

III-10 掘削土留め工事における地盤改良の土留壁変位抑止効果

日本鉄道建設公団 正会員 儀満和紀、川崎孝一、中山宏光

1. まえがき

掘削土留め工事における土留壁の変形は、ほぼ比例して背面地盤の沈下を引き起こす。このため、特に市街地における深い大規模掘削工事においては、土留壁の変形量のコントロールが設計・施工上の一つのポイントとなる。片福連絡線・大川トンネル立坑工事は、延長32m、掘削幅19～22m、掘削深さ21～23mの立坑築造工事であり、大阪市内の上町台地東側に分布する超鋭敏な沖積粘性土中に設置される。また、立坑の直近には重要施設があり、掘削に伴う背面地盤の沈下による建物への影響を極力抑える必要があった。このため、掘削部分のトラフィカビリティ改善も兼ねて、ケミコパイルによる地盤改良を実施するとともに、重要施設近接部分では、掘削床付面下の一部をCJG工法により地盤改良し、土留壁の変形防止に努めた。

2. 工事概要及び地質状況

立坑は、シールドマシンを投入するため、掘削幅・深さも若干大きくなっている部分（以下立坑部）と将来駅となる部分（以下駅部）からなる。掘削深さは立坑部で23m、駅部で21m、支保工は立坑部で8段、駅部で7段である。土留壁はSMW工法による柱列式地下連続壁である。土留壁の長さは立坑部で30m、駅部で26mである。計測の主断面は、重要施設との関係で駅部となっている。

地質は、上部より沖積砂質土層（As）、沖積粘性土層（Ac）、洪積砂質土層（Us）、洪積砂礫層（Ug）、洪積粘性土層（Og）よりなる。Ac層は深さ6～24mに分布し、掘削土の大半を占める極めて軟弱な層である。N値により上部・下部に区分でき、平均N値は上部で1、下部で5である。又、この地域に分布する沖積粘性土は全体に鋭敏比が高く、立坑位置における土質調査の結果でもAc層上部で4～19下部で13～21となっている。

3. 地盤改良

①ケミコパイル ケミコパイルは、基本的には掘削時のトラフィカビリティ改善を目的として施工した。杭径は400mm、杭ピッチは1.8m、改良範囲は図1の通りである。ケミコパイルの地盤改良効果（地盤強度の増加）については、超鋭敏粘土においては所要強度発現までに、かなりの期間を要する場合があることが知られている。本工区に近接する大阪市地下鉄7号線の例では、0.2～0.3kgf/cm²の強度増加を得るのに施工後約2ヶ月を要している。

②CJG ケミコパイルによる地盤改良は、強度発現にかなりの期間を要する可能性があったこと及び近接構造物の重要性に鑑み、土留壁の変位抑止効果を期待して重要構造物近接部分のみ、掘削底面下1.5

図1 断面図

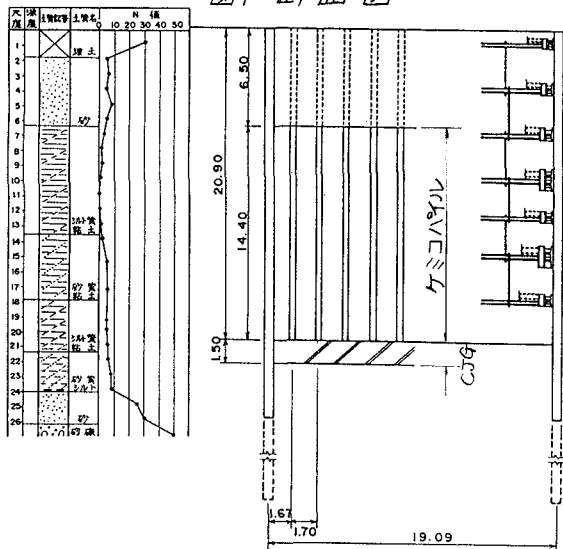
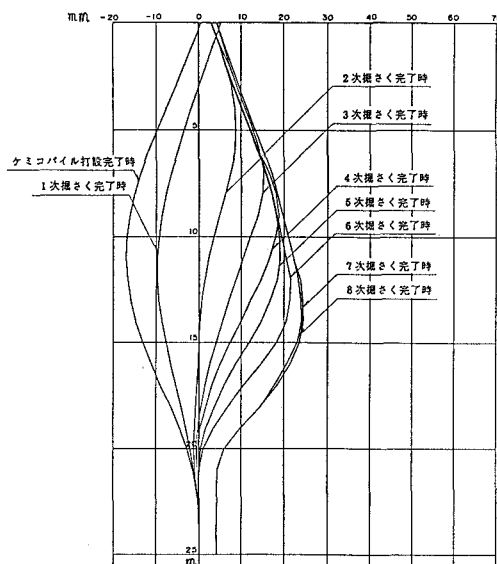


