが、計画の成否に大きく影響を与える。

本報告では、当該敷地の地下水位が高いため、地上部既存建物解体時に浮力による建物の浮上りを防止する目的で既存耐圧版を利用するとともに、既存地下外壁を仮設山留め壁として利用した事例を紹介する。

2. 建物・地盤概要

建物概要を表 1 に、既存建物と新設建物の平面配置関係及び断面関係を図 1、図 2 に示す。

既存建物は、平面的に 3 期に分けて建設されていた。既存山留め壁は、調査の結果 1970 年に施工された情報が一部判明した。山留め壁としてイコス工法壁（厚 500mm）と既製 PC 柱列壁（φ350）が採用され、GL より 500~1,000 低い位置から打設され、長さは概ね 15m 程度であった。遮水工法ではなく、ディープウェルとウエルポイント工法の併用で相当量の揚水を行った様である。

今回新たに実施した現場揚水試験の結果、透水係数（k）は $1.08 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ であった。

表 1 建物概要

	用途	構造	規模	基礎形式
既存建物	事務所ビル	SRC造	地上8階、地下2階、PH2階	直接基礎
新設建物	マンション棟	RC造	地上46階、地下3階、PH2階	場所打ち杭
	ホテル棟	S(CFT)造	地上15階、地下3階	直接基礎

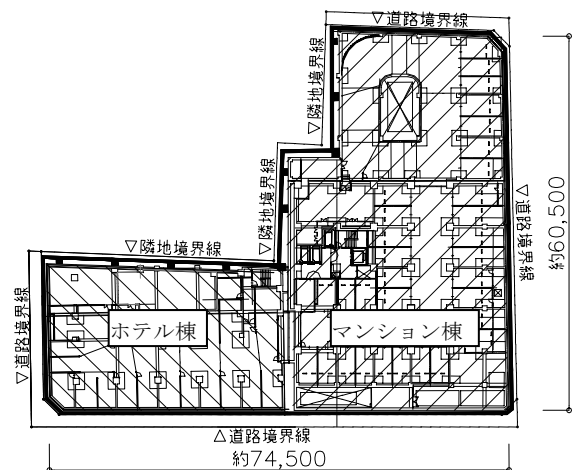


図 1 既存・新設建物の平面配置関係（地階）

3. 被圧水対策工法の検討

被圧水対策として検討を行った工法は、既存建物地上部

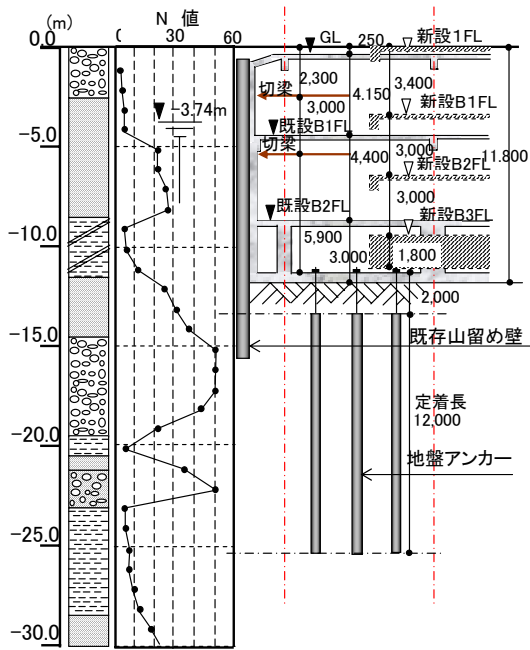


図2 地下計画断面図

を1FL まで解体した後の施工となると工期的に厳しくなるため、既存建物地上部がある状態で、解体工程と平行して被圧水対策が施せる工法に限定した。

与条件により、当該建物を施工する最も安全かつ合理的な工法を比較検討した。

具体的な被圧水対策としては、既存建物構築時の山留め壁をある程度期待して、遮水工法とする①噴射系コラム改良体による新設柱列遮水壁工法、②浸透系薬液注入工法、排水工法とする③ディープウェル等による揚水工法および非排水工法の④解体ガラ埋め戻し工法、⑤地盤アンカー工法である(図3)。

①の噴射系コラム改良体により既設山留め壁より下部の透水層の遮水を行う方法は、地上から山留め壁外側に打設すると施工延長が多となりコスト高となる。また、既存建物内部より打設する場合は、被圧水により既存建物底版付近のコラム形成が不十分となり、信頼性に欠けることとなる。

