

報 文 PTC 工法の設計・施工例

佐竹 啓一* 中山 光男** 高田 一***

1. ま え が き

近年都心部の地価高騰の影響で、土地の有効利用が望まれ、地下はより深く、地上はより高く建物を建設しようとする傾向が見られる。一方、ウォーターフロントが脚光を浴び、地下水位の高い地域での建物の建設が増加している。そのような建設事情の中で、風や地震による転倒防止あるいは地下水による浮力対策用として、特に長期的な構造機能の信頼性および防食性を有する PTC 本設地盤アンカー工法を開発し、(財)日本建築センターの研究委員会において技術評価を得た。今回、PTC 本設地盤アンカー工法を、実際の建物に転倒防止用として適用した例を報告するものである。

2. PTC 本設地盤アンカー工法の概要

2.1 構造と特徴

PTC 工法の P は Permanent Ground Anchor を、T は Tie-(ca) ble タイプ (引張り材) を、C は Compression-type をそれぞれ表わし、図-1 に示すような構造になっている。

このアンカーの応力伝達機構は、上部構造体からアンカー頭部に導入された引張り応力が、引張り材を通じてアンカー先端部に伝達され、先端部の定着体を下から押上げてグラウトに圧縮力を与え、グラウトと地盤の摩擦力として伝達される、いわゆる圧縮型アンカーに分類されるものである。

引張り材には、高密度ポリエチレンで被覆された多重より PC 鋼より線の両端部にマンションが圧着された〈タイプル〉を使用し、スライドパイプと呼

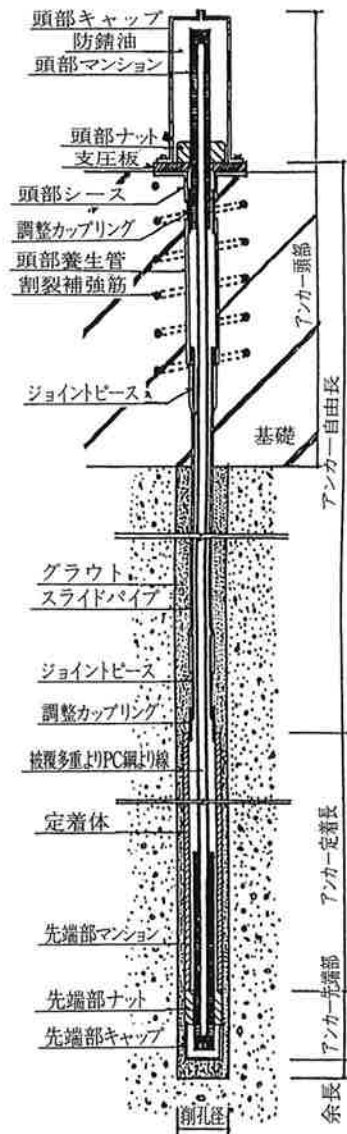


図-1 PTC工法アンカー概念図

* SATAKE keiichi ㈱鴻池組 技術研究所 課長
 ** NAKAYAMA Mitsuo 同上 東京本店 設計部 構造設計4課 課長
 *** TAKADA Hajime 同上 同上 建築技術部 副部長

大阪市中央区北久宝寺町3-6-1
 東京都千代田区神田駿河台2-3-11
 同 上

表-1 アンカータイプ

アンカータイプ		F100TC	F130TC	F160TC	F200TC	F230TC	F270TC
許容緊張力	最大初期緊張力 mP_i (tf)	70.8	93.8	122.7	141.8	166.6	192.2
	最大定着時緊張力 mP_t (tf)	66.5	88.2	115.5	133.5	155.6	180.9
	最大有効緊張力 mP_e (tf)	59.8	79.3	103.9	119.9	140.0	162.8
引張り材の構成		7・φ11.1	7・φ12.7	7・φ15.2	19・φ9.5	19・φ10.8	19・φ11.1
削孔径		φ135, φ170		φ170			
被覆多重よりPC鋼より線の断面図							

