神戸市東部沖積砂の静止土圧係数について

佐藤工業㈱大阪支店 正会員 川下 光仁 神戸大学都市安全研究センター 正会員 田中 泰雄 学生会員 岸田 忠大

1. はじめに

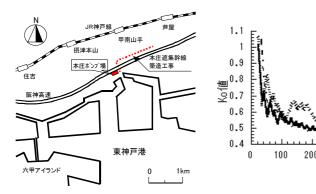
わが国では、開削工事における土留め壁に作用する土圧設計に関して弾塑性法が適用される場合が多い。しかし、この設計法では、掘削底面以下の掘削側の静止土圧の設定に関して過圧密比(OCR)の増加による影響が考慮されていないため、かなり安全側で不経済な設計となっている可能性がある。本研究では、神戸市東部における開削工事の際、現地で採取した試料を用い、 K_0 圧密試験を行い、静止土圧係数(K_0)と過圧密比(OCR)との関係を明らかにした。

2. 試料および試験方法

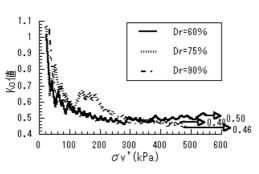
実験に用いた試料は、図 - 1に示す神戸市東部の本庄遮集幹線築造工事において深度 5 m (標高 KOP-2.0 m) で採取したもので、平均粒径 D_{50} =0.36 mm, 均等係数 Uc=3.58 の沖積砂である。以後、本庄砂と呼ぶ。本庄砂採取地点の標準貫入試験結果 (N 値=21) から、Meyerhof の式 1)を用いて相対密度 (Dr) を求めると Dr=77% となった。本庄砂の 2 mm ふるい通過試料について空中落下法で相対密度 Dr=60, 75, 90% の 3 試料を作成し、供試体作成時の初期拘束圧 ($_{c}$ '=19.6 k Pa) 状態から、側方ひずみを拘束するように K_{0} 圧密試験(載荷過程)を行い、引き続き、 K_{0} 圧密試験(徐荷過程)を行った。なお、側方変位測定には、カンチレバー式の変位計を供試体側方に取り付けた。

3.K₀圧密試験結果(載荷過程)

図 - 2 に静止土圧係数(K_0)と鉛直有効応力(、')の関係図を示す。図 - 2 より静止土圧係数 (K_0)は、鉛直有効応力の増加とともに等方状態より減少し、 、'= $100\,k$ Pa では K_0 = $0.5 \sim 0.6$ と急激に減少する。その後、鉛直有効応力の増加にともなう静止土圧係数の変動は小さく、 $500\,k$ Pa 付近では、Dr=60%に対して K_0 =0.50、Dr=75%に対して K_0 =0.48、Dr=75%に対して K_0 =0.46 に収束している。また、 K_0 圧密試験に先立ち実施した排水三軸試験結果より、本庄砂の相対密度 (Dr) と内部摩擦角(')の関係を求めた。Dr=60, 75, 90% での内部摩擦角(')を求めると、それぞれ、 '=33.9, 35.2, 36.6 °を得た。図 - 3 に試験結果をまとめ静止土圧係数 (K_0) と内部摩擦角(')の関係図を示す。図中には正規圧密状態における静止土圧係数 (K_0) と内部摩擦角(')の関係として K_0 0 と内部摩擦角(K_0 1 と内部摩擦角(K_0 2 と内部摩擦角(K_0 3 と内部摩擦角(K_0 3 として K_0 4 として K_0 5 と内部



位 置



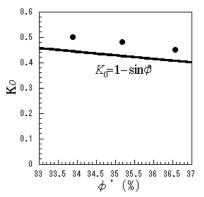


図 - 2 静止土圧係数 (K_0) と鉛直有 効応力 $(_{\ \ \ \ \ \ \ })$ の関係図

図 - 3 静止土圧係数 (K₀)と 内部摩擦角 (')の関係図

キーワード: 土留め、沖積砂、静止土圧、Ko圧密試験、過圧密比(OCR)

連絡先: 〒541-0041 大阪市中央区北浜1-1-6 佐藤工業株大阪支店 TEL: 06-6203-2052 E-mail: Kawashita@satokogyo.co.jp

