

既設地下鉄構造物のアンダーピニング —大阪市地下鉄心斎橋駅— （その2：アンダーピニングにおける計測管理）

飛鳥建設（株） 増田 浩司 正会員 池田 隆明 正会員 小林 延房
大阪市交通局 川端 義勝
飛鳥建設（株） 峯谷 明 正会員 荒井 幸夫 鈴木 忠好

1. はじめに

（その1）¹⁾に引き続き、ここではアンダーピニングの際に行った計測管理とその結果について報告する。²⁾

2. 管理項目および計測項目

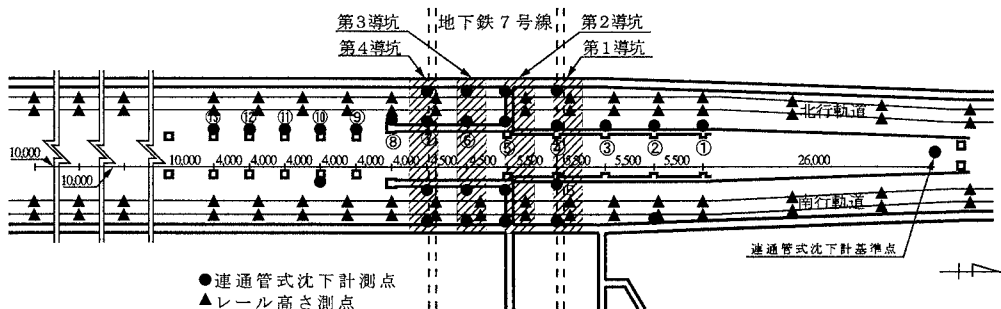
アンダーピニングの安全性を確保するために設定した管理項目は、①躯体の変形角、②レール高さの相対変位、③仮受荷重の3項目である。①②は（その1）で述べたとおりである。仮受荷重は、1次管理値として仮受構造物の死荷重、二次管理値としてジャッキ容量もしくは杭の許容支持力の小さい方を設定した。

これらの項目を管理するために実施した主な計測項目は、①仮受構造物（御堂筋線）の鉛直変位、②レール高さ、③仮受荷重の3つである。レール高さを除き、その他の項目については常時連続的に計測・管理を行った。レール高さについてはレベル

測量結果と躯体に取り付けた連通管式沈下計の結果がほぼ一致したため、営業時間内では連通管式沈下計の計測値を用いて管理を行った。管理項目とその内容を表-1に、仮受構造物の計測点の平面図を図-1に示す。

表-1 アンダーピニングの安全性を確保するための管理項目とその内容

管理項目	計測項目	計測方法	計測点	管理基準 ①一次管理値 ②二次管理値	計測期間
躯体の変形角	躯体の鉛直変位	連通管式沈下計	3 2	躯体の変形角 ① $\theta \leq 1.0 \times 10^{-3}$ rad ② $\theta \leq 2.0 \times 10^{-3}$ rad	全工事期間 リアルタイム
レール高さの相対変位	レール高さ (躯体の鉛直変位)	レベル測量 (連通管式沈下計)	7 2	レール高さの相対変位 ① 7mm ② 10mm	全工事期間 随時 (リアルタイム)
仮受荷重	仮受荷重	圧力計	2 4	仮受荷重 ①仮受構造物の死荷重 ②ジャッキ容量or杭の許容支持力	仮受～掘削完了 リアルタイム



3. 計測結果および考察

図-1 御堂筋線（仮受構造物）の計測点

3.1 仮受構造物の鉛直変位

仮受構造物の代表的な計測点（図-1の④～⑨）での鉛直変位の経時変化を図-2に示す。仮受構造物は上載土の掘削が進むにつれリバウンドにより徐々に隆起し、直下への水平注入時で最大（予測値の約105%）となった。その後、一旦沈下したが、掘削に伴う仮受杭のリバウンドにより再度し、新設構造物の築造による載荷で沈下している。

3.2 躯体の変形角および軌道の相対変位

前項の計測点で得られた鉛直変位から計算した躯体の変形角（図-1の⑤～⑧）の経時変化を図-3に示す。水平注入時に一次管理値を越えたが、これは注入圧による一時的な挙動であり、注入完了後管理値内におさ

まった。その他の期間はほぼ $0.5 \times 10^{-3}\text{rad}$ 以下であった。図-4 には連通管式沈下計から推定したレール高さの相対変位の経時変化を示す。レール高さの相対変位は、全期間にわたり一次管理値内におさまった。躯体変形角およびレール高さの相対変位の最大値は、それぞれ予測値の約 80%と約 60%であった。

