

A Drop Anchor Test for Submarine Pipe Line

(Kiyoshi Kawamoto)

:

(1)

(2)

(3)

50

Synopsis :

The purpose of the test is to obtain design data for determining the thickness of buried soil in the sea-bottom and the quality of pipe materials, required to secure the safety of submarine pipe line against possible damages by anchors dropped from ships. The test

海底パイプラインの落錘実験

A Drop Anchor Test for Submarine Pipe Line

河本 清*

Kiyoshi Kawamoto

Synopsis:

... to obtain design data for determining the thickness of buried soil in the

sea-bottom and the quality of pipe materials, required to secure the safety of submarine pipe line against possible damages by anchors dropped from ships.

The test carried out on land in consideration of the evaluation of anchor load and the pipeline laying condition for simulating the sea-bottom condition.

Main results obtained are as follows:

(1) The buried soil has a considerable absorptive capacity against impulse of the anchor, and, therefore, the inconsistency of the dropping position of the anchor causes a sharp decrease of the

inner earth pressure by drop weight.

(2) The measured value of the circumferential stress of pipe, agrees approximately with the calculated value neglecting the effect of the lateral earth pressure.

し、使用パイプの材質および、埋戻し地盤の表面の補強の有無などを検討し、条件に即応した最良

ンカー荷重の評価方法として、2つの方法を採用した。一つはウインドラスのブレーキの容量設

の設計を行なわなければならない。この点、石油

計式¹⁾による方法、他の一つは実測による方法で

パイプライン敷設法によつて 政省令の保安基

ある かに埋設パイプの埋設条件について埋戻

準にも埋設パイプの土被りの決定は投錨実験によ

しに使用する上砂の土質および表面の保護工の有

本稿の実験は、上記のような重要性から、当初

埋戻し土が砂礫であることから砂礫を使用した。

1) 阿波野の動物実験を計画し、水深 25m

また、埋戻し土の性状を調査し、土の性状を調べ

また、Photo. 1 は落錘実験の全景を示す。

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k}{4EI}} \quad (\text{cm}^{-1})$$

実験位置

$$\rho = 7.8 \times 10^{-8} \text{kg/cm}^3 \quad E = 2.1 \times 10^{11} \text{dyn/cm}^2$$

倉敷市水島川崎通1丁目

$$\rho = 7.8 \times 10^{-8} \text{kg/cm}^3 \quad I = 1.592 \text{cm}^4 \quad \text{よすわけ} \quad \beta = 0.0052$$

地盤を、GL(-)6.0mまで掘削し、GL(-)5.0mの位置に供試体を設置した。供試

2.3 落錘および落錘の落下高

体は、長さ10m、外径100mm、質量18tの鋼塊を、

落下高さ10m、落下速度10m/s、落下角90度、鉛直落下して

礫層で、その基面の地盤反力係数 $K_{30}=3.7$

ンカー18tを対象とし、これに匹敵する鋼塊を、

長さ10m、外径100mm、質量18tの鋼塊を、

落下高さ10m、落下速度10m/s、落下角90度、鉛直落下して

3程度のルーズな砂層で、それ以下はN値

使用した (Fig. 3 参照)。また、実験に使用した重錘の落下高さは、対象アンカーの水中自然落下

ある。

また、計算値はウインドラスのブレーキの容量算定式を用いて以下のようにして求めた。

中自然落下に置換え、落錘の落下高さを設定した。

アンカーの水中落下速度は、現在、水島港に入港している最大級の船舶である日安丸 (DW 20 万 t) のアンカーでの実測値とウインドラスのブレーキの容量算定式¹⁾により求めた計算値を参考にして推定した。また、実験に使用する落錘の

ず、アンカーの落下高と落下時間との関係は(3)式で与えられる。

$$H = \frac{1}{l} \log \cosh \sqrt{C \cdot g \cdot l} \cdot T \dots \dots \dots (5)$$

