

大規模アンダーピニング工の施工実績 (その2)

ー ジャッキ载荷による躯体挙動について ー

横浜市交通局		鍵和田	真基
鹿島建設(株)	正会員	岩下	直樹
鹿島建設(株)	正会員	○坂梨	利男
鹿島建設(株)	正会員	谷澤	史剛
鹿島建設(株)	正会員	中村	佳大

1. はじめに

新横浜駅交差部工事でのアンダーピニング工では、24本の支持杭および油圧ジャッキによって横浜市営地下鉄躯体を支え、掘削および躯体構築中の地下鉄を安全に支持した施工を実施している(図-1)。一般的なアンダーピニング工では、躯体を支持した後、油圧ジャッキを固定し安定性を確保するが、本工事では、掘削が大規模で掘削手順が複雑であることから、施工時の躯体への影響を最小化するため、油圧ジャッキを適宜操作して安定性を保つジャッキ制御型のアンダーピニング工を採用している。さらに、躯体の変位が躯体応力から定めた管理値内になるよう変位制御し、躯体の安定性を保つことが行われている。しかし、ジャッキ操作時に躯体がどのように挙動するかは、実際に荷重を载荷しなければ明確に判らない。また、ジャッキで地下鉄躯体を変位させる場合には、1本のジャッキではなく、複数のジャッキを同時に操作するグループ制御を行う必要がある。本報文では、実際の地下鉄躯体にジャッキ荷重を与え、躯体の挙動を計測した結果を示すとともに、グループ制御時の挙動の実態とその挙動を事前に予測できるかを考察した。

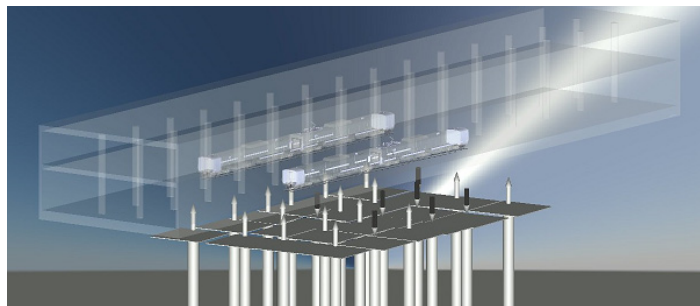


図-1 地下鉄アンダーピング

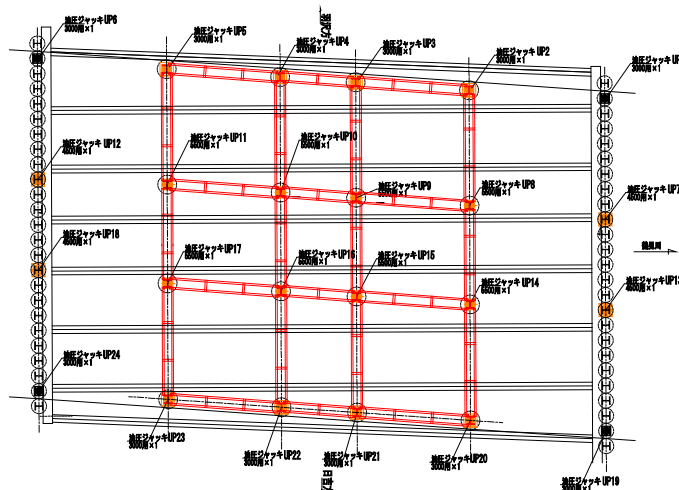


図-2 油圧ジャッキ配置図

2. ジャッキ载荷による地下鉄躯体挙動

新横浜駅交差部のアンダーピニング工の油圧ジャッキ配置図を図-2に示す。ジャッキによる荷重は、一本ごと実施し、予め規定した許容変位に達した時点で荷重を中断、荷重を保持後、除荷を行った。また荷重時には、計測データが計器に反映されるタイムラグ1分を考慮し、荷重段階毎に1

