

III-274 粘性土地盤の掘削抵抗に影響を及ぼす要因についての基礎的研究

京都大学大学院 学生員 納多 勝
 京都大学工学部 正員 島 昭治郎
 京都大学大学院 学生員 建山 和由

1. まえがき 近年、パイプラインや海底ケーブルの埋設など、掘削刃を用いて粘性土地盤を掘削することが多くなってきた。その際、最適な工法を得るために、掘削抵抗についての研究が必要となってくる。本報告では掘削抵抗に影響を及ぼすと思われる要因に注目し、室内実験を試み、掘削抵抗水平分力 H_x とこれらの要因の関係を明らかにしたものである。

2. 掘削抵抗に影響を及ぼす要因について H_x に影響を及ぼす要因としては、刃の形状、地盤の性質、掘削速度がある。まず、刃の形状に関しては、図-1に示すように、すくい角 α 、横すくい角 β 、刃幅 B 、刃高 t を選んで実験を行った。つぎに、地盤の性質に関しては比掘削抵抗 $R_s^{(1)}$ に注目し、その影響を調べた。掘削速度に関しては、0.05~5.6 (cm/sec)の間で変化させて実験を行った。なお、単刃と多段刃の H_x を比較する簡単な実験も行った。

3. 実験装置と実験方法 実験装置としては図-2のようなものを用いた。この土槽の上にレールを取りつけ、掘削刃を取り付けた台車とを、モーターで水平に引張り、掘削を行った。そのときの H_x をロードセルにより測定した。この H_x は、試料が掘削刃の上にあることにより生じる運土抵抗がかかる前の値をとった。なお、実験試料にはベントナイトを使用した。

4. 実験結果および考察

(1) 刃の形状と H_x の関係について

H_x と α 、 β 、 B 、 t に関する実験の結果をそれぞれ図-3、4、5、6に示す。これらの実験結果より、 H_x は B および t に比例

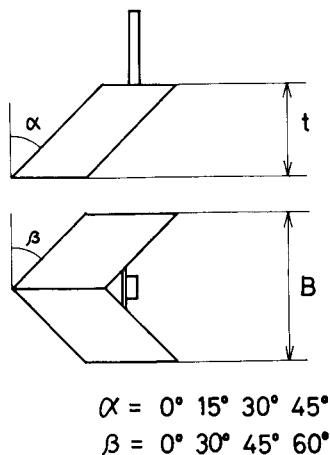


図-1 掘削刃

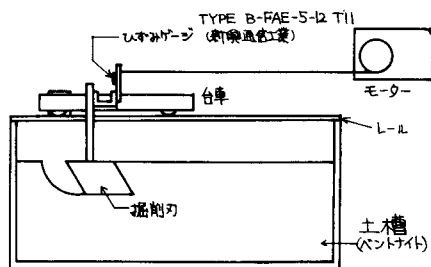


図-2 実験装置

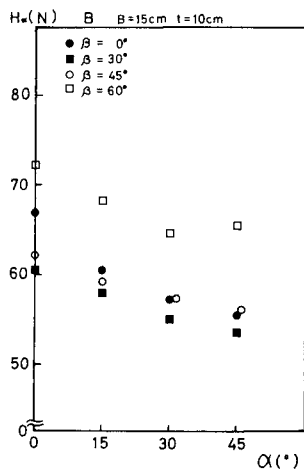


図-3 H_x - α 関係

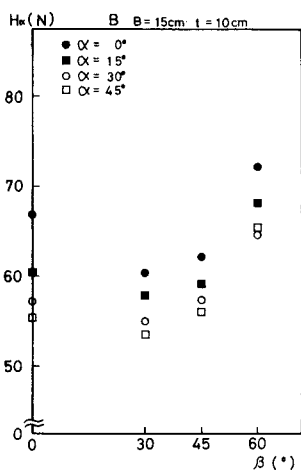


図-4 H_x - β 関係

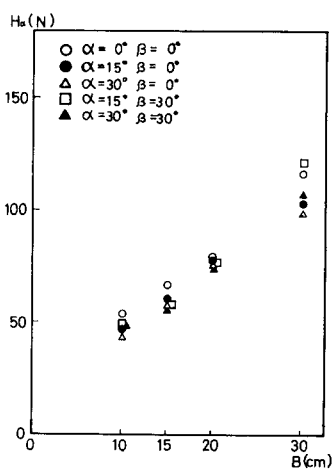


図-5 H_x - B 関係

することがわかる。また、 H_α と α の関係は次式で表わされる。

$$H_\alpha = H_0 \cdot 10^{-m\alpha}$$

ここで H_0 は $\alpha = 0^\circ$ のときの H_α の値である。また、 m は実験定数で今回の実験では $m = 0.0011 \sim 0.0022$ となった。 H_α と β の関係は式で表現することはできなかったが、 $\beta = 25^\circ \sim 30^\circ$ で H_α は最小値をとると思われる。よって、 H_α は比例定数 K_c を用いて次式で表わされる。