②の浸透系薬液注入(水ガラス系)は、噴射系コラムのように地盤に均等に薬液が浸透せず、注入範囲を広く取っても遮水性に不安が残る。脆弱部からの浸透水をどの程度見込むかによってコストが大きく左右される。同様目的で周辺での施工実績があるが、別途揚水工法との併用が必要となり、薬液注入施工費と下水使用料の合計で結局コスト高となる。

③のディープウェルによる排水工法は、ディープウェルの施工費と下水使用料で多大のコストがかかる。また、周

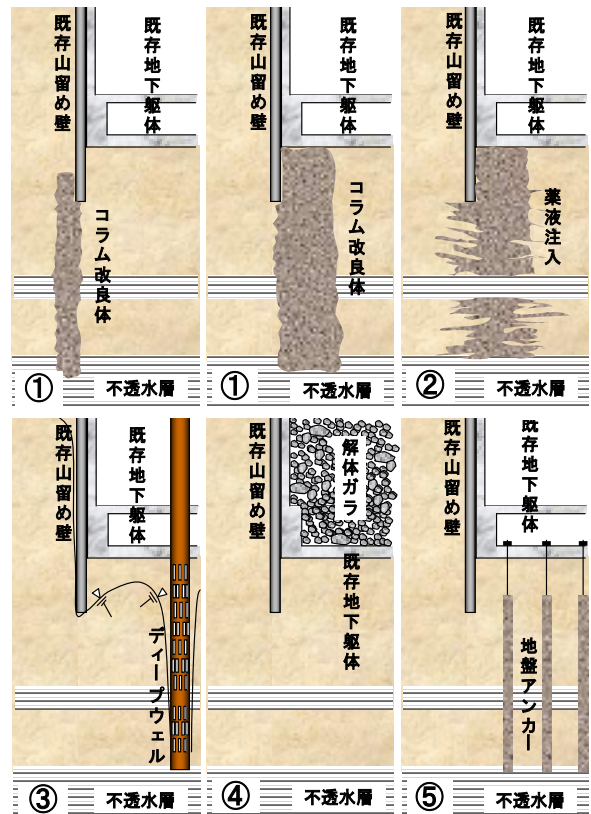


図3 各検討工法模式図

辺地盤への影響も懸念される。

④の解体ガラ埋め戻し工法は、新設の場所打ちコンクリート杭構築時に、全本数を全旋回式マシンで施工することとなり、時間とコストがかかる。また、ガラ搬出に伴い浮上りが発生することとなるので、逆打ち工法の採用により躯体自重で相殺する必要があるが、コスト面でマイナス要因となる。

⑤の地盤アンカー工法は、導入緊張力が残留するが、バランス良く配置することにより、総施工延長を少なくでき、工期・コスト面で有利となる。比較検討結果を表2に示す。

表2 各工法比較結果一覧

工法	信頼性	施工性	環境性	コスト	工期	総合評価
①噴射系コラム改良体遮水壁工法1	○	○	○	X	X	X
①噴射系コラム改良体遮水壁工法2	△	○	○	△	X	X
②浸透型薬液注入工法	△	○	○	△	△	△
③DWIによる排水工法	○	○	△	X	○	△
④ガラ埋め戻し工法	○	△	○	△	△	△
⑤地盤アンカー工法	○	○	○	○	○	◎

一方躯体の築造手順については、①逆打ち工法、②順打ち工法、③準逆打ち工法(1階床先行後順打ち工法)の3種類である。コスト的には、逆打ち工法が最も高く次いで準逆打ち工法、順打ち工法となり、工期的にはまったく逆

の結果となる。各工法の詳細を検討の結果、全体工期の中で、地上部躯体構法に工業化工法を採用し、工程をできるだけ短縮し、余った分を地下工程へ廻す事により、地下部順打ち工程期間を確保することが可能となった。

4. 採用工法の概要

検討の結果採用工法は、⑤の地盤アンカー工法とした。施工手順は以下の通りである。図4 施工手順図参照。

- ①既存上部躯体解体と並行して、既存躯体地下1階床より地盤アンカーを打設(浮力対策)
- ②ディープウェルの施工(緊急時排水用)
- ③地盤アンカー保護用シンダーコンクリートを打設
- ④乗入れ構台を架設
- ⑤地下外周部・底版を残して既存外壁に切梁を架設しながら順次地下を解体
- ⑦構台上より全旋回式掘削機にて耐圧版に孔を開けて新設杭を施工
- ⑧既存地下内部解体後、順打ちで新設地下躯体を構築

