

京都大学農学部 正員 澤田敏男
岡山大学農学部 正員 藤井孝章

1. はじめに、現地締固め機械によって発生する地中応力を測定し、既にいくつか報告した。即ち各種ローラの静的理論解の比較、発生する応力による震動としての土の動的特性、走行速度の影響、あるいは変位との比較について述べてきた。本報告では、発生応力に影響を与える締固めの用土の土性について概述する。

2. 応力の集中性、土は周知のように完全弾性体ではないので、等方均質の弾性体としたBoussinesq解を適用が、工学的に認め難い場合がある。そこでFröhlichの応力の直達性を仮定して、均質自重のない弾性異方半無限体を仮定した。そしてBoussinesq解を応力集中係数 ν で修正した。集中荷重 P によって生ずる垂直地中応力 σ_z 、水平地中応力 σ_x は次のように示される。

$$\sigma_z = \frac{\nu P}{2\pi R^2} \cos^3 \theta \dots\dots (1) \quad \sigma_x = \frac{\nu P}{2\pi R^2} (\cos^3 \theta \sin^2 \theta \dots\dots (2)$$

ν とポアソン比 μ の間には次の関係がある。

$$\nu = 1 + (1/\mu) \dots\dots (3)$$

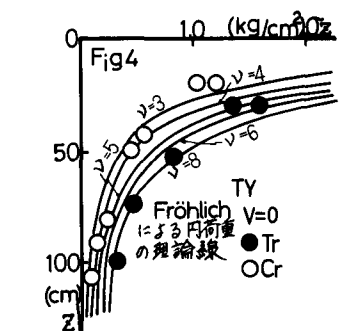
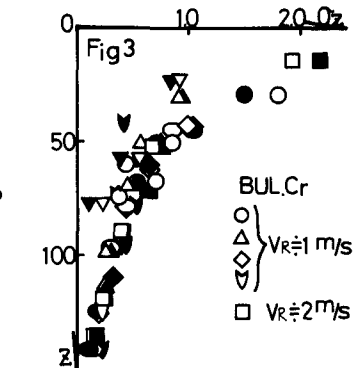
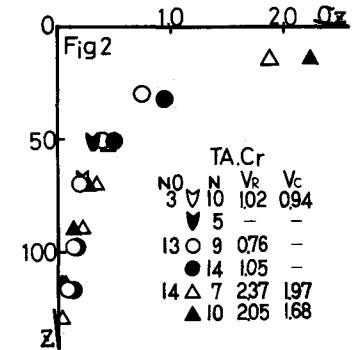
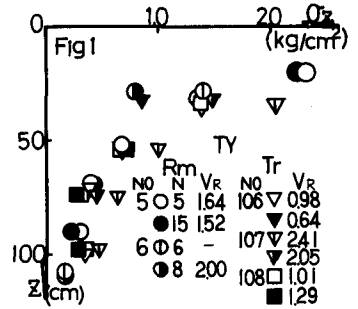
したがって、 ν は小う砂で4~5、粘土で5