

下水道事業実施による事業損失防止

協同組合 Masters GEOTETS 工法研究会 ○西靖彦

1 はじめに

(1) 研究の社会的背景

下水道施設は、道路の地下の限られた占有空間を他のライフラインと共存して計画され、自然流下である特性から、他のライフラインの影響を受けない深部の地下空間の占有が多い。道路の地下深部での敷設となるため、供用中の道路や沿道の家屋、さらにはガス・水道など他のライフラインへの影響を回避するため、仮設の鋼矢板を打設し、施工空間を確保しての施工となる。

特に都市部では、沿道の密集した建築物などへの影響を配慮した施工となるが、施工中や完了後に、地盤沈下による家屋のヒビ割れなどの損害が発生することが多く、工事との因果関係、補償額の協議となり、訴訟化するケースもある。さらに、幹線道路の地盤沈下による緊急の通行規制が発生するケースもある。本論文では、下水道の開削工事において使用する仮設の鋼矢板を工事完了後に引抜く際に生じる周辺地盤の沈下について、沈下の要因となるもの、沈下量の予測方法について調査・研究を進め、下水道事業実施による周辺家屋への影響評価の手法、将来リスクを軽減する下水道事業の進め方について考察する。

(2) 先行研究調査

鋼矢板引抜き時の沈下発生範囲の予測には、道路土工・仮設構造物指針に基づいて、杭端から $(45^\circ + \phi/2)$ の角度に主働すべり面を引いて設定するのが一般的である。しかしながら、実際の現場では、その範囲を超えた地盤沈下が発生していることから、Peck は、開削工法における掘削深さと背面地盤沈下量及び、その影響範囲について、多くの実績値を基に地盤の種類別に分類し、地盤の種類と安定係数を指標として、沈下図を提案した。堀内・清水は、多くの実績データをもとに、Peck の沈下図を用いた沈下予測方法を提案した。

(3) 本研究の目的

鋼矢板の引抜き現場における、事例やデータをもとに、沈下要因となる要素を分析する。また、Peck や堀内・清水による計算式や沈下量関係図を活用し、現場での実態にも照らし合わせ、簡易な沈下量予測の手法を提案することを目的とする。

2 鋼矢板引抜による地盤沈下の要因分析

(1) 鋼矢板引抜後の空洞への土砂移動

鋼矢板引抜後の空洞を内部充填せずに放置すると空洞周辺の土砂が内部へと移動し、地盤沈下の要因となる。硬質地盤の場合においても、鋼矢板打ち込み時に、オーガ掘削等により地盤を緩めた上で鋼矢板打ち込みをしているため、同様に地盤沈下を起こす要因となる。

(2) 鋼矢板引抜の付着土砂による空洞の拡大

- 1) 粘土層における鋼矢板引抜きの場合、シルト→粘性土→砂質土の順に鋼矢板への付着土砂がつきやすく、付着による空洞拡大が生じる。
- 2) 土質が互層構造の場合、シルトや粘性土が引抜の際に矢板と共上がりする際に、いわば底蓋のようになった粘性土と共に砂質土も共上がりする。

(3) 鋼矢板複数枚施工による三次元的沈下量の増加

本研究では、鋼矢板の引抜き延長に応じた周辺地盤の沈下量の変化について、鋼矢板護岸として使用されていた鋼矢板の引抜き現場での実態について、調査・分析を行った。図1の左側が施工断面であり、右側は、施工延長の増加に伴う周辺地盤沈下の影響範囲の変遷と沈下量の増加をイメージ図化したものである。上段は引抜き延長20mの場合であるが、影響範囲は20m内、沈下量も5~15mmと微量であった。しかし、その両サイドに引抜き延長を伸ばすと、下図のとおり、徐々に影響範囲は拡大し、最大沈下量は60mmを確認した。背面土の土質条件にも左右され不整形な部分があるが、全体として、引抜き延長の増加に比例して、引抜き区間の中央部に向けて土の3次元的な挙動が増幅していく状況が推察できた。