分程度荷重を保持し、最大荷重時は、3~5分保持させ、ジャッキストロークが安定することを確認した。例としてジャッキUP8の荷重時の挙動を図-3に示す。この結果から、ジャッキストロークの反応に比べ、躯体変位の反応が小さいこと、除荷後変位が0に戻ったことより弾性挙動を示したことが分かる。

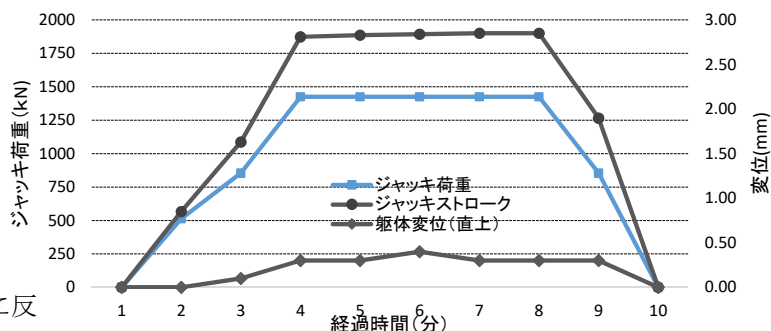


図-3 ジャッキ载荷状況(UP8)

キーワード アンダーピニング, 地下鉄, 油圧ジャッキ

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11 鹿島建設(株)土木管理本部 TEL 03-5544-0629

3. 躯体挙動の分析

1 本載荷時 (UP2, UP9) の躯体変位を図-4 に示す。この結果から側壁直下部 (UP2) は側壁剛性が非常に大きいので、1 本載荷しても変位が発生していない。また、変位を載荷荷重で割った応答分布 (図-5) からは、躯体が対称であっても挙動は対称に現れておらず、荷重に対し

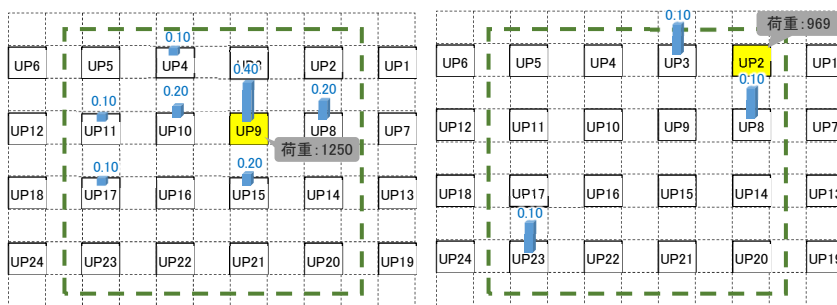


図-4 1 本載荷時変位(UP2,UP9)

非対称性が顕著に現れた。これは、躯体剛性の影響だけでなく、支持杭の地盤条件の違いや周辺の境界条件の違いと推測される。次に、グループ載荷時として、5本同時に載荷した場合（UP9 中心）の挙動結果を図-6 に示す。1本載荷に比べて、大きく挙動していることが分かる。これは、同じトータル荷重でも分散して載荷した方が、より変位が大きいというこれまでの経験が裏付けられる結果であった。

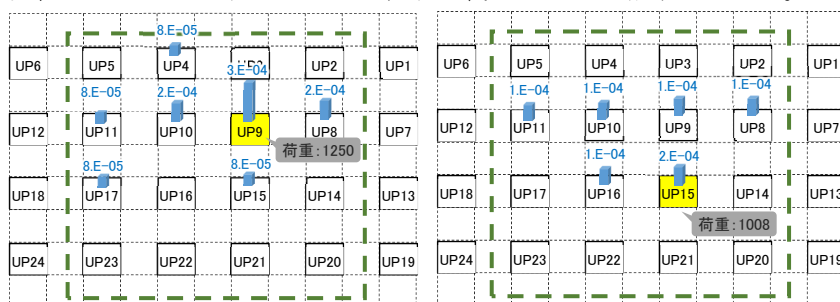


図-5 1 本載荷時(変位/荷重)(UP9,UP15)

