

III-5

軟弱地盤を対象とした開削工事での計測事例について

建設省関東地方建設局

郡司 篤 石井 正

鹿島建設株式会社

正員 ○早崎 勉

1. まえがき

霞ヶ浦の水質浄化と渇水時の用水の確保及び新規都市用水の開発を目的とする霞ヶ浦導水事業の一環として、那珂川下流部に霞ヶ浦導水那珂機場が建設されているが、当工事の施工方法としては、一次掘削（深さ6m程度）した後に鋼矢板を打設して開削工法により構築することが予定されていた。

しかし、当地には高含水状態にある軟弱な粘性土層が堆積していることから特に内部掘削の施工に際しては、各種の計測管理を行った。

その結果、この軟弱粘性土層の掘削時の計測結果において興味ある挙動がみられたので、今後の同種工事への参考として紹介するものである。

2. 土層構成及び土性値

土層構成（図-1）をみると当地には上部12m付近まで高含水状態（ $W_n=51\sim 212\%$ ）の軟弱な粘性土層（粘着力 $C=0.18\sim 0.51\text{kgf/cm}^2$ ）が堆積している。

事前の検討結果によれば、重機のトラフィカビリティーの確保のために上部12mまで何らかの地盤改良が必要であることが判明したことから、当地の軟弱粘性土層の改良に最も適切な工法として生石灰パイル工法を選定するとともに、一次掘削（法勾配=1:1）後の土留めには鋼矢板（VL型、 $\phi=16\text{m}$ ）及びグラウンドアンカーの打設にて行った。

3. 計測計画の概要

施工時の計測項目としては特に一次掘削後の鋼矢板に挿入式傾斜計パイプ及びグラウンドアンカー各段に荷重計（図-2）を設置したが、設置箇所については代表的な2断面をとりあげて行った。なお、各段のグラウンドアンカーに導入したプレストレス（P）については、それぞれ次のとおりである。

- 1段アンカー：P=54t（設計荷重（Pd=54t）×導入率100%）
- 2段アンカー：P=130t（Pd=130t ×100%）
- 3段アンカー：P=103t（Pd=103t ×100%）
- 4段アンカー：P=67t（Pd=84t×80%）

4. 計測結果及び考察

(1) 鋼矢板の変形特性について

① 1次掘削後の鋼矢板の最大変位をみると、鋼矢板頭部において掘削側に $\delta=50\text{mm}$ 程度の変位を生じているが、1段アンカーの緊張後にはこの頭部変位が $\delta=15\text{mm}$ （掘削側）となり、 $\Delta\delta=35\text{mm}$ 程度押戻されたことが伺える。また、この変位はその後の2次掘削の進行にもかかわらず、2次掘削終了時にはさらに $\delta=5\text{mm}$ まで背面側に変位が進行した。この結果からみると、対象が軟弱地盤であることとアンカーのプレストレス導入率（80~100%）が大きいことからアンカーの緊張により鋼矢板は容易に背面側に変位すること及びその変位はクリープ的に進行することがわかる。なおこのクリープ的な変位の進行の理由については圧密現象と同様に軟弱粘性土層中の水の移動がある程度寄与しているものと考ええる。

② この鋼矢板の変位は2段アンカーの緊張に伴ってさらに背面側に進行し2段アンカー設置位置付近で $\Delta\delta$

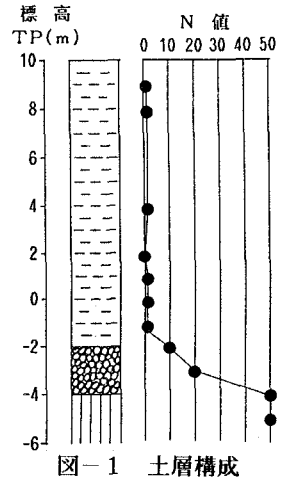


図-1 土層構成

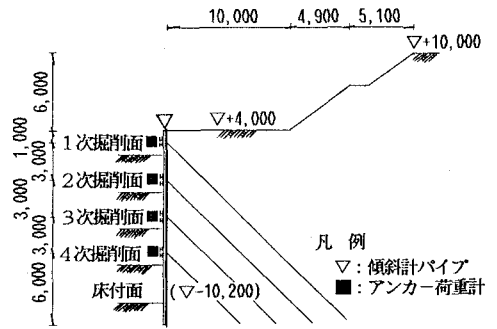


図-2 計器取付位置断面図

= 25mm程度押戻され鋼矢板頭部では背面側に $\delta = 10\text{mm}$ 程度変位する結果となった。また、この背面側への変位はその後の3次掘削にもかかわらず進行し、3次掘削終了時には鋼矢板頭部変位 $\delta = 25\text{mm}$ (背面側)が確認された。しかし、このような現象も3段アンカーの緊張時及び緊張後には若干みられたものの、4段アンカーの緊張時及び緊張後にはあまりみられなかった。

