

運輸省東北港湾建設局

正員 門司 剛至

正員 〇太田 一巳

1 まえがき

粘性土地盤における安定問題を考える場合、圧密膨張によるせん断強度の変化や異方性の影響を考慮する必要がある。今回、粘性土地盤における大規模な掘削工事および山留め工事を実施するにあたり、粘土の異方性およびリバウンドの影響を考慮して三軸伸張試験の結果を設計に用いた。本報告は掘削による粘土の強度変化、山留めに作用する土圧および山留め鋼管応力について実測値を中心に述べるものである。

2. 工事概要

本工事は川崎港海底トンネル千島町換気塔の施工に伴うもので、図-1に示すように+4mより-8mまで1:5勾配でオープンカットを行い、更に-16mまで山留めにより掘削するのである。オープンカットは48年12月に着工し49年3月に完成した。山留め工事はまた換気塔基礎杭としてφ812.8mmの鋼管105本を約2.5mピッチで打設し、次に山留め鋼管を打設して、二段切梁により掘削した。

3 土質

本地域は多摩川デルタ地帯の南東にあたり、-8mより-40mにかけて沖積層が厚く堆積している。この沖積層はゆるいシルト混り砂層、軟弱な粘土層および砂混りシルト層である。-40m以下は洪積層である(図-2)。粘土層は $C=5\sim 8\%$ 、 $w=75\sim 85\%$ 、 $I_p=30\sim 45$ 、 $\gamma_t=1.6\sim 1.65$ である。

4. 粘土の設計強度および山留めの設計

大規模な掘削における粘土の設計強度は一軸圧縮強度(q_u)にリバウンドによる強度低下を考慮して決定されているが、ここでは粘土の異方性を考慮して三軸伸張試験より求めた強度($E \times T$)を用いることとした。図-3に示すように $E \times T$ は q_u の約7割である。リバウンドおよび異方性の影響は場所的に異なる(図-1)と考えられるが設計強度としては一軸圧縮強度の7割($0.7q_u$)を掘削全断面に適用した。

山留めの土圧計算は上記強度を用い、港湾構造物設計基準により行なった。又、山留めの設計は単純梁、連続梁、弾性梁により行なった。

5 計測

掘削および基礎杭打設による粘土の強度低下を調べるため、3図に

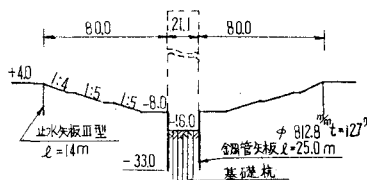


図-1 掘削図

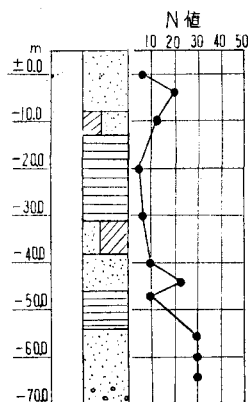


図-2 土質柱状図

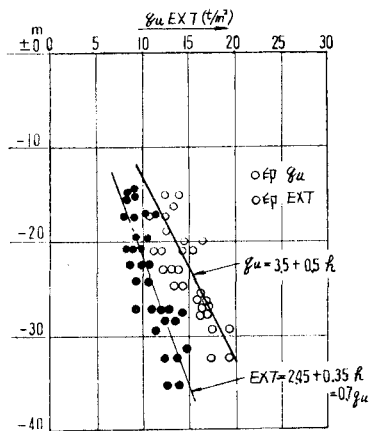
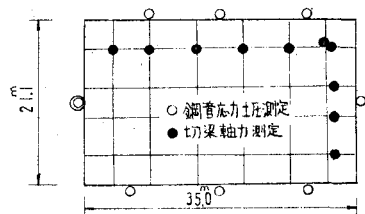
図-3 q_u $E \times T \sim R$ 図

図-4 計測位置図

わたり計12孔のチェックボーリングを行なった。又、図-4に示す位置において山留め鋼管の応力、切梁軸力、土圧および水圧を測定した。

6 計測結果と考察

6-1 粘土の強度低下について

図-5は山留め内のチェックボーリング結果で、杭打ち1ヶ月後に当初強度の約5割に低下したものが3ヶ月後には約8割に回復した。図-6は掘削斜面(-4m)におけるチェックボーリングの結果である。