ただし

H: 落下高

C: イーソップの係数

た。

$$T = v/g \dots \dots \dots (3)$$

g: 重力の加速度

v: 落下速度

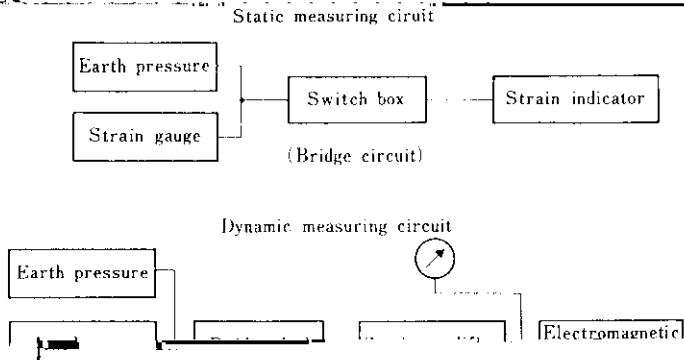
の損料による係数

l: 投錨試験より求まる値

したがって落下速度 v は次式となる。

$$v = \frac{dH}{dT} = \frac{\sqrt{C \cdot g \cdot l}}{l} \tanh \sqrt{C \cdot g \cdot l} \cdot T \dots \dots \dots (6)$$

落下時間は(5)式より 3.6sec となる。なお、落錘の落下点および落下位置は **Table 2**



$$z = \frac{t^2}{6}$$

M_θ : 円周方向曲げモーメント (kg·cm)

q : 鉛直土圧 (kg/cm²)

r_0 : 埋設鋼管の半径 (cm)

t : 埋設鋼管の板厚 (cm)

この場合の鉛直土圧は、埋戻し土が水で完全に飽和されていることか

3.2 落錘による管応力

Fig. 8は落錘の落下高と土中土圧強度の関係を落錘の落下位置からの距離および、地表面からの深さについて測定した結果を表わしたもので、この図から落下位置から離れるにしたがって土圧が

関係は以下のように導かれる。

$$\frac{1}{2} \frac{W}{g} v^2 = K \int_0^d x dx = \frac{1}{2} K \cdot d^2 \dots (8)$$

ただし W : 落錘重量, d : 貫入量

なお、落錘の衝撃力 $P = K \cdot d$ であるので

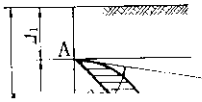
$$P = \frac{W}{d} v$$

トニても土圧はかなり減少するところがある。

たとえば、落下位置より 1.0m 離れると土圧は 25% 程度に低下することになる。なお、セットした土圧計 4 点のうち -1.0m, -2.7m の 2 点については落錘により破損したので、以後の土圧測定は -1.5m, -2.0m の 2 点にて計測を行なった。

となる。

しかし、実際には地盤は完全な弾性体でないの
で、落錘が地表面に衝突し、地盤に貫入するときの挙動は一元的な弾性変形によるものと決め難い。特に、本実験のように地盤がルーズである場合は、落錘により地盤の主固度が急激に破壊さ



の加速度と貫入量の関係を表わしたものである。
いま、地盤を完全な弾性体と仮定すると

$$W \alpha = K A$$

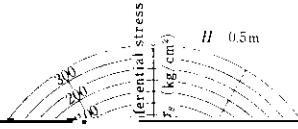
$K_0 = \tan \theta_0$
coefficient of soil reaction
 $K = \tan \theta$

となる。

したがって落錘の加速度 α と貫入量 A との関係

は Plastic failure

は 6 図の関数となり、図中の曲線のようになる。



向応力を計算した値である。測定値は落錘の落下高2.0mの場合を除き比較的計算値に合致する結果となった。落錘の落下高が大きくなるにしたが

曲げモーメントを求め、次のように重ね合せ、全体の曲げモーメントを求める。

$$\Sigma M_i = \frac{P_1}{4\beta} \Sigma \phi_i \quad \dots\dots\dots(14)$$

したがって軸方向応力 σ_a は

$$\begin{aligned} \sigma_a &= -\frac{\Sigma M_i}{Z} \\ &= -\frac{1.5P_1}{4\beta} \Sigma \phi_i \quad \dots\dots\dots(15) \end{aligned}$$

4. ま と め

本実験の成果をまとめ要点をあげると次のことがいえる。

- 1) 埋戻し土による土圧は浮力を差し引いた埋戻し土の重量に等しいとしてよい。
- 2) 地盤の衝撃力の吸収性は非常に高く、落下点より 1.0m 離れると土中土圧は約25%に低下する。

鹿島建設株の関係諸氏に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 中山亘, 金井寅: ウィンドラスのブレーキ容量決定の一考察, 船舶技術, (1969), 58
- 2) S. Timoshenko: 材料力学下巻, 1

