

既設構造物アンダ - ピニング時に地盤改良体と仮受杭に発生する応力計測

アンダ - ピニング, 地盤改良体, 仮受杭

大阪市交通局

正会員

塩谷智弘, 石崎雅史

三井住友・地崎特定建設工事共同企業体

井上幸治, 富山茂樹

地域 地盤 環境 研究所

正会員

豊田孝宏, 藤原正明

1. はじめに

大阪市営地下鉄第8号線の建設にあたり, 太子橋今市停留場(仮称)では, 地下鉄第2号線(谷町線)との連絡駅としての位置づけから, 乗り継ぎの利便性を向上させるため, 第2号線既設構造物の仮受け工(アンダ - ピニング工)を実施した。既設構造物は, 軟弱かつ鋭敏な沖積粘性土層に支持されており, 「地下水位低下に伴う有効応力の増加」および「導坑掘削における地盤の支持力低下」に伴う沈下が懸念されたことから, 地盤改良体で既設構造物を先行支持させる工法(高圧噴射攪拌工法(MJS(Metro Jet System)工法))を採用した¹⁾。ここでは, 地盤改良体に発生する応力を的確に計測できる方法を考案し, 地盤改良体造成後に計器を設置して, 導坑掘削に伴う地盤改良体の既設構造物支持効果を確認した。また, 仮受杭設置に伴う荷重の再配分挙動についても計測管理をおこなったので, その結果について報告する。

2. 工事概要および地質概要

対象となる工事区間の施工断面図および土質柱状図を図1に示す。第2号線の支持地盤は, 東大阪特有の鋭敏粘土(3.5m程度のAmc下層(自沈粘土), 相対含水比0.7~0.8, 粘着力65~110kN/m²)であり, 第2号線建設時に地下水位低下履歴を受けて過圧密状態にあるものの, 外荷重変化に伴う沈下が懸念された。そこで, 導坑掘削時の坑壁安定性および上載荷重をダイレクトに硬質な洪積礫層(Tg層)へ伝達することを目的とした地盤改良体を, 図2のような平面配置で実施した。

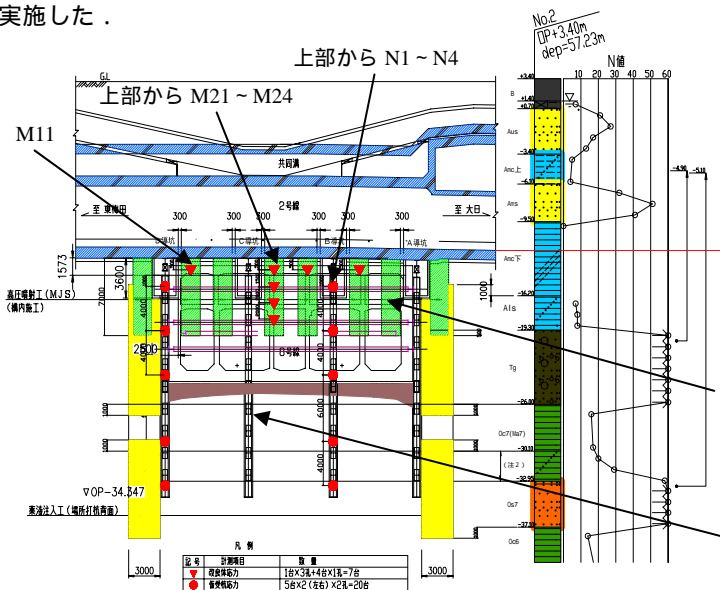


図1 施工断面図および土質柱状図

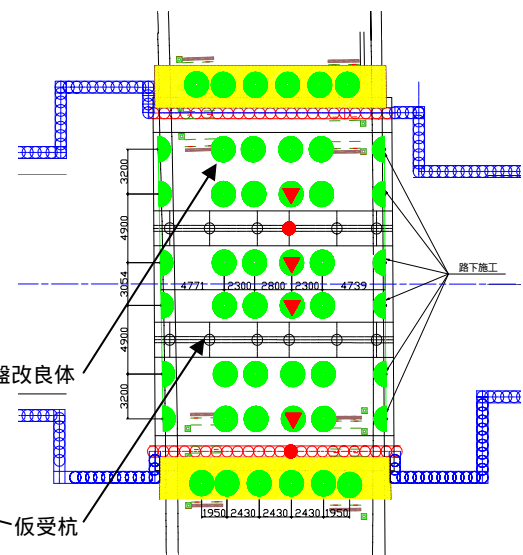


図2 地盤改良工の実施平面図

3. 地盤改良体の応力計測計画

地盤改良体発生応力を計測する方法としては, a)変位計による計測方法²⁾, b)添え材にひずみゲ - ジを貼り付けて地盤改良体中に挿入する計測方法, c)埋設型ひずみ計を用いてダイレクトにひずみ量を計測する方法が考えられる。