$$H_\alpha = K_c \cdot B \cdot t \cdot 10^{-m\alpha}$$

(2) R_s と H_α の関係について
すでに報告したように粘性土においては R_s と R_s の測定板の貫入深さ z との積 $R_s \cdot z$ が一定となるので、 $R_s \cdot z$ を $1 \sim 5 (KN/m^2)$ の間で変化した実験の結果を図-7に示す。これより、 H_α は $R_s \cdot z$ に比例することがわかる。

(3) 掘削速度 v と H_α の関係について
掘削速度 v を $0.05 \sim 5.6 (cm/sec)$ の間で変化した実験結果を図-8に示す。これより、 v が増加すれば H_α は直線関係を示して増加することがわかる。この H_α の増加は粘性の影響によるものと思われる。しかし、本実験で変化した速度の範囲内では H_α の増加の割合はたいへん小さいものがあった。

(4) 多段刃と単刃における H_α の値の比較
粘性土においては、 R_s が深さに逆比例することや掘削抵抗が深さの1次に比例することから、多段刃方式は不利ではないかと考えられるので、掘削する溝の断面積が等しくなるようにした単刃と多段刃で実験を試みた。その結果は、運土抵抗がかかるまでの間は多段刃のほうが小さい値であったが、運土抵抗がかかりだしてからは多段刃のほうが大きい値となった。

5、結 論 以上の実験結果をまとめると H_α は次式で表わされる。

$$H_\alpha = K_c \cdot R_s z \cdot B \cdot t \cdot 10^{-m\alpha}$$

今回の実験においては、比例定数 $K_c = 1.64$ であった。また、 β と v も H_α に影響することがわかった。これらの結論より、相似式則などを適用すれば実際の掘削抵抗の推定も可能であると思われる。

参考文献

1) 畠 昭治郎; "海底砂地盤の掘削とその応用"
土木学会論文報告集第288号(1979年8月) 127頁
2) 畠 昭治郎他2名 "水平粘性土地盤の掘削について"
第35回土木学会全国大会講演概要集(1980年9月)
Ⅲ-226 450頁

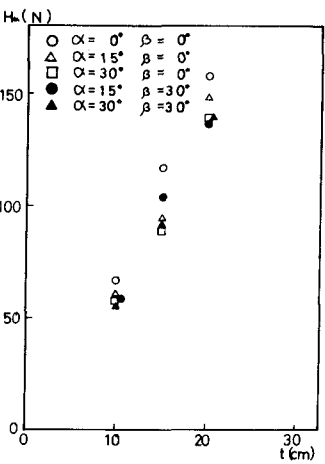


図-6 H_α - t 関係

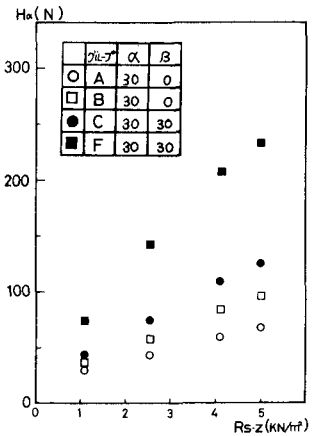


図-7 H_α - $R_s z$ 関係

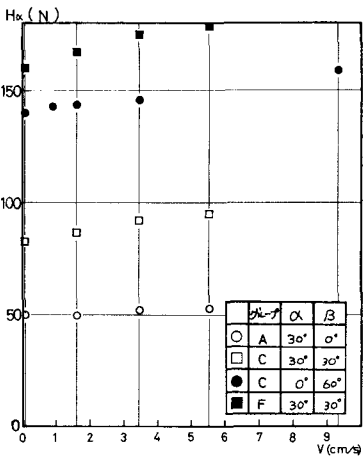


図-8 H_α - v 関係