

深い掘削における粘土地盤の挙動観測

Observed Performance of a Deep Excavation in Clay
 by Richard J. Finno, Dimitrios K. Atmatzidis, Scott B. Perkins,
 ASCE GE Vol. 115, No. 8, pp. 1045~1064, Aug., 1989.

本文献は、1987年にシカゴ市建設局が実施した開削工法による地下鉄トンネル工事に際し、Northwestern 大学が協力して試験区域から採取した精緻な観測データをまとめたものである。この研究は、山留め壁に作用する土圧や水圧などの測定ではなく、周辺地盤の変形の観測に主眼がおかれており、山留め掘削技術の研究に対する一つのアプローチ方法として意義深い。

論文の構成は、①まえがき、②地盤条件、③計測機器、④掘削順序および手順、⑤観測結果、⑥結論、⑦謝辞からなり、掘削に伴い地表面に引張りクラックが生じた時期を中心にして、周辺地盤の挙動を平易に説明している。

1. まえがき

著者らは、シカゴ市郊外の飽和粘土地盤における深さ12mの山留め掘削工事に際して、試験区域を設け、計測機器を密に配置し、掘削時の地盤の挙動を詳細に観測した。観測結果は、掘削状況と関連づけて説明されている。

なお、この工事では近接建造物が無かったため、施工業社が掘削に伴う地盤変形にあまり気をつけていなかったことを注記している。

2. 地盤条件

試験区域の地盤は、洪積世の Wisconsin 期の氷河時代に堆積したものであり、その上部はコンクリートガラなどで埋戻されている。地層としては4層に分けることができ、上から Blodgett, Deerfield, Park Ridge, Tinley 層と呼ばれる粘性土層である。最下層の Tinley 層は、硬質で過圧密

状態である。

3. 計測方法

掘削周辺部の地盤挙動を調べるために、山留め壁の西側において、鋼矢板に対し垂直な計測線上に3組の計器群を設置した。各計器群は、間隙水圧計3点、深さ20mの傾斜計1本、伸縮計5点で構成されている。また、この計測線外にも、伸縮計を1箇所、傾斜計を3箇所に設置している。一方、山留めそのものの挙動については、鋼矢板変形を傾斜計で、切梁軸力をひずみ計で測定している。

4. 掘削手順

掘削深さは最深部で12m、掘削幅12mであり、試験区域の南側から北側へ向けて（図-1で、手前から奥へ向けて）掘削された。山留め壁の東側には供用中の州道が近接しているため、掘削土の仮置きや重機の設置は西側で行われた。したがって、西側地