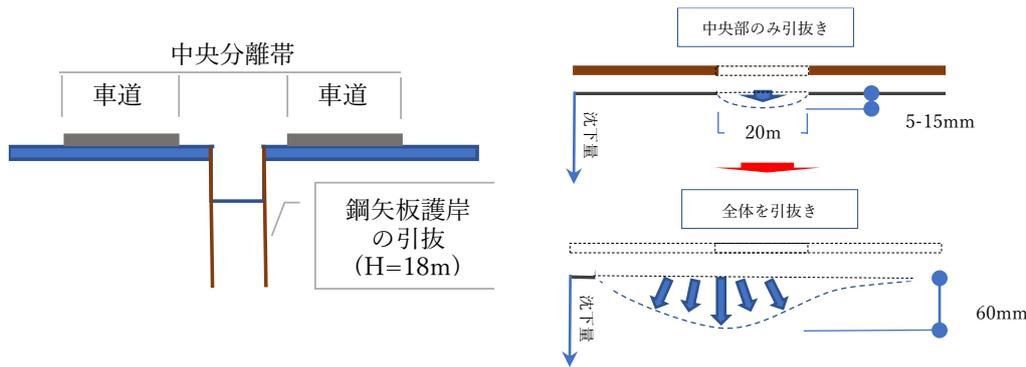


図-1

(4) 鋼矢板引抜きの空洞における負圧と地下水位

多くの施工事例から、地下水位が高い場合、引抜きの際の負圧発生により地下水と共に引っ張られる形で砂質土が流動し、地盤沈下を引き起こす一つの要因となることを確認している。

3 鋼矢板引抜きによる地盤沈下量の予測

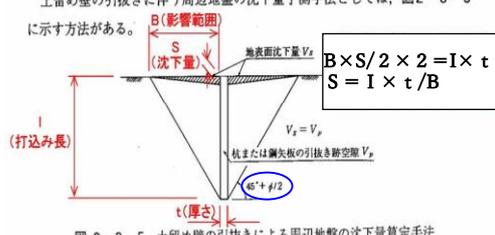
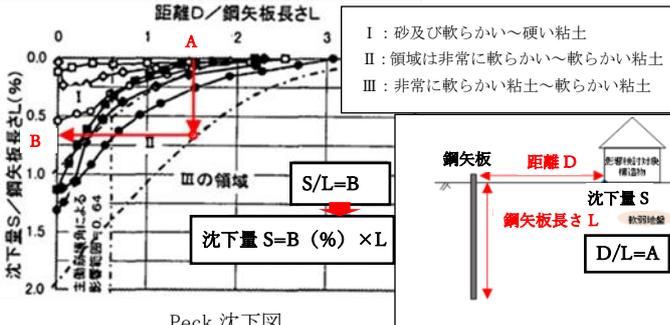
(1) Peck、堀内・清水の沈下図

Peckの沈下図では、地表面沈下量(S)と土留壁からの距離(D)を掘削深さ(H)で除した無次元化量を関係図として示されているが、堀内・清水(1)は、掘削深さ(H)ではなく、鋼矢板長さ(L)で除して正規化している。(以下、Peck沈下図と呼ぶ) Peck沈下図は、地盤種別によってIの領域からIIIの領域までの3つに分類されている。