表-2 各設計レベルにおける許容値

1次設計	常時	$\leq P_e$
	短期	$\leq P_e$
2次設計	保有耐力検討時	$\leq T_{ys}$
	異常時	$\leq T_{ys}$
動的解析	荷重レベル 1	$\leq P_e$
	荷重レベル 2	$\leq T_{ys}$

P_e : 有効緊張力
 T_{ys} : 引張り材の規格降伏引張り力

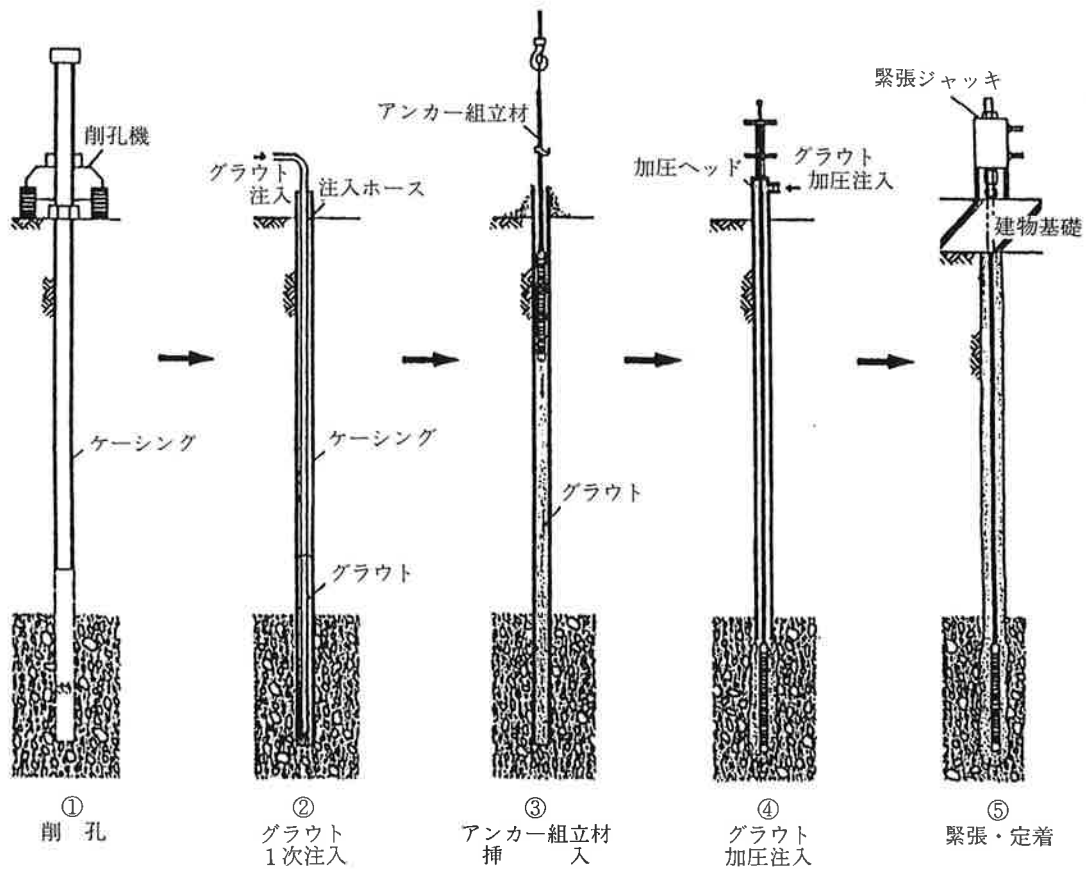


図-2 施工手順

ばれるポリエチレン管等によりグラウトと絶縁されるようになっており、アンボンドとしての機能が果たされている。

定着体は、クロムモリブデン鋼鋼管の表面をリブ加工し、防錆のためにエポキシ樹脂塗装を施している。

引張り材と構造物との定着には、ネジ式定着工法 (SEEE 工法) を採用しているため、必要に応じて再緊張が容易に行えることと、アンカーの部材がす

べて工場で組立てられ、現場では削孔しグラウト注入された孔に挿入するのみであり、均一な品質が保証されている。

2.2 アンカータイプ

本アンカーは、表-1 に示すように最大有効緊張力 (有効緊張力の上限值) として、約 60tf から約 163tf までの 6 種類がある。

2.3 設計の基本方針

① 本アンカーの打設方向は鉛直で、必ずプレスト

レスを導入して使用する。

- ② 本アンカーは、設計アンカー力に対して十分な耐力を有するものとする。
- ③ 上部構造はアンカーの緊張力によって生ずる応力に対して、十分安全であるようにする。
- ④ 緊張・定着の時期と順序は、その力の流れに対応した検討を行い決定する。
- ⑤ アンカーの極限耐力は、引張り材の極限耐力で決定することとする。
- ⑥ 各設計レベルに対応する設計アンカー力の許容値は表-2 に示す値とする。