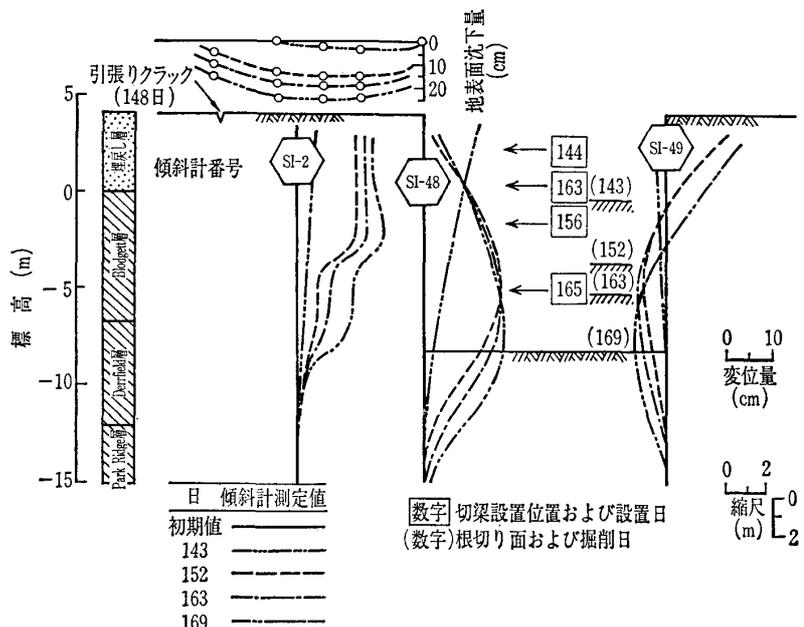


図-1 計測断面における水平変位量および地表面沈下量

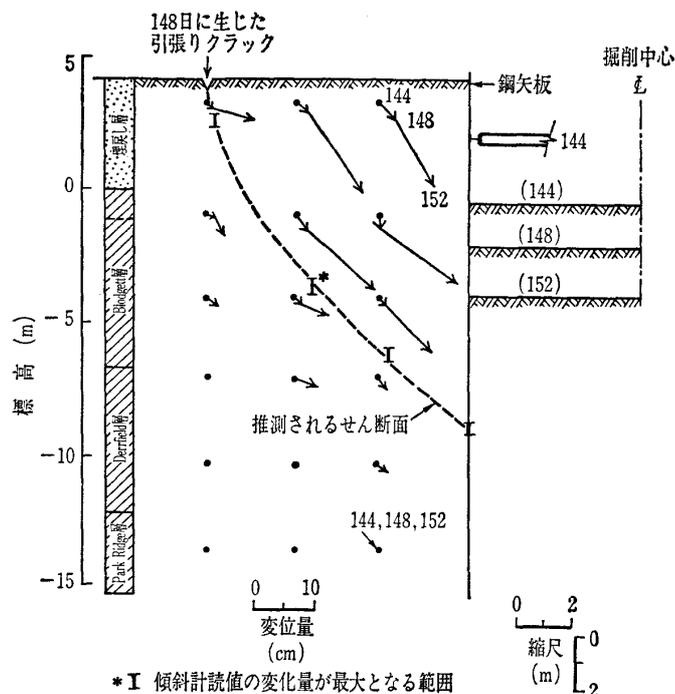


図-2 計測断面における変位ベクトル図 (Finnoら, 1988bによる)

盤には短期的な上載荷重が生じていたことになる。また、掘削が進むにつれ、計4段の腹起こしおよび切梁が設置された。

5. 地盤変位の観測結果

試験区域の掘削中、一段目の切梁設置直前には、鋼矢板が片持ち梁状態であり(図-1中の施工143日目)、西側地盤には上載荷重の影響で、東側よりも大きなひずみを生じた。

その後、三段目切梁設置直前までに5.9mを掘削したところ鋼矢板が大きく変形し、図-2に示したように地表面に引張りクラックが発生した。この時、地盤中には土塊のすべりが生じた。

伸縮計および傾斜計から求めた地盤変位ベクトルは、根切り面に向かうもので、水平方向では鋼矢板の垂直線から約15°南向きで、鉛直方向では45°下向きであった。

6. 間隙水圧および切梁軸力の測定結果

間隙水圧は、鋼矢板打込み中に急上昇したが、掘

削開始前には消散し始めた。掘削中の間隙水圧は、最下段切梁と根切り面との間隔が大きくなった時に急激に低下したが、これは地盤中にせん断破壊面が生じたためである。

また掘削中に測定した切梁軸力の最大値は、設計切梁軸力とほぼ一致したものの、鋼矢板の変形量は予測値以内に収まらなかった。

7. 考察

経験上、シカゴ市の地盤では、最下段切梁と根切り面の間隔が3.1~4.6mに達すると地表面沈下が大きくなるとされている。

ここで著者は、施工152日目と164日目の地盤挙動を比較している。前者では後者に比して大きな地盤変位が生じている。前者で一段目切梁と根切り面の間隔が5.9mであるのに対し、後者でも三段目切梁と根切り面の間隔は5.5mとあまり変わらない。一方、根切り面の位置は、前者が軟らかいBlodgett層にあり、後者が中位のDeerfield層にあり、非常に硬いPark Ridge層までの間隔はそれぞれ8.2m、4.9mと異なっていた。このことから、根切り面付近に、より硬い地盤が有るか無いか地盤変位に大きく影響するとしている。

この硬い地盤の影響については、ヒービングに対する安全率をTerzaghiの方法で計算することにより、いろいろな掘削段階について評価できるとしている。上述の掘削段階における安全率は152日目で1.1、164日目で1.3と計算され、試験区域においては深い掘削よりも浅い掘削の方が、より大きな地盤変位を生じる場合があることを示している。

また、ヒービングに対する安全率が1に近づくとつれて地盤変位量が急激に増加していくことを紹介し、掘削工事における地盤変位が徐々に進行するものではなく、突然に大きく変位するものだと警告している。

(抄録者：樋口雄一 大成建設(株)技術研究所)

(原稿受理 1989.11.27)