1) 地盤アンカーについて

既存基礎の耐圧版に緊張定着させる地盤アンカーは、新設基礎底とのクリアランスが150mm程度と限定されるため、楔定着式を採用することとした。

試算の結果、地盤アンカー1本当りの必要耐力を確保するには、定着地盤の強度と地盤アンカーが関係する土塊重量で決ることとなった。



写真1 地盤アンカー施工状況



写真2 緊張力導入及び定着状況

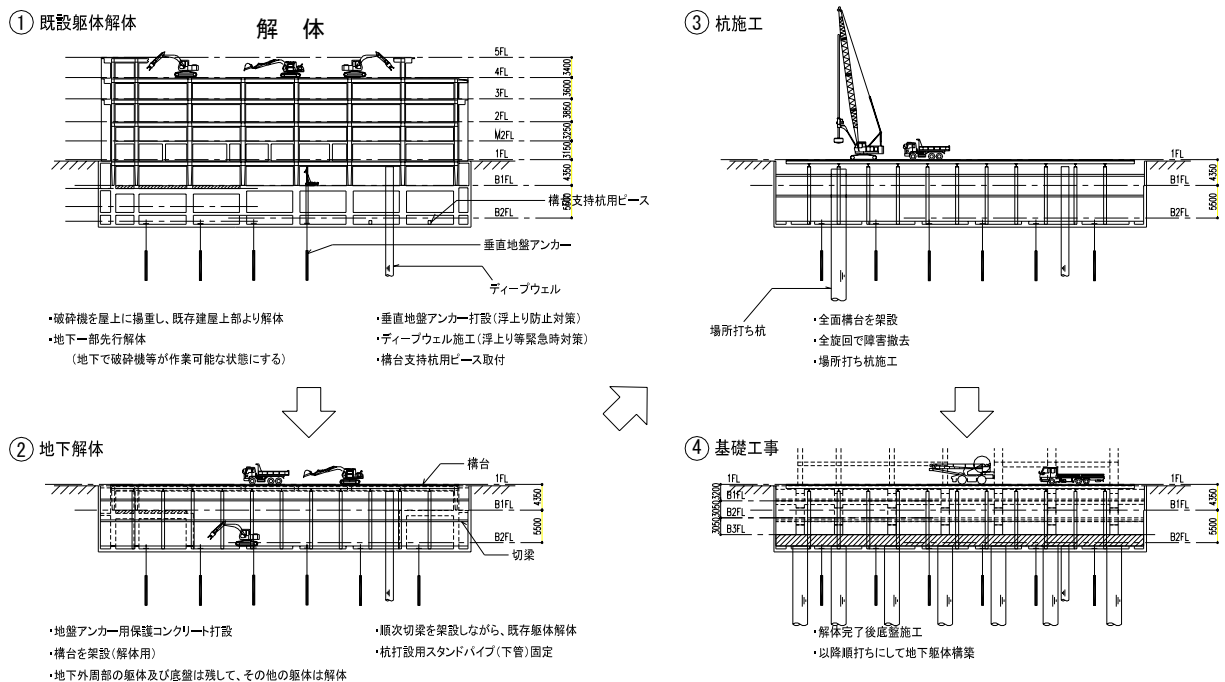


図4 施工手順図

地盤アンカーの打設平面計画は、既存地中梁と新設地中梁をできるだけ避けて、ほぼ均等となるように配置した。既存地下外壁および外周地盤との摩擦抵抗も被圧水に対する抵抗要素として算入しているため、地盤アンカーと外周壁との位置関係を平板解析にて確認しながら計画した。

対象定着地盤と必要定着長さの関係から、通常地盤アンカーで推奨されている自由長が確保できない状況となった。元来地盤アンカーの自由長は、導入した緊張力がセットロスや荷重の増減、クリープ、レラクセーション等により大きく低下することを懸念して推奨長さを決定しているものである。

また、浮力対策の仮設用として利用するため、仮設供用期間が終了すると導入した緊張力が接地圧に対して不利な方向として働くため、建物自重相当で緊張力が緩和される計画が最も望ましいこととなる。

今回の場合は、自由長の推奨値を下回るが、上記状況を踏まえて、地盤バネから逆算した新設建物荷重による自由長の縮み(緊張力の緩和)が、導入緊張力にほぼ相当する自由長を、必要最小限の自由長と決定した。