a)については, 地盤改良体を貫通させて Tg 層に固定点を設置できないことから除外した。b)については, 添え材が地盤改良体と同等またはそれ以下の強度を有する材質である必要がある。材質・施工性・経済性を検討した結果, ある仮定を想定して地盤改良体と異なる材料を介して計測するよりは, c)に示す計測方法の方が優位であると判断した。つまりここでは, 設置精度・施工性・測定精度・経済性を考慮して, ポリエチレン製ネット・パイプに開口部を設け, パイプ内の所定位置にひずみ計を緩固定する c)の方法を採用した。設置方法については, 造成された地盤改良体を上部よりボ - リング削孔し, その後 c)を挿入してから地盤改良体と同じ材料¹⁾を充填して仕上げた。これによってパイプ開口部より充填材が入り込み, 鉛直性を確保した上で地盤改良体に発生する応力をダイレクト計測することが可能となった。

Stress measurement in soil improvement pile and temporary pile during the underpinning for existing structure

Tomohiro SHIOTANI & Masashi ISHIZAKI(Osaka Municipal Transportation Bureau), Yukiharu INOUE & Shigeki TOMIYAMA(Sumitomo Mitsui Construction JV), Takahiro KONDA & Masaaki FUJIWARA(Geo-Research Institute)

4. 地盤改良体発生応力および仮受杭軸力の計測結果

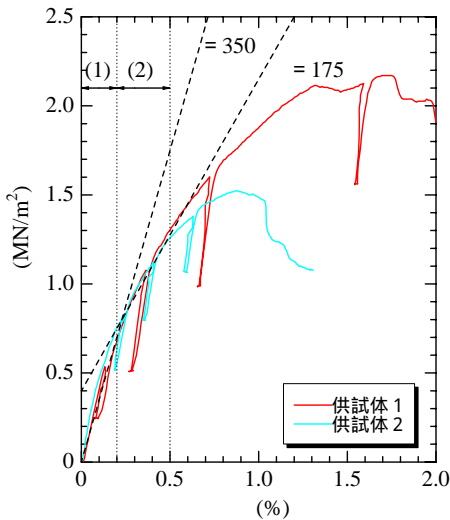


図3 地盤改良体の応力～ひずみ関係

地盤改良体テストピ - スによる一軸圧縮試験結果を図3に示す。ここでは、地盤改良体内に発生するひずみレベルに応じて、以下の変形係数を設定した。

(1) $< 0.2\%$: $E = 350 (\text{MN}/\text{m}^2)$

(2) $0.2\% < 0.5\%$: $E = 175 (\text{MN}/\text{m}^2)$

なお実工事中は、 $< 0.2\%$ であったため、エリア(1)の変形係数を用いて発生応力を計算した。

地盤改良体発生応力および仮受杭軸力の経時変化図を図4に示す。

M11については、D導坑掘削に伴って上載荷重の急激な変動が見受けられた後()、徐々に増加傾向を示した。その後、D導坑仮受杭プレロードに伴い、それまで地盤改良体が支持していた荷重が仮受杭に移行したと思われる発生応力の減少が発生した()。

M21～M24については、BおよびC導坑掘削に伴う荷重増加によって発生応力の増加が見られたのに対して(および)、C導坑仮受杭のプレロード時には、それまで地盤改良体が支持していた荷重が仮受杭に移行したことによって、発生応力は減少した()。その後、B～C導坑間切広げ施工に伴い、それまで他の地盤改良体が支持していた荷重の一部が、計測している地盤改良体に移行したと思われる発生応力の増加が見受けられ()、計器撤去した。

