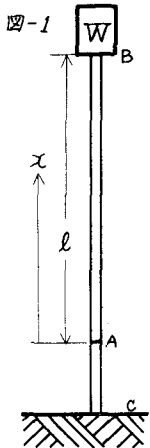


I-21 動的貫入試験に関する研究

北海道大学工学部 正員 北 郷 繁
運 輸 省 ・ ○ 土 岐 祥 介



貫入試験の機構を解明して行くにあたり二つの方法がある。一つは土自体から一つは貫入試験機の方からである。本研究は後者の立場を取り、一端を弾性的に支えられた棒の他端に重錘により衝撃の加つた場合の棒の縦振動の問題を解くことにより、動的貫入試験の理論の第一歩を踏出そうとするものである。この研究の主な目的は、

- 1) 棒端に発生する応力が 棒下端の支承の条件でいかに変化するか。
- 2) 錘重(W)、錘の落下高(H)の影響。
- 3) 棒の長さ(l)の影響。
- 4) 棒の種類の影響。
- 5) 棒を長くする為の継手の影響。

であり、これ等を理論的に実験的に研究しようとするものである。

図-1 に於て、重さWの重錘が長さl、弾性率E、密度 ρ の棒に横振動が生じないように衝突したときの縦振動の微分方程式は、

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \alpha^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

で表される、ここで u : ACなる弾性体で支えられたA点から、 x の点の変位

α : $\sqrt{\frac{Eg}{\rho}}$ で棒中を伝る縦波の速度。

(1)式の一一般解は

$$u = f(\alpha t - x) + F(\alpha t + x) \quad \dots\dots\dots (2)$$

で表される。ある点のある瞬間の歪は $\frac{\partial u}{\partial x}$ で表されるので、適当な条件から、函数F、fの形を決めると任意点の応力が得られる。B点に衝撃が起りそこに発生した縦波がA点に達し、反射して再びB点で反射し、再びA点に達するまでの時間、つまり波の進んだ距離にして $l \sim 3l$ の間を n 段とすると、その時間内のA点の歪は、

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{V}{a} M^2 \left\{ \frac{2g(1-g)}{(1-g)^2} e^{-\frac{T-1}{m}} - \frac{1}{M} e^{-\frac{T-1}{m}} \right\} \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここで衝撃が始まつてからの時間を表す数で、縦波が棒の長さ l の何倍の距離進んだかで表される。

$$g = \frac{\rho \cdot l \cdot m}{W} \quad m = \frac{W}{g A l} \quad M = \frac{1+g}{1-g} \quad R = \frac{P}{E A}$$