4.K₀值~過圧密比関係

図 - 4に3種類の相対密度のうち Dr=75%の試料の試験結果を載荷過程も含めて、有効鉛直応力、、、と有効水平応力 $_h$ 、の関係の応力経路図を示した。図中の直線は徐荷過程の初期部分($200<_v$ 、く $500~kPa:OCR=1\sim2.5$)の弾性挙動を示す部分の補間直線である。この部分に関して静止土圧係数増分 (K_0 (OC) / K_0 (NC)) と過圧密比(OCR) の関係は式(1) のように表せる。図 - 5 は静止土圧係数増分(K_0 (OC) / K_0 (NC)) と過圧密比(OCR) の関係を示したものである。OCR が 2.5 を超えると静止土圧係数増分(K_0 (OC) / K_0 (NC)) と過圧密比(OCR) の関係は補間直線からはずれ式(2) のような関係式で表すことができる。

(1<OCR<2.5の場合)

$$K_0$$
 (OC) $/K_0$ (NC) = $A \times$ (OCR) + B 式(1) (OCR > 2.5 の場合)

$$K_0$$
 (OC) $/K_0$ (NC) = \times (OCR) m 式(2) ここで、 K_0 (OC) は過圧密状態での静止土圧係数 K_0 (NC) は正規圧密状態での静止土圧係数 A , B , , mは定数を示す。

表-1に今回の実験により得られた定数A,B, ,mを示す。

表 - 1 実験より求めた定数表

相対密度	1 < OCR < 2.5		OCR>2.5	
	Α	В		m
Dr = 60%	0.515	0.525	1.17	0.45
Dr = 75%	0.401	0.683	0.91	0.58
Dr = 90%	0.238	0.802	0.82	0.60

Alpan³⁾をはじめ Schmertmann、Scherif、Mayne and Kulhawy により、指数mについては研究されており、彼らの研究結果を含めて図 - 6 に指数mと相対密度 (Dr) との関係を示した。

本庄遮集幹線築造工の掘削工事において掘削深さ5mでの静止土圧に 日 ついて実験結果式の適応範囲を検討すると、掘削底面から3.3mの深さま 0.7 では式(2)で表され、3.3m以深では式(1)で表される。掘削底面か 0.85 ら3.3mの深さで静止土圧係数は正規圧密状態の約1.6倍となる。

4.まとめ

神戸市東部地区で採取した本庄砂に関して、K₀圧密試験を行い、次の結果を 得た。

- ・過圧密比 (OCR) が $1\sim2.5$ の範囲では、静止土圧係数 (K_0) と過圧密比 (OCR) との関係は直線近似でき、弾性的な挙動を示す。
- ・過圧密比 (OCR) が 2.5 以上の範囲では、従来の研究で示されているように静止土圧係数(K_0)と過圧密比(OCR)との関係は指数関数で表現できる。

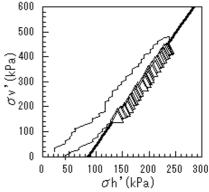


図 - 4 応力経路図(Dr=75%)

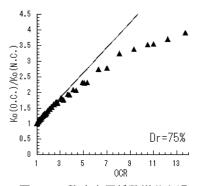


図 - 5 静止土圧係数増分と過 圧密比(OCR)の関係図

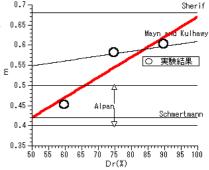


図 - 6 指数mと相対密度(Dr)の関係図

今後、過圧密比 (OCR) を考慮した静止土圧係数 (K_0) を現在用いられている弾塑性法に反映させ、より現実的で経済的な土留めの設計法を検討していくことが残された課題と考える。

参考文献

- 1) Meyerhof, G. G.: Discussion on research on determining the density of sand by spoon testing, Proc. of 4th ICSMFE, Vol. pp.110 1957.
- 2) Jaky, J.: The Coefficient of Earth Pressure at Rest, Joan, Soc. Hungarian Architect and Engineers, Budapest, Hungary, Oct. pp.355-358, 1944.
- 3) 例えば、Alpan, J.: The empirical evaluation of the coefficient K₀ and K_{0.r}, Soils and Foundation, Vol.7, No.1, pp.31-40, 1967.