- ⑦ 群アンカーの場合は、対象となる土塊重量に対して十分安全となるように設計する。
- ⑧ 本アンカーは、原則として以下に示す事項を満足すること。
 - a) 引張り材の自由長の最小値は7 m とする。

- b) アンカー定着長は3 m 以上10m 以下とする。
- c) アンカーの最小中心間隔は1 m とする。
- d) アンカー体の上端位置は、定着地盤の上端より1 m 以上深くする。
- e) 杭と併用してアンカーを杭の中に挿入するときは、アンカー体の上端は杭先端より杭径かつ2 m 以上深くする。
- f) 定着地盤は原則として洪積世以前に形成された層厚4 m 以上とする。

2.4 施工方法

本アンカーの標準的な施工方法は、下記のとおりである(図-2 参照)。

- ① 主としてロータリーパーカッションドリル機による二重管削孔を行う。
- ② 水セメント比45~50%の、セメント系のグラウト注入を行う。

③ 工場で組立てられたアンカー組立材を、グラウトで満たされた削孔内の所定の位置へ挿入する。

④ アンカー定着部のケーシングを所定深度ごとに引抜き、そのつどグラウトの加圧注入を加圧力5 kgf/cm²で5分間実施する。

⑤ 残りのケーシングを引抜き、所要期間養生を行う。

⑥ 定着を行う構造体が所定の強度に達し、かつ設計で決められた時点で緊張・定着を行う。

3. 実際の建物への適用例(銀座岩崎ビル)

本建物は地上9階、地下2階建の鉄骨造の店舗兼事務所で、最上階が建築主の住宅となっている。建物幅と軒高の比が7.9のいわゆるペンシルビルで、地震転倒防止用に地盤アンカーを採用した。基礎の重さで対応しようとする厚さ9 mの基礎スラブが必要となり、基礎底がGL-16.9mとなる。地下常水位がGL-14.3mである点と、

