

京都大学工学部 正会員 高 昭治郎
京都大学工学部 正会員 檜垣 義雄

1. まえがき

海底通信ケーブルを海底面に埋設する場合、鋸状の刃を油圧で操作して海底に溝を掘削し、水中TVカメラで制御しながら埋設してゆくものがATTおよびNTTで開発使用されている。これは自重15~20 ton 牽引抵抗が30 ton 近くある。この一段鋸式に対して日中、日台、日韓に開発使用された多段刃方式は重量10 ton以下で抵抗も20 ton程度に改良されている¹⁾。これらはケーブルシップより通信ケーブルを埋設機まで嚮導管にてスラック施工をする布設同時埋設であり、この嚮導管に対する海流や重量の為埋設作業深度が海面下-200 mと限られている。埋設はトロールダメージを防ぐ為であり、現在の設計深さ0.7 mから2 mへ、作業水深も-1000 mが望まれている。これらの条件を満足させる為また、切断による再埋設を行う為、筆者らは海底面に置かれていた通信ケーブルの布設後埋設に適した交叉ノズル水を持つ掘削機の研究を行って来たが、断片モデルによる沈下実験²⁾との比較も含め、縮小モデルによる室内埋設実験および海岸でのダミーケーブル埋設実験などを行ったのでここに報告する。

2. 実験装置および実験方法

図-1に縮小モデルの形状を示す。実機の掘削幅は300 mmであり今回製作したモデル幅は36 mmなので1/8スケールである。ノズル径3 mm、ノズル間ピッチ50 mm一定とし、3連・6連・9連の3種類でスタビライザーとピンジョイントされている。荷重 W_A (KN/m²)は2段階、噴出圧力は水中ポンプ(58.8 KPa)一定で、送水路を絞ることにより流量 Q (l/min)を2段階とした。図-2に実験装置を示す。牽引は無段変速のモーターにより行い、牽引速度 V (m/sec)は断片モデルの沈下速度に対応するものである。牽引速度が掘削能力より勝るとダミーケーブル(10⁴ mm)の埋設深度 Z (m)が浅くなる。埋設深度は掘削機本体が30°傾く深さ $Z/2$ (m)を目標にしており、試料砂は前回の牽引砂を用いた。

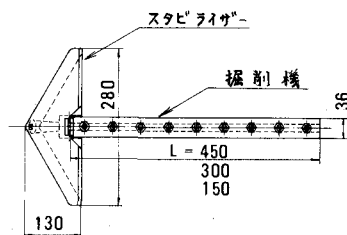
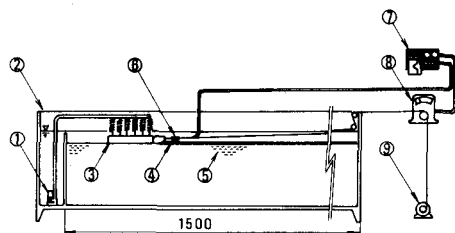


図-1 縮小モデル



- ① 水中ポンプ
- ② 土 槽
- ③ モデル
- ④ ダミーケーブル
- ⑤ 試料砂
- ⑥ けん引力計
- ⑦ ビシグラフ
- ⑧ 角度変換器
- ⑨ けん引用モーター

図-2 実験装置

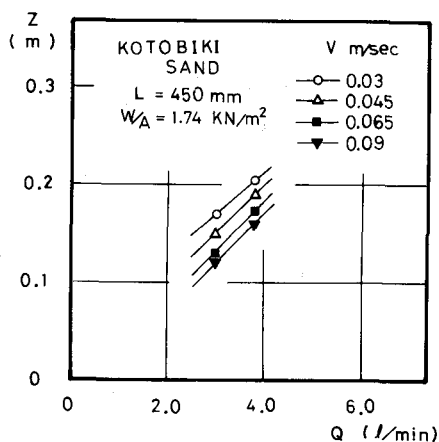


図-3 噴出流量と埋設深さの関係

3. 実験結果および考察

ノズル水一対当りの噴出流量 Q と埋設深さ Z の関係を $L=450\text{ mm}$ 9連ノズルを例に取り図-3に示す。両者は比例関係にあり、断片モデル沈下速度と同じ傾向を示す。

