

京都大学工学部 正会員 ○檜垣 義雄
 京都大学工学部 , 南 昭治郎
 関西電力 , 伊豆 好弘

1. まえかき 昭和51年に開通した日中海底通信ケーブルは、海底地盤内 0.7 m に埋設されているにもかかわらず、過去5回にわたり切断事故をおこしている。切断された通信ケーブルは、修理後海底面上に置かれており再度切断の危険があり、再埋設の為の新しい施工法の確立が望まれている。再埋設に必要な距離は水深の約2倍で敷設後の埋設となり、任意のケーブルルート上をトレースしながら埋設を行うという困難な条件となるので、今のところ作業を完全に実施できる工法はどこにも見当らない。前記の目的をかなえる為、我々は低圧ノズル水を用いた地盤の持つ特性を利用した新しい埋設方法を考案した(図-1)。埋設機は掘削機本体②の下部に直角で交叉する一対のノズル①を十数個取り付け、ケーブル取り込み口と圧力水供給装置を有するスタビライザー③にピンジョイントで結ばれている。埋設は噴出水が地盤を掘削し、尾跡が沈下した分だけ掘削深さZが得られ、埋設機の長さとのノズル数を組み合わせることにより埋設深さを決定する。

この方法による掘削機構を図-2(a)~(d)を用いて説明すると、(a)海底地盤上へのセッティング、ノズル圧力水の噴出、(b)圧力水による砂地盤内間げき水圧の上昇、地盤強度の低下、(c)掘削-噴出水による砂の排除-沈下、(d)ボイリングによる掘削砂の地表面への排除。似上(b)~(d)の継続、なぐに埋設機の前送によりボイリングが終了し、埋め戻しが自動的に行われる。

前回我々は交叉ノズル水を用いた断片モデル(図-3)による沈下実験の結果を報告したが、今回は掘削される砂地盤に対して、噴出水がどのように作用しているかを2次元的に求めてみた。前回の掘削-沈下実験においては、ノズル径 3 mm が粒径の粗い砂に対して有効であったのでこれを用い、断片モデル幅 $B = 36$ mm, 100 mm について実験を行い、主に $B = 36$ mm のモデルについて報告する。

2. 実験装置および実験方法 実験装置を図-4に示す。試料砂③を飽和状態で縛り、断片モデル①のノズルより直角($\theta = 45^\circ$)で圧力水を噴出させる。このとき土槽内の壁面にマノメータ④をたて、深さ $Z = 0.1$ m, 0.2 m, 0.3 m の3点⑩において計測された間げき水圧の上昇をマーキングペン⑤で追ひ、その動きを角度変換器⑦を用いてビシグラフ⑧に記録させる。実験は固定噴出とギヤボックス⑥を用いた沈下速度 $V = 0.02$ m/sec 一定の2種類とし、砂試料③を変えてその特性を調べた。用いた砂試料の粒径を図-5に示す。

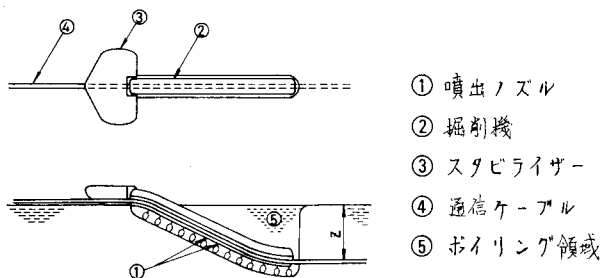


図-1 海底ケーブル埋設図

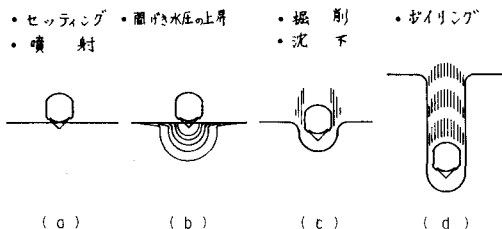


図-2 交叉ノズル水による掘削

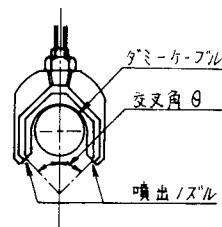


図-3 断片モデルの形状

3. 実験結果

断片モデルを地表面に固定し、ノズル水を噴出させたとき噴出圧力と間げき水压の関係の一例を図-6に示す。この試料の中では透水係数の低い豊浦標準砂が一番圧力を蓄積しやすいことがわかる。次に断片モデルを深さ $Z = 0.1 \text{ m}$, 0.2 m , 0.3 m で噴出させたと、断片モデル直下では前記の実験と同じく圧力の蓄積が見られ、上部ボーリング領域では噴出圧力に関係なく一定の値を示した。沈下速度一定の実験において、前記と同じく深さ方向3点での圧力を計測した。 $Z = 0.3 \text{ m}$ ならば15秒後に断片モデルは計測点を通過する。このとき、噴出点は間げき水压の上昇を急いける形となり、間げき水压は断片モデルが近づくとき急激に上昇し、ボーリング後は固定噴出と同じく一定の値になる。このときのピークを結ぶと図-7のようになり、この接線の傾きはボーリング中のスラリーを押し上げている圧力 P'_V を表しており