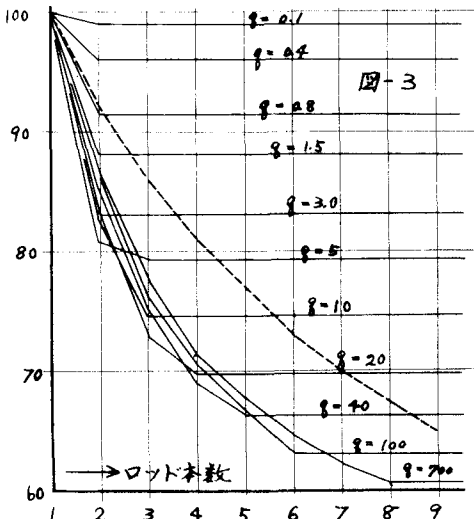
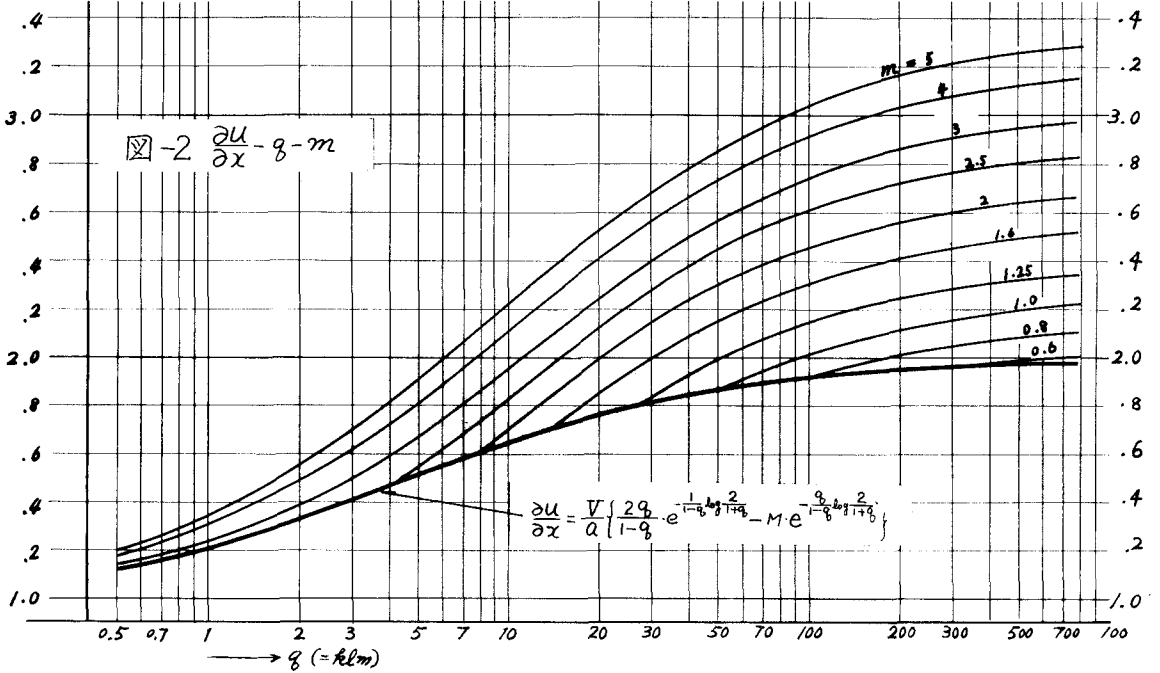
P : 棒の下端を支えている弾性体(AC)を単位長さ変形するのに要する力 [Kg/cm]

又波の進んだ距離にして $3l \sim 5l$ の時間内の(2段) A点の歪は

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{V}{a} M^2 \left\{ \frac{2g(1-g)}{(1+g)^2} e^{-\frac{T-1}{m}} + \frac{6g+2g^2}{1-g^2} e^{-\frac{T-3}{m}} + \frac{4g}{m(1+g)} e^{-\frac{T-3}{m}} - \frac{1}{M} e^{-\frac{T-1}{m}} - \frac{6g+8g^2}{1-g^2} e^{-\frac{T-3}{m}} + 2g e^{-\frac{T-3}{m}} \right\} \quad (4)$$

同様にして 第三段、第四段の式が求められる。そして各段の極大値のうち最大の値をある打撃条件下の棒端の求める歪とした。

図-2 に 錘重と棒の重さの比 $m = W / \gamma A L$ と $q = g \cdot L \cdot m$ と棒端の最大歪の関係を示す。



以上の式から次の事項が推定出来る。

- 1) 棒端に生ずる応力は q, m の大きいほど大きいが、ある q について m がある値より小さくなると棒端応力は m に無関係となる。
- 2) (3)(4)式れらわれるように棒端力は落錘の衝突時の速度に比例するから $V = \sqrt{2gH}$ とすると H の平方根に比例する。
- 3) 錘重が二倍になっても応力は二倍にならない。図-2 の q, m の範囲で W が二倍になっても棒端応力は 10 ~ 40 % 増加するにすぎない。
- 4) 棒の長さを他の条件一定として 2 倍 3 倍 … とすると m は $1/2, 1/3$ … となる。このときの棒端応力を種々の q について $m = 5$ を 100 として比較すると図-3 の如くなり破壊の土質試験法解説によるものと似ているが、補正量は棒下端の条件で異なるものと思われる。

以上の事項を確認する為直径 10^{mm}、長さ 60^{cm} ~ 400^{cm} の引抜鋼管を用いて実験を行った。棒下端の支承には 鋼、ビニールを使用し、錘重 W 、落下高 H を変え、ステウン管で測定した。