

III-552

既存ビルを土留めとして利用した開削工事における諸挙動について

大阪市建設局 黒山泰弘 西川 匡
 ㈱鴻池組 丸上 豊 嶋村貞夫
 ○濱野隆司 三好忠和

1. はじめに

近年、地下空間の有効利用の観点から、ビルに挟まれた道路敷地の利用が積極的に進められている。道路敷地を空間的に最も有効に利用する掘削方法として、既存ビルを土留めとして利用する方法が考えられるが、その場合、ビルがどのような挙動を示すか、またビル間に切ばりを設置する必要があるのかなどが問題となる。今回、既存ビルを土留めとして利用した開削工事において、事前に切ばりの効果やビルの挙動等を検討するとともに、施工時にビルの挙動を計測したのでその結果について報告する。

2. 地盤および工事概要

地盤はGL-27m付近までが沖積の軟弱地盤であり、その下に天満層と呼ばれる被圧帯水層がGL-37m付近まで存在する。その被圧水位は当初GL-3m程度であったが、周辺工事の揚水などの影響で掘削時にはGL-11.5mまで低下していた¹⁾。図-1に土留め壁の配置図を示す。掘削面積は約20,000m²、最大掘削深さは約20mである。盤ぶくれ対策として天満層を土留め壁で遮水するとともに、図

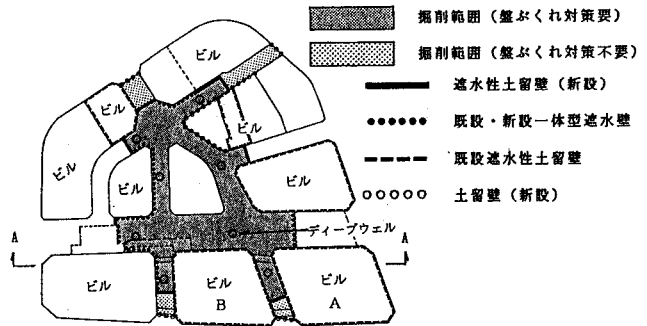


図-1 土留め壁平面配置図

中の8本のディープウェルにより掘削地内の被圧水位を低下させている。ビル間の掘削は既存ビルを土留めとして利用し、ビル間に切ばりを設置しながら行う計画であった。しかしながら、今回の場合ビルの規模が掘削規模に比べてかなり大きいことから、ビル間に切ばりを設置した効果があるのが問題となった。そのため、事前に掘削時の切ばりの効果およびビルの挙動の検討を行った。

3. 切ばりの効果およびビル挙動の事前予測

検討は図-1のA-A断面についてFEM解析によりおこなった。モデル図を図-2に示す。Bビル両側の道路敷の掘削が同時に行われることからBビル中央を不動点と仮定した。また、地盤とビルは連続体要素で、ビルの床スラブと杭、土留め壁および切ばりは骨組要素で、ビルの3階以上は上載荷重としてモデル化した。解析は2次元平面ひずみ条件で、掘削段階を考慮したステップ解析を行った。ビル間に切ばりを設置しない場合の解析は1ステップとした。地盤は直交異方性弾性体とし、地盤と土留め壁間にジョイント要素を設定し

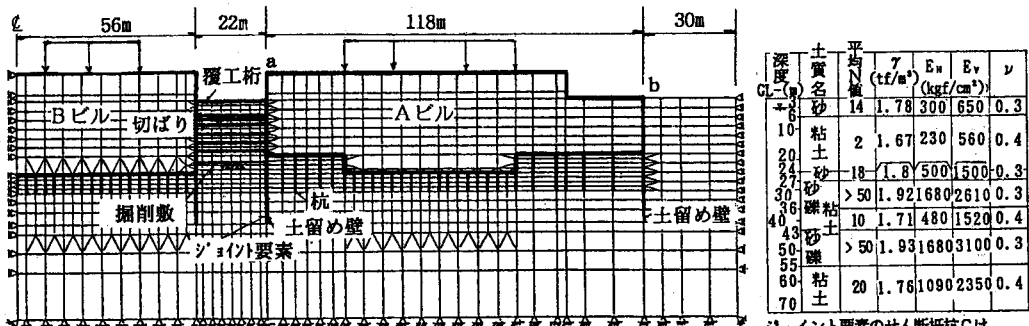


図-2 解析モデル図

ジョイント要素のせん断抵抗Cは
 $C = 5.0 \text{ t/m}^2$ (GL-24mまで)
 $= 10.0 \text{ t/m}^2$ (GL-24~GL-40m)