$$P'_V = 32.6 Z \quad (\text{N/m}^2) \quad \text{----- 豊浦標準砂}$$

$$P'_V = 65.4 Z \quad (\text{N/m}^2) \quad \text{----- カラスビーズ}$$

$$P'_V = 75.2 Z \quad (\text{N/m}^2) \quad \text{----- 琴引砂}$$

と得られた。この値を掘削前の地盤内鉛直応力 $P_V = h + \gamma Z$ (h : 水深, γ : 砂の単位体積重量, Z : 地表面からの深さ) と比べると図-8のように表われ、低圧力のノズル噴出水でも地盤強度の低下-掘削-ボーリングが可能であることが証明できた。

あとがき 今回はボーリング=掘削の連続ということで噴出水によるボーリングの井に注目し実験を行。たが、ボーリングが停止する最大掘削深さ Z と噴出圧力 P の関係は求めることができなかったで、今後の研究の課題とした。

参考文献 1) 富 昭治郎, 檜垣美雄, 牛嶋龍一郎, 津山和由
海底ケーブルの再埋設に関する基礎的研究, 昭利55年土木学会
関西支部講演概要集, III-33-1

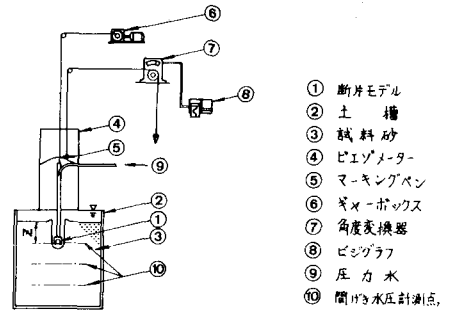


図-4 実験装置

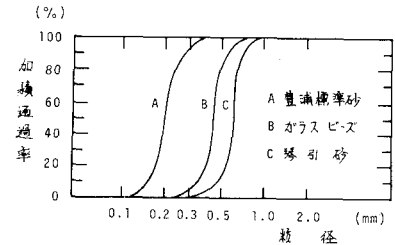


図-5 試料

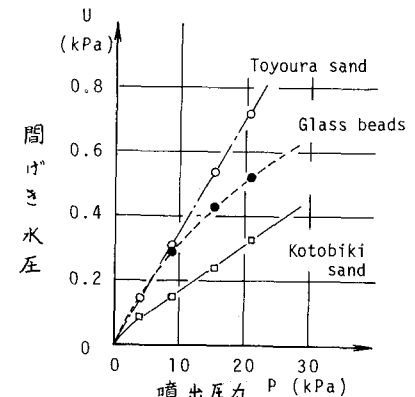


図-6 噴出点より200mm離れた計測地点での間げき水压の上昇

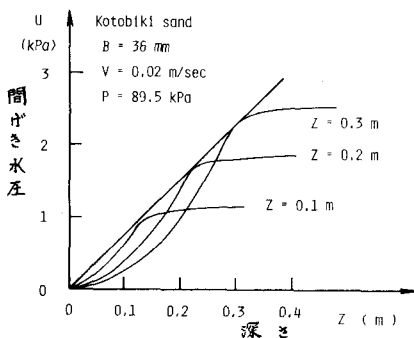


図-7 沈下速度 0.02 m/sec における間げき水压の上昇

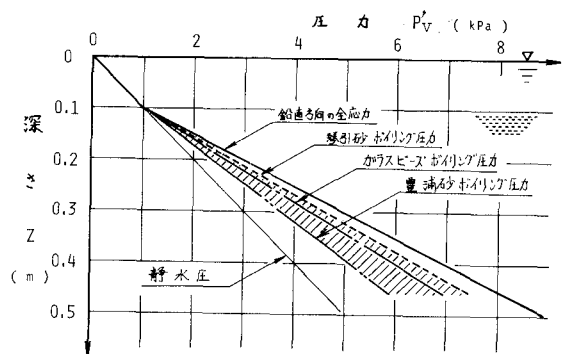


図-8 掘削深さとボーリング圧力の関係