3.3 仮受荷重

図-5 に総仮受荷重の経時変化を計測結果と予測結果をあわせて示す。導坑切掘り時の総仮受荷重はゆるみ範囲を考慮しない仮受構造物の死荷重(3,319tf)とほぼ一致している。そのため、一次掘削までの 350tf の増加荷重は掘削に伴う地盤のリバウンドによる杭の突き上げによるものと考えられる。また、水平注入により第 1、第 4 導坑背面の地山のゆるみがほとんどなかったと考えられる。最大荷重は 3,725tf で総設計荷重の 77%、導坑間上の躯体荷重(3,706tf)とほぼ等しい。予測結果では、導坑間の地山で支持されていた全荷重の 90%(3,900tf)が導坑間切掘りにより一挙に仮受杭に移行することが予測されていたが、実際では 18%(700tf)にとどまっており、地山から仮受杭への荷重移動がスムーズに行われたことがわかる。この要因の一つとしてプレロード量の設定(第 2、4 導坑が 30%、第 1、3 導坑が 70%：ゆるみ範囲を考慮した仮受構造物の死荷重に対し)が適切であったと考えられる。

図-6 に各導坑の仮受荷重の経時変化を示す。最大荷重は第 2 導坑において 1,200tf であり、設計荷重に対し 87%であった。また、第 4 導坑プレロード導入時には仮受済みの導坑の仮受荷重は微増しているが、プレロード量を 30%から 70%に引き上げた第 3 導坑、第 1 導坑のプレロード導入時には仮受済みの導坑の仮受荷重は減少している。このことから、プレロード量を増加させることにより、既設仮受杭で支持していた荷重を新規仮受杭でうまく受替えていると考えられる。

4. おわりに

躯体の変形角、レール高さの相対変位、仮受荷重の 3 項目について計測管理を行い、仮受構造物の安全性を確認しながらアンダーピニングを実施した。導坑切掘り時の総仮受荷重は、ゆるみ範囲を考慮しない仮受構造物の死荷重とほぼ等しく、水平注入により第 1、第 4 導坑背面の地山のゆるみがほとんどなかったと考えられる。また、仮受杭への荷重の受替もスムーズに行われており、プレロード量の設定が適切であったと考えられる。

参考文献：1) 池田他、既設地下鉄構造物のアンダーピニング—大阪市地下鉄心斎橋駅—（その 1：アンダーピニングの設計）、土木学会第 52 回年次学術講演会概要集（投稿中）、2) 増田他、大阪市営地下鉄 7 号線の駅舎新設工事における地下鉄 1 号線のアンダーピニング、とびしま技報、No.47、1997

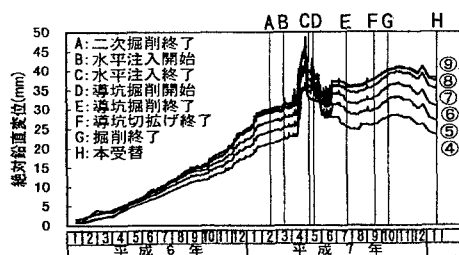


図-2 仮受構造物の鉛直変位の経時変化

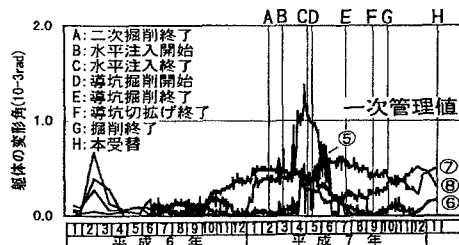


図-3 仮受構造物の躯体の変形角の経時変化

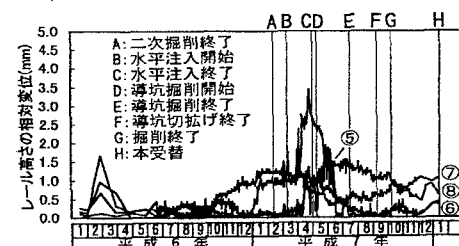


図-4 レール高さの相対変位の経時変化

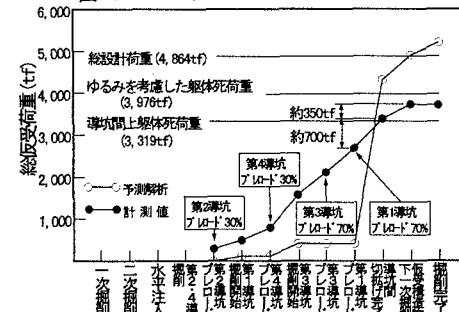


図-5 総仮受荷重の変化

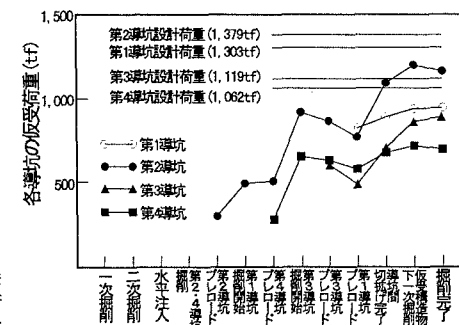


図-6 各導坑の仮受荷重の変化