8 μ 値は当初強度の約8割に低下しているが、これは掘削1年後のリバウンドによる強度低下だけでは説明出来ず、掘削による地中応力の変化等、他の原因によるものと考えられる。なお、掘削前後の含水比、破壊時の垂にはほとんど変化が見られなかった。

6-2 山留め応力、土圧

計測結果を図-7、表-1に示す。山留めに作用する土圧は掘削前は静止土圧分布であったが、-2.5m以上は掘削に伴い逐

次減少した。-2.5m付近は単純梁および連続梁の仮想支束位置に相当する。又、後動土圧はほとんど変化しなかった。鋼管応力の最大値およびその発生位置は実測値とよく合った。又、鋼管応力の分布は弾性梁($K=20\sim40C$)による計算値と同様な分布を示した。-1.5m~-2.5mの実測応力が小さいのは掘削に伴う主動土圧の減少のためと考えられる。切梁軸力は一段目は計算値とほぼ等しく、二段目は計算値の約 $\frac{1}{2}$ であった。なお鋼管頭部変形量は最大20~30mmであった。

7 まとめ

粘性土地盤で大規模掘削工事を行なうにあたり、粘土のリバウンドおよび異方性を考えて三軸伸張試験の結果を用いることとし、一軸圧縮強度の7割(0.7 μ)で設計した。チェックボーリングの結果リバウンドだけでは説明出来ない強度低下が見られた。又、杭打ちによる粘土の乱れ、強度回復の現象を把握できた。山留め工事の観測結果は計算値とかなりよく一致し、粘土における山留め工事の実測例と類似した傾向を示した。以てより、粘性土地盤で大規模掘削を行なう場合、粘土の強度変化については十分な検討が必要であると考えられる。

最後に本報告をまとめるにあたり、港湾技術研究所土質部の方々には、終始細かい御指導を賜った。こゝに深く感謝の意を表します。

参考文献 1) 中瀬明男・小林正樹・勝野克;「圧密および膨張による飽和粘土のせん断強度の変化」

港湾技術報告 第8巻 第4号(1964.12)

2) 小林正樹・中瀬明男;粘土の非排水せん断強さの異方性, 第8回土質工学研究発表会 1973年

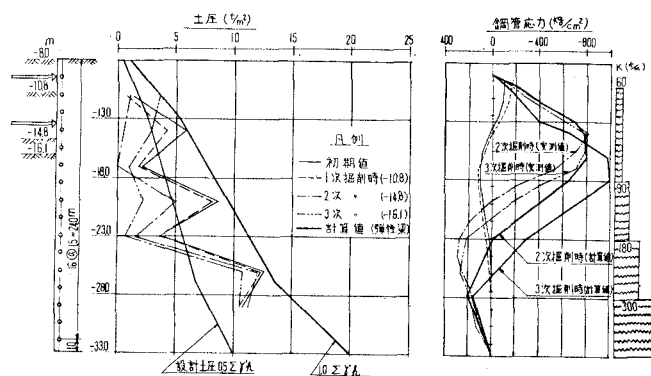
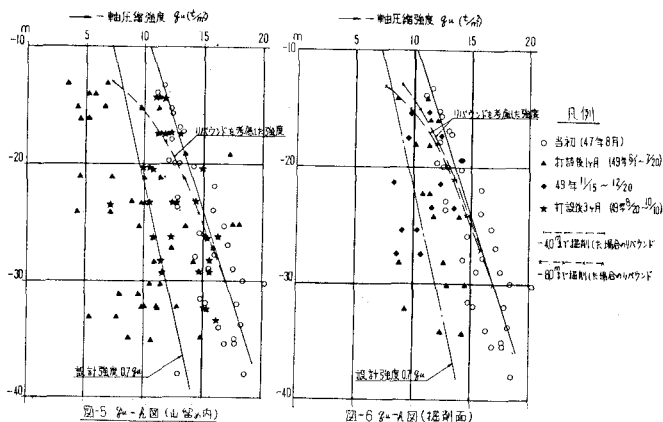


表-1 鋼管応力比較表

	単純梁	連続梁	弾性梁	実測値				
	σ_{max}	σ_{max} 発生位置	σ_{max}	σ_{max} 発生位置				
2次掘削	1048 ^{kg}	-138 ^m	861	-12.7	777	-16.0	600 ~ 700	-13 ^m ~-14 ^m
3次掘削	875	-164 ^m	-918	-13.0	957	-18.0	800 ~ 880	-15 ^m ~-16 ^m