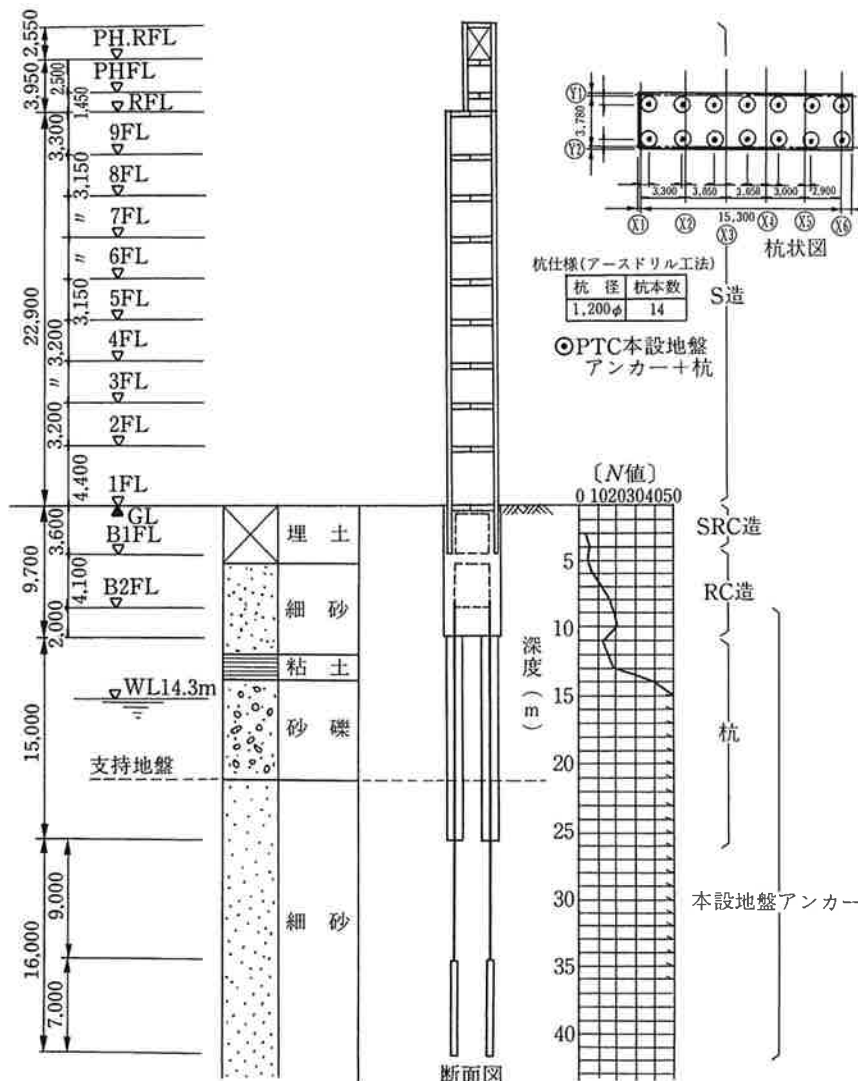


図-3 地盤と建物概要

市街地の狭い敷地を考慮すると、施工が著しく困難であることが予想された。そこで、GL-20m以深に分布する下部東京層を定着地盤とする、地盤アンカーにより引抜き外力に抵抗することとした（図-3参照）。

3.1 建物概要

- 建物名称 銀座岩崎ビル
- 建設敷地 東京都中央区銀座6丁目9番地4
- 敷地面積 74.38m²
- 建築面積 65.99m²
- 延床面積 582.84m²
- 階数 地上9階、地下2階、塔屋1階
- 高さ 軒幅29.9m、最高部34.35m
- 高さ幅比 短辺方向7.91 (29.90/3.78)

3.2 地盤概要

敷地は営団地下鉄銀座線銀座駅の南西方向約0.2kmのところであり、日本橋台地と呼ばれる洪積世の埋設波蝕台の上に位置し、標高約5mを呈している。上部には人為的な埋土および緩い沖積砂質土層がGL-6.8mまで分布し、その下部にはN値12~40の上部東京層に続き、N値50以上の東京礫層、下部東京層の東京累層と続いている。

3.3 基礎および地盤アンカーの設計

本建物は建物の高さ幅比が6を超えるため、(財)日本建築センターの鋼構造評定委員会で構造技術に関する評定を受けた(BCJ-S1116)。

基礎構造は、全面に設けた耐圧盤および地中梁が一体となった厚さ2mの基礎スラブと、14本の場所打ちコンクリート杭(杭径1.2m、アースドリル工法)とした。また、地盤アンカーはすべての杭体を貫通して設け、基礎の浮上りを防止するよう計画した。アンカーはφ9.5mm、19本のF200TCを用い、有効緊張力は119.9tfとした。この力は、杭にとって下向きの長期荷重として作用するので、長期荷重および設計用地震力(レベルIおよびレベルII)に対する応力解析は、杭および基礎梁を重心位置で線形置換したモデルを用い、地下1階固定として行った。