③事前の実施設計における鋼矢板の挙動予測では“弾塑性法”にて検討を行っているが、いずれのステージにおいても鋼矢板は掘削側に変位する

結果(4段アンカー緊張後の頭部変位 $\delta = 50\text{mm}$)となり、必ずしも実際の挙動をとらえていない。そこで内部掘削時の施工管理に際しては当初より“逆解析システム”(注)を導入して挙動予測を行った。予測結果の一部を図-3に示したが、1段、2段、3段の各アンカーの緊張後からの結果をみると、当然のことではあるが最新データを入力することにより予測精度の高くなることが分る。このように軟弱地盤を対象とした開削工事では鋼矢板の挙動予測が非常に難しいことから、当工事では現状の測定データを即座に入力してリアルタイムに鋼矢板の挙動予測を行うことにより無事掘削を終了した。

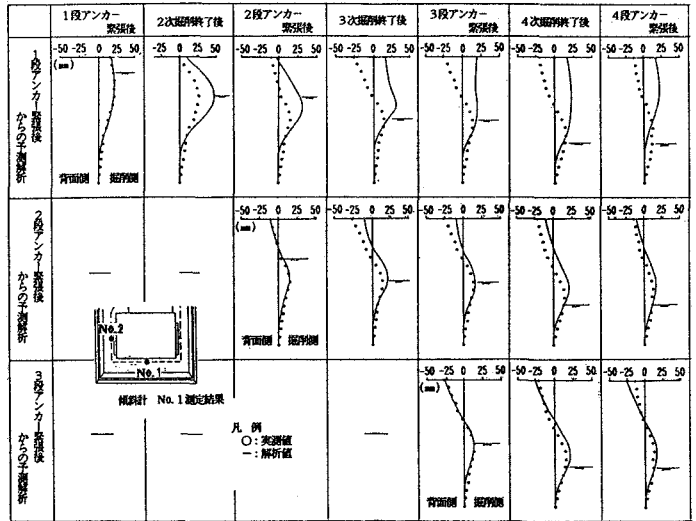


図-3 逆解析による鋼矢板の変位予測結果

(2) アンカー荷重の挙動について

①グラウンドアンカー緊張後のアンカー荷重の経時変化を図-4に示したが、鋼矢板の挙動に対応していずれのアンカー荷重も緊張後の内部掘削の進行にもかかわらず長期間に亘って徐々に減少し、掘削終了時において1段アンカー～3段アンカーではプレストレス導入時の60～70%に低減した。しかし、鋼矢板の挙動と同様に4段アンカーにおいては特に顕著な変化はみられなかった。

②2段アンカー緊張時に1段アンカー荷重が、3段アンカー緊張時に2段アンカー荷重が、また4段アンカー緊張時に3段アンカー荷重がそれぞれ若干低下する傾向はみられたが、この低下量を上述の長期間に亘る減少量と比較すると前者は後者の10パーセント以内と小さなものであった。

5. あとがき

軟弱地盤を対象とした開削工事において特に施工時の安全管理を目的として行った計測結果をもとに軟弱地盤特有の現象と考えられる興味ある結果を紹介したが、当工事では掘削した改良土を将来、埋戻し材として有効利用することを計画していることから、その適用性をみるための室内・現場の各実験を予定しているので今後、機会をみつけて報告する方針である。

(注) 佐々木, 増田, 吉清, 杉山: アースアンカーを用いた土留め工の予測管理について 土質工学研究発表会, 1985.6

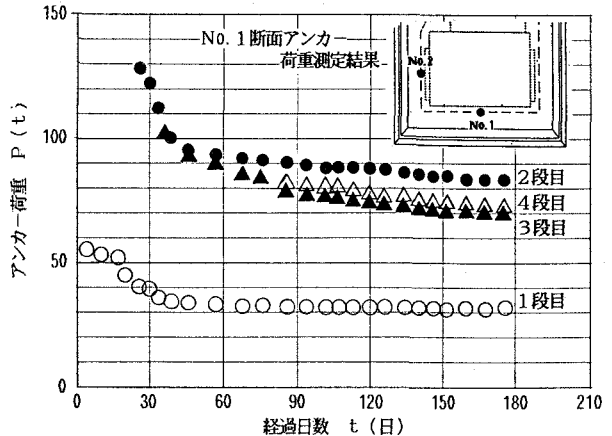


図-4 アンカー荷重の経時変化図