図2 土留壁変位図 (実測値)



mの範囲にC J G工法により地盤改良を行った。

4. 土留壁変位抑止効果

①実測値 ケミコパイル打設終了から最終掘削(8次掘削)終了までの土留壁変位の実測値を図2に示す。ケミコパイル打設時は、打設による孔の押し抜けと打設直後の急激な吸水膨張により、背面側に17m変位を生じている。この影響は、1次掘削完了時までには顕著である。2次掘削以降は掘削側面に変位しており、この影響の有無はわかりにくい。後述する解析値との比較では3次掘削以降では良いフィッティングを示しており、改良地盤の圧密もこのころにはかなり進んでいると考えられる。掘削につれて変位は増してくるが、特徴的な事柄は、6次掘削完了時までにはC J Gの効果により床付け面より下の変位はほとんどゼロであるということである。しかしながら、7・8次では床付面以下においても4mm程度変位を生じており、C J G部分の剛性が周辺の地盤に比べて高すぎる結果この部分に応力集中を生じ、C J Gが部分的に破壊した結果と考えられる。最終掘削完了時の土留壁の最大変位量は25mmで、これは掘削深さ21mの土留壁の変位量としては比類無く小さな値といえる。これに伴う背面地盤の沈下量は、ほとんどゼロであった

②実測値と解析値の比較 解析には弾塑性法を採用している。地盤改良による効果としては、沖積粘性度層で q_u が 0.3kgf/cm^2 改善されるとしている。また、C J G部分については、改良体の強度を 30kgf/cm^2 としている。図3に土留壁変位の实測値と解析値の比較を示す。実測値と解析値は、各掘削段階ともGLから最大変形量が発生する地点までは良いフィッティングを示しているが、それから深くなるにつれていずれも解析値の方が大きくなっている。これは、C J G部分は実際にはほとんど剛体に近く、この評価に課題を持っていることを示している。しかしながら、全体的には概ね解析値は実測値をよく再現していると言える。

③解析値による抑止効果の評価 図4に本工区をモデルとして、ケース1:地盤改良を施工しない場合、ケース2:C J Gのみ施工した場合、ケース3:ケミコパイルのみ施工した場合、ケース4:両方を施工した場合の4ケースについて、解析値(最終掘削完了時の土留壁変位図)の比較を示す。この結果を壁体変形量(面積)で表すと、ケース1を100とすると、ケース2、3、4の順に82, 51, 42となっている。ケミコパイルによる効果は、地盤強度の改良が所定通りなされれば、その施工範囲が広いため相当大きい。C J Gによる地盤改良は、今回のケースでは20%程度の改良効果が確認できた。なお、C J G工法を利用した先行地中梁的な土留壁変位抑止方法は、今回は、施工を考慮して床付面より下に実施したが、変位抑制のための最適位置は床付け面より上方であることが確認されている。

◎参考文献

- (1)古谷:生石灰パイル工法(ケミコパイル工法)、土木施工、昭和55年11月
- (2)佐野、太田:建設すすむ「花博」のあし・大阪地下鉄7号線、トンネルと地下、平成元年3月
- (3)中村、中沢:掘削工事における土留壁応力解析、土質工学会論文報告集、昭和47年12月

図3.土留壁変位図(実測値と解析値の比較)

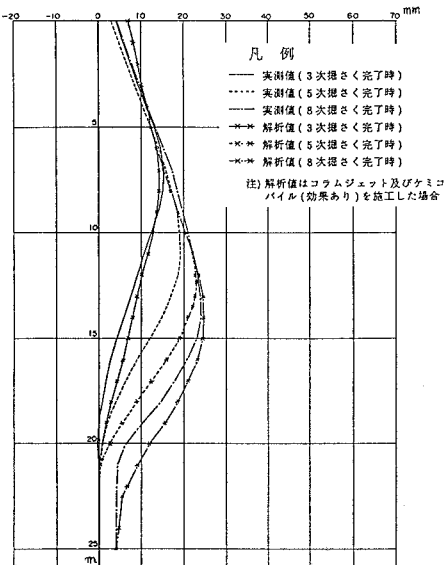


図4.土留壁変位図(解析値の比較 - 8次掘さく完了時)