実施の結果、SEEE の様なナット式定着ではなく、楔式定着であったためセットロスが想定した以上に大きかったが、所定の緊張力を確保することができた(写真1、写真2)。

2) 場所打ちコンクリート杭について

被圧地下水を既存地下の外壁と耐圧版で遮った状態で、耐圧版に孔を開けて杭を施工する状況となった。したがって、杭の施工は乗入れ構台上から全回転式マシンにて障害を撤去してから行うこととした。

施工時の被圧水対策と掘削地盤崩壊防止の観点から、耐圧版より遮水用のスタンドパイプを建て、管内水位を確保した。写真3参照。

3) ディープウェルについて

既存地下耐圧版と既存外壁にて被圧水を遮断しており、浮力対策として地盤アンカーを採用したことにより、場所打ちコンクリート杭の施工を含めて完全な遮水状態で行われればディープウェルは不要である。

しかしながら、新設の場所打ちコンクリート杭施工時や地下躯体解体時のトラブル発生及び地盤アンカーが推奨自由長を確保できていないことによる不測の事態に備えて、安全策としてディープウェルを設置した。

5. 計測計画

安全管理のための計測は、表3に示す項目について実施

した。また、図5に地盤アンカーの平面配置と計測箇所の平面配置を示す。

計測項目の内、地盤アンカーの軸力計測は、計画通りの導入緊張力が、既存建物解体や地盤のリバウンドに伴いどのように変化するのか、新設建物を構築するとどの程度緊張力が緩和されるのか計測の目的である。

また、地下水の変化が地盤アンカーの緊張力に大きく影響するため、常時観測することとした。

表3 計測項目一覧

対象	項目	機器	数量
既存地下壁	傾斜(変位)	固定型傾斜計	5ヶ所 X 5深度
地盤アンカー	軸力	センターホール型ロードセル	6ヶ所
切 梁	軸力	ひずみ計	4ヶ所 X 3段
	温度	白金抵抗式温度計	1ヶ所 X 3段
地 盤	リバウンド	多段式層別沈下計	1ヶ所 X 2深度
地下水	水位	間隙水圧計	2ヶ所
既存躯体	変位	3次元測量器	10ヶ所
周辺道路			7ヶ所



写真3 杭工事用スタンドパイプ立て込み状況

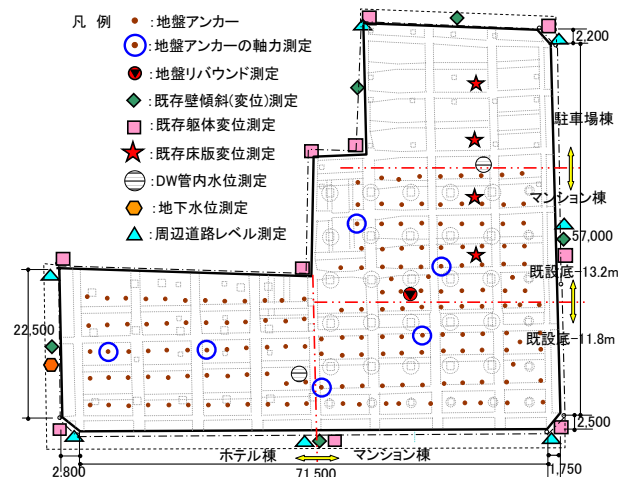


図5 地盤アンカーおよび計測位置平面計画

6. 全体工程

2004年6月より既存建物解体の準備に入り、2005年1月末で解体工事が完了。新設建物の工事は、その後引き続き場所打ちコンクリート杭の施工を行い、地下躯体工事は2005年9月末に完了した。2005年10月よりマンション棟の地上部の躯体工事を開始し、全工事完成後の引渡しは2007年6月末の予定である。当該工事の全体工期を表4に示す。

7. おわりに

既存建物の内部躯体の解体及び地下躯体工事において、山留め等安全計測を行いながら予定通り完了した。今回の既存地下躯体を利用した地下施工により、安全性及び施工性等当初計画の妥当性について確認することができた。計測結果については、別の機会を設けて報告する予定である。

参考文献

- 1) 地盤アンカー設計施工指針・同解説、日本建築学会、1991
- 2) PTC本設地盤アンカー設計・施工指針、PTC工法研究会、2001.3

表4 全体工程表