牽引速度 V と埋設深さ Z の関係を図-4に示す。牽引速度が速い場合埋設深さ Z は荷重 W_A により限定され、遅い場合はノズル水の掘削力により差が出る。そしてその間は速度に反比例する。流量 Q 一定の場合も同じく牽引速度が速い場合に差が出る。

図-5はノズル径 3 mm の断片モデルによる流量 Q を変化させた場合の、沈下速度 V と荷重 W_A の関係で、 V は $\log W_A$ に比例する。これに6連ノズル牽引速度と埋設深さの関係(図-4)より得られた $Z = L/2$ の実験値を●印でプロットすると同じ噴出流量 Q (一対当り)に対して $V - \log W_A$ の傾きが同じになり、断片モデル沈下実験より連ノズル牽引速度の推定が可能になる。

埋設深さ Z と牽引力 F の関係を図-6に示す。埋設深さのバラツキに対して牽引抵抗はほとんど変化なく安定している。これは掘削機がボイリング中の液体の中にあり、掘削抵抗はほとんど受わずに牽引できらうウォーター・ジェット式の利点である。

なお参考の $L=300\text{ mm}$, $W_A=1.74\text{ KN/m}^2$ のモデルを用いて鳥取県東浜海岸において 10 mm のガミ-ケーブルを 20 m 埋設した所、埋設深さ 0.2 m , 牽引抵抗 2 kgf であった。

4. あとがき

この交叉ノズル水を用いた埋設機は機構が非常にシンプルであり、掘削・排土・布設・埋戻しがスムーズに行われ牽引抵抗が少い為、自走式の開発も可能であると思われる。

<参考文献>

- 1) 島 昭治郎「海底ケ-ブル埋設機の設計について」昭和55年土木学会第30回年次講演概要集Ⅲ-308
- 2) 島・増垣・牛嶋・建山「海底ケ-ブルの再埋設に関する基礎的研究」昭和55年土木学会関西支部講演概要集Ⅲ-3-1
- 3) 島・増垣・伊豆「噴出ノズル水を用いた海底ケ-ブル再埋設機の掘削について」昭和56年土木学会第36回年次講演概要集Ⅲ-275

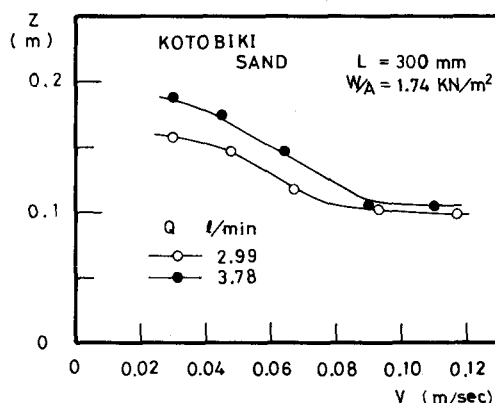


図-4 牽引速度と埋設深さの関係

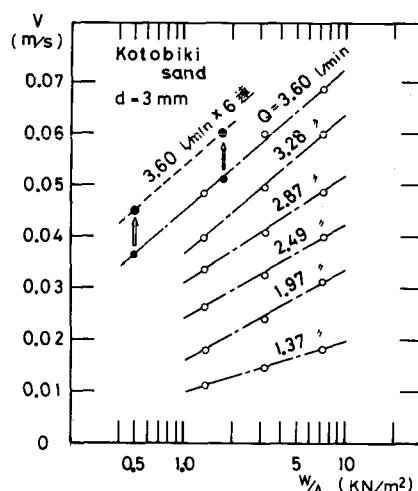


図-5 沈下速度と荷重の関係

	L mm	Q l/min	W _A KN/m ²	⑤	300	3.78	1.74
①	450	3.58	1.74	⑥	"	2.99	"
②	"	2.99	"	⑦	"	3.78	0.55
③	"	3.58	0.55	⑧	"	2.99	"
④	"	2.99	"	⑨	150	3.78	1.74
				⑩	"	3.24	"

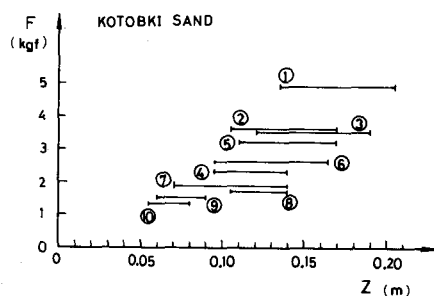


図-6 埋設深さと牽引力の関係