杭バネは杭の周面摩擦、杭先端地盤バネ、杭剛性を考慮して定めた。なお、引張り側は地盤アンカーのバネも併せて考慮した。引抜き抵抗要素として、中地震時には杭の水中重量、大地震時には杭の周面摩擦力を考慮している。計算結果は表-3に示すように、引抜き側ではアンカーの有効緊張力、圧縮側では杭の許容支持力以下となっている。地盤アン

表-3 杭軸力の検討結果

	圧縮 (tf)			引抜き (tf)		
	最小値	許容値	余力	最大値	許容値	余力
長期	196.5	216.0	19.5	—	—	—
中地震時	381.8	432.0	50.2	-6.1	23.3	29.3
大地震時	567.1	648.0	80.9	175.2	200	24.8

I) アンカーの施工 II) 圧入潜函工事 III) 緊張・定着

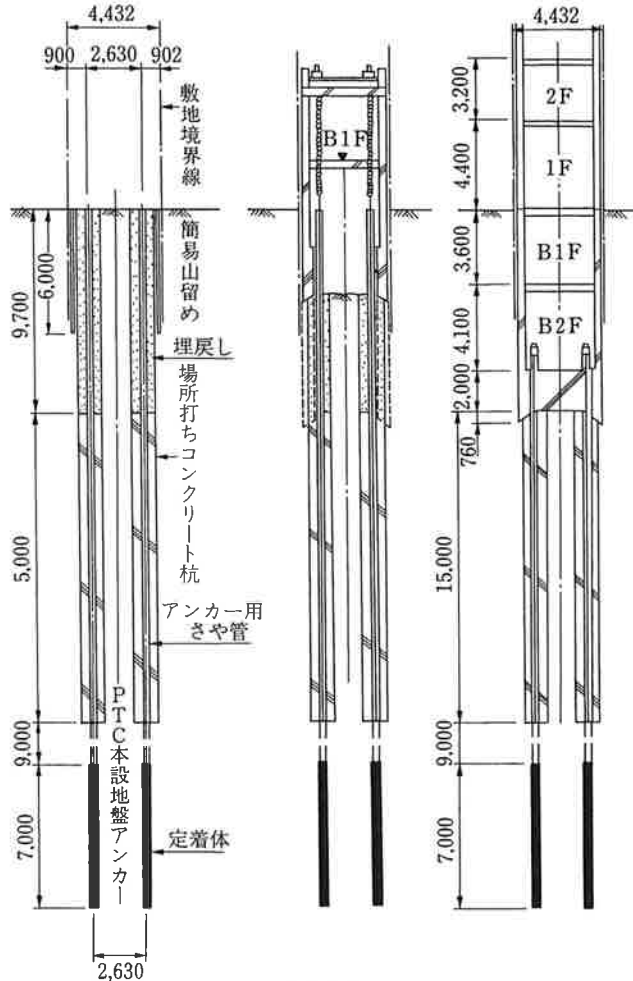


図-4 岩崎ビルにおける施工手順

カーの定着長は、定着砂層の極限周面摩擦応力度を10kg f/cm²と仮定して求めた7mとした。アンカー体の極限引抜き力は約370tfとなり、有効緊張力119tfの約3.4倍であり、十分安全である。

なお基本性能試験として、極限周面摩擦力を確認するため、敷地内で引抜き試験を実施する。そのほかに確認試験として、アンカーの引張り抵抗力および変形性状が所要の性能を有しているかを、多サイクル引張り試験と1サイクル引張り試験で確認する。