(2) 道路土工・仮設構造物土工指針とPeck沈下図との比較と評価

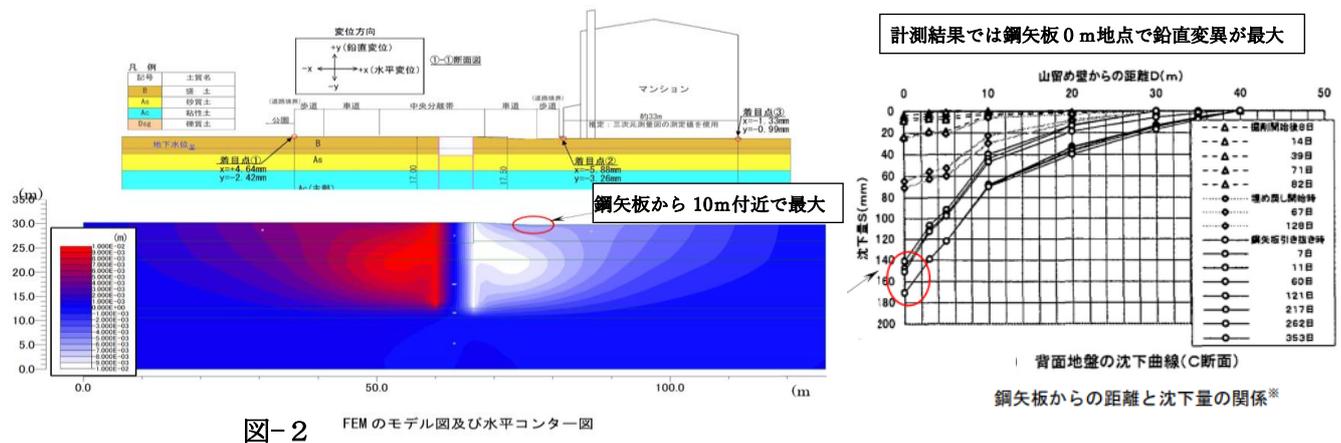
表-1

項目	道路土工・仮設構造物土工指針	Peck沈下図
適用	砂質・礫質	砂質・礫質、粘性土・シルト・軟弱地盤・オーガによる先行削孔や芯抜削孔工法併用で引抜く場合は硬質地盤も対象

<p>検討方法</p>	<p>3) 土留め壁の引抜きに伴う地盤沈下の推定方法 土留め壁の引抜きに伴う周辺地盤の沈下量予測手法としては、図2-8-5に示す方法がある。</p>  <p>図 2-8-5 土留め壁の引抜きによる周辺地盤の沈下量算定手法</p> <p>道路土工 仮設構造物工指針 P62</p>	 <p>Peck 沈下図</p>
<p>根拠</p>	<ul style="list-style-type: none"> 発生した空隙と同じだけ沈下すると仮定 側方流動は想定しない 	<ul style="list-style-type: none"> Peck 沈下図は、実測値から相関関係を導いている。 滑りが発生し、側方流動が起こることを想定。
<p>総合評価</p>	<p>簡易的な算出方法、かつ、すべての土質に対して同じ計算式であり、実態と相違することがある。</p>	<p>土質を大別した後に、沈下実測値に基づいた表を根拠とするため、実状に近い値を予測できる。特に軟弱地盤では特に鋼矢板の長さの2~3倍とすべり範囲ができ影響範囲が広く安全側の判定となる。</p>

(3) FEM と Peck 沈下図との比較による考察

図-2に示すマンション近接現場におけるケースで、実際の沈下量を計測するとともに、予測手法として FEM 及び Peck 沈下図を用いて比較を行った。結果、両予測手法には、沈下影響範囲及び沈下量に大きな差異が見られた。主たる理由として推定されるのは、FEM では水平方向に対して変位を与えているが、鉛直方向には変位を考慮していないことが挙げられる。FEM では、図-2の鋼矢板の右側（建物側）の地盤変位をみると、鋼矢板から 10m 付近で最大変位が生じていると推察される。一方で、Peck 沈下図からの予測値は、鋼矢板 0.0m 付近で沈下量が最大となる結果となっており、実際の計測結果との整合性があり、簡易な沈下量予測手法としての妥当性が確認できた。FEM 解析は、一部、実態との相違が見られた。



4 結論

現場における簡易な面的影響予測の手法として、Peck 沈下図は活用可能であること、沈下原因における付着土砂の問題などが確認できた。下水道事業における事業損失防止の検討において、Peck の沈下図を用いた影響度の事前把握、付着土砂影響も踏まえ、早期に対策工法の立案につなげることは、将来リスク回避の手段として非常に有効である。一方、鋼矢板引抜き時の FEM 解析は、2次元解析モデルが主体であるが、本研究における複数枚の鋼矢板を引抜きによる影響範囲からも、3次元解析を要することも確認できた。

協同組合 Masters GEOTETS 工法研究会 京都事務所 代表 西 靖彦 nishi@hikinuki.jp

京都市下京区四条通室町東入函谷鉾町101 アーバンネット四条烏丸Bビル 075-600-2526