N1～N5については、B導坑仮受杭プレロード導入に伴って軸力が増加した際に、地盤改良体応力が同時に低下した()。その後、B～C導坑間切広げ掘削に伴い、それまで第2号線を支持していた地盤改良体が撤去されたことから、その支持荷重がB導坑仮受杭に移行して軸力が増加した()。この現象は、A～B導坑間切広げ掘削時にも同様に見受けられたが()、仮受杭上部ほど顕著であり、摩擦杭的な挙動から仮受杭下部においてその傾向は小さかった。8次～床付掘削中に発生しているゆるやかな仮受杭の軸力増加は、掘削工に伴うリバウンドによる影響と考えられる()。

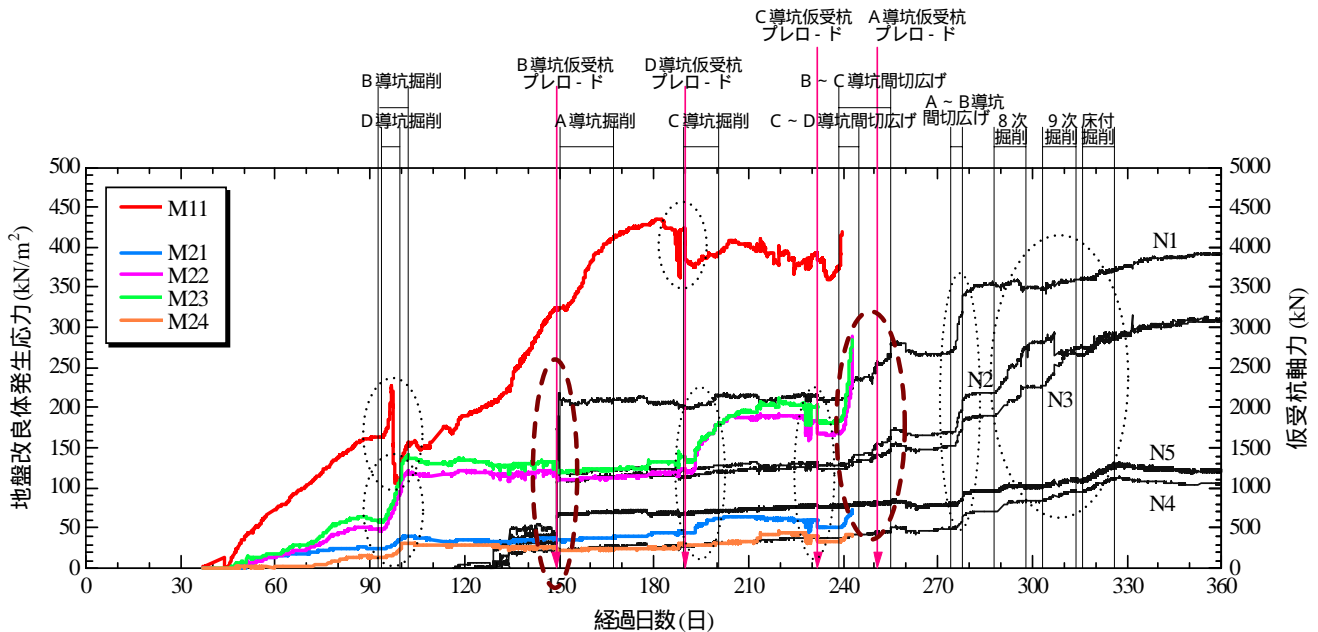


図4 地盤改良体発生応力および仮受杭軸力の経時変化図

5. おわりに

既設構造物直下に先行施工した地盤改良体については、導坑掘削に伴う局所的な荷重除荷にもかかわらず、既設構造物の沈下量が微小であったことと(別途計測を実施して確認済)、除荷荷重が速やかに地盤改良体へ移行していることから、その荷重支持効果が確認できた。また、仮受杭導入に伴って地盤改良体が支持していた荷重が仮受杭に移行する状況も確認できたことから、以上の計測管理は施工管理上有益であった。

参考文献 1)塩谷智弘,石崎雅史,井上幸治,富山茂樹,譽田孝宏,小川恒郎,加嶋透:既設地下鉄のアンダ - ピニングにおける補助工法,第40回地盤工学研究発表会(投稿中),2005. 2)西澤勝巳,伊奈昭二,山脇正啓,早川清,書川康一:超近接シ - ルド掘進における既設構造物の変形とその抑制,土木学会第51回年次学術講演会講演概要集, pp.172-173,1996.