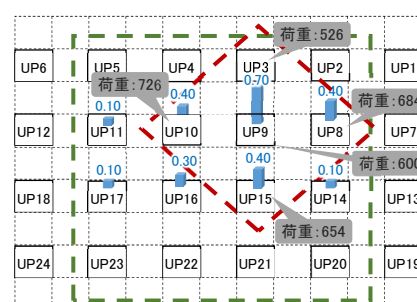


図-6 グループ載荷時変位(UP9 中心)

4. 設計モデルによる検証

地下鉄躯体の 3 次元 FEM モデルに荷重を載荷した場合の計算変位と実測との比較を図-7 に示す。解析モデルは、部材を弾性としているため、構造の対称性は現れるが、変位絶対値および分布の再現には至っていない。また、解析モデルでは、境界条件の影響や杭や地盤の影響も考えられるため、荷重載荷時の予測に適用するには各種パラメーターを同定しなければならない。今回の設計では、躯体変位を定めて、その状態での応力値から管理基準値を設定する際に 3 次元 FEM を利用している。管理値の設定に 3 次元 FEM を用いることは有効であるが、ジャッキ載荷の挙動を精度よく予測することに用いるには非線形が強く、条件設定など課題が多いことが判った。

5. まとめ

以上、実際にアンダーピニングした地下鉄躯体のジャッキを載荷し、躯体の挙動を確認した事例を報告した。図-8に1本載荷した変位状態を初期値として、グループ載荷した際の挙動を線形の重ね合わせで予測した結果と実測値の比較を示す。この結果から、1本載荷時の挙動をすべて事前に把握し、マトリックスを定めて、グループ制御時の挙動を予測する手法は、線形条件の中では難しいことが分かる。今回、アンダーピニングされた躯体をジャッキによりグループ制御することを、事前のFEM解析や1本ジャッキ載荷による挙動から精度よくシミュレートすることを試みたが、現時点では課題が残ることが判明した。今後、更なるデータ収集を図り、同種のアンダーピニング工事の安全性向上を進めていく予定である。

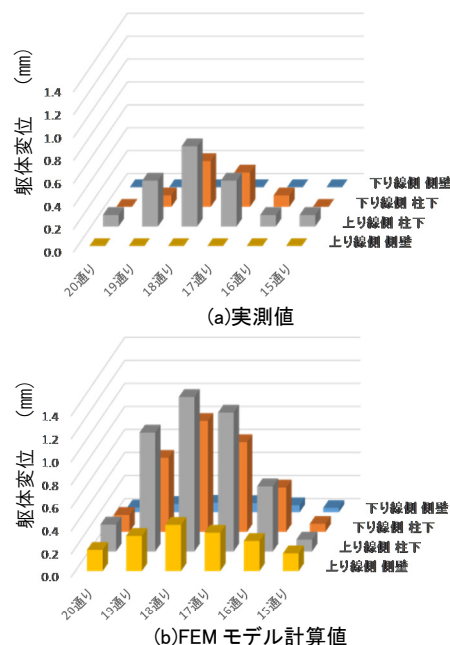


図-7 計算との比較(UP10 グループ)

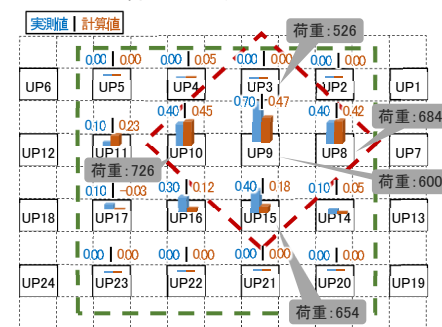


図-8 1本載荷からのグループ予測計算