た。鉛直方向変形係数 $E_v(\text{kgf/cm}^2)$ は、PS検層から求めた弾性係数の1/2とし、水平方向変形係数 $E_h(\text{kgf/cm}^2)$ は、砂質土はN値より28N、粘性土は粘着力 $c(\text{kgf/cm}^2)$ より $300c$ とし、ジョイント要素のせん断抵抗は沖積層を 5.0tf/m^2 、洪積層を 10.0tf/m^2 とした。解析では被圧水位をGL-3mとした。荷重は掘削相当外力とするが、天満層については土留め壁に内外の水位差を作用させた。解析結果を図-3に示す。この結果から、切ばりを設置することによりビル天端および土留め壁の水平変位をそれぞれ0.7および0.3cm程度小さくできるが、ビル基礎杭の応力は逆に大きくなること、切ばりに軸力がほとんど発生しないこと、および切ばりを設置しなくてもビルの水平変位はあまり大きくならないことから、掘削深度に比較して底面積の大きいビル間の掘削は切ばりを設置せず、ビルの挙動を計測しながら行うこととした。計測項目はビルの浮き上がり量と傾斜角、GL-3m位置のビル間の相対変位量、計測用にGL-3.5mと-7.5mに設置した切ばりの軸力およびGL-70mを基準点とする地盤の鉛直変位量である。

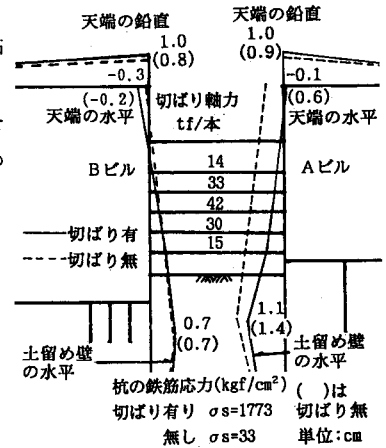


図-3 事前解析結果

4. 掘削によるビル等の挙動

図-4に計測結果を示す。今回の計測値には周辺での揚水の影響が含まれているため、掘削のみによる挙動を以下のように算定した。まずビルの浮き上がり量はビルの規模が大きいことから、掘削側の反対側の位置（図-2のb点）は浮き上がらないと仮定し、掘削側の値から反対側の値を差し引いて算定した。また、ビルの支持層である天満層下端の掘削中央点（図-4のR点）のリバウンド量は次の2つの仮定を設けて算定した。①図-4のW点のリバウンド量はビルの浮き上がり量（図-2のa点）と等しい。②R点とW点のリバウンド量の比は事前計算値の比率の1.4に等しい。図-4には天満層の被圧水位をGL-11.5mとした事前計算値も併記した。計測結果をまとめると以下のとおりである。①ビルは2.3cm浮き上がったが、有害な影響は発生しなかった。②ビル天端の掘削側への水平変位は0.2cmと小さかった。③計測用にビル間に設置した切ばりには12tf/本以下の軸力しか発生しなかった。④ビルの支持層である天満層の下端はGL-70m位置を基準として3.2cmリバウンドした。今回の実測値と事前計算値より推察される事項は以下のとおりである。①ビルの浮き上がり量は当初0.9cm程度と、また天満層下端のリバウンド量は1.4cm程度と予想されていたが、実際にはその2.5倍浮き上がった。これは実測値に他の広い部分の掘削の影響が含まれていること、および計算時に設定した E_v が大きかったためと考えられる。②ビルの水平変位およびビル間の切ばり軸力が小さいことから、大規模なビル間を掘削する場合の切ばりの効果は小さいと考えられる。

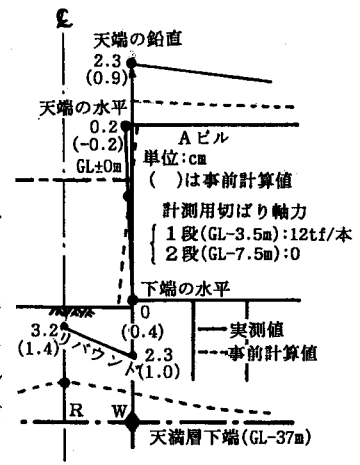


図-4 掘削によるビルと地盤の挙動

5. おわりに

既存ビルを土留めとして利用し、ビル間に切ばりを設置せず掘削を行ったが、周辺ビルに大きな変形を生じさせることなく無事に掘削を完了できた。今回の結果より、ビルの規模が掘削規模に比べかなり大きく、かつビルと土留め壁が一体の場合には、ビル間に切ばりを設置せずに掘削を行ってもビルに対する影響は小さいと考えられる。なお、掘削時のビルの鉛直変位は、地盤の鉛直方向変形係数としてPS検層による弾性係数を適切に低減した値を用いた弾性解析により表現可能と考えられる。最後に、本工事を進めるにあたり、建設技術委員会（伊藤委員長）には貴重な御意見を賜ったことを深謝する。

【参考文献】1) 黒山, 西川, 嶋村, 濱野: 大阪駅前地区における地下街・地下駐車場の建設, 地下空間利用シンポジウム1993, pp. 159-168, 1993.