また、本建物では設計アンカー力が建物重量に対して大きいため、アンカー緊張力の長期観測を行う

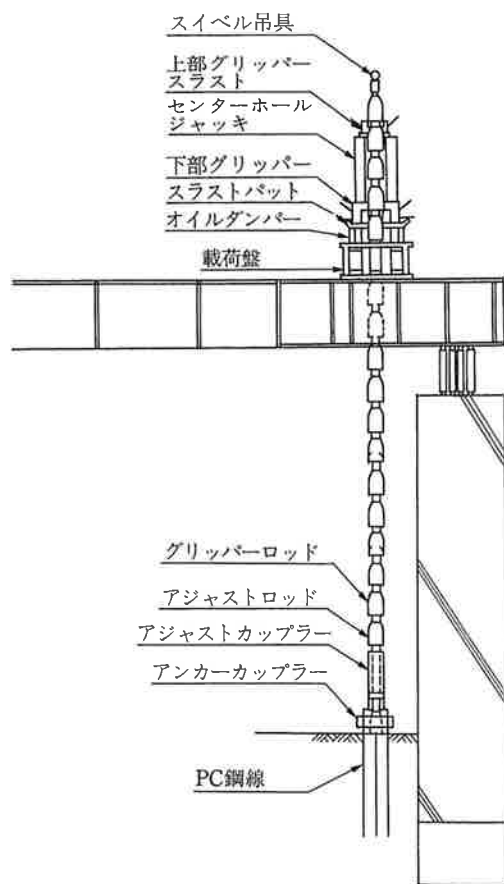


図-5 圧入工法の機器構成図

予定である。

3.4 基礎およびアンカーの施工

本工事においては、PTC本設地盤アンカーを図-4のように、アースドリル杭の内に打設しており、地下躯体を地上で構築し、その後本設地盤アンカーを反力として利用し沈設していく潜函工法を採用している。また工事条件としては、間口が狭く狭小であり、そのため路上作業も多くなるが、道路使用許可がAM 2:00~AM 7:00であり、相当制約を受けた施工となっている。以下、今回工事の特性について施工概要を記す。

3.4.1 アースドリル杭の施工

アースドリル杭の施工手順は、基本的には一般的な方法に準じて施工しているが、異なる点はアースドリル杭施工時に地盤アンカー施工のためのガイド管を設置することである。アンカーガイド管を所定

の位置に設置するために、鉄筋籠にガイド管案内治具を溶接固定しておき、鉄筋籠挿入後ガイドに従ってガイド管を挿入していくことである。なお、ガイド管挿入時の浮力による浮上りを防止するために、ガイド管に削孔液を注入しながら管をジョイントしていくこととした。

3.4.2 アンカーの施工

アンカーの施工手順は、図-2に準じて施工した。アンカー組立材の挿入は、施工条件から施工時にそのつど搬入し、路上のレッカーで吊上げ挿入する方法を採用した。アンカー組立材挿入時に、後の地下構造躯体沈設時に使用するグリッパーロッドをアンカーカップラーを用いて接続しておいた。

3.4.3 潜函工法への利用

本工事においては、本設地盤アンカーを地上で構築した地下構造躯体を沈設するときの反力として仮使用している。沈設は図-5に示す機器によって行い、その要領は、設定圧入力を載荷したままの状態地下構造躯体を沈設し、圧入量に見合った土量を掘削していくものである。圧入反力は約75tfであり、地盤アンカーの最大有効緊張力は約119tfであるので、その63%で仮使用していることとなる。

4. おわりに

PTC本設地盤アンカー工法は、総合建設請負業者9社、メーカー1社、アンカー専業者3社の合計13社で共同開発したものであり、実際の建築物に随時適用していく予定である。また、PTC本設斜めアンカー工法についても現在評定申請中であり、本号が発行される頃には評定完了の見込みである。

最後にこの誌面をおかりして、本建物のPTC本設地盤アンカー工法の採用にご理解をいただいた青島設計、住友信託銀行の方々に謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 土木学会編：SEEE工法設計施工指針（案）、コンクリートライブラリー、第36号、1974.
- 2) 土質工学会：グラウンドアンカー設計施工基準・同解説、1990.
- 3) 建築学会：建築地盤アンカー設計施工指針・同解説、1991.
- 4) PTCグループ：PTC本設地盤アンカー工法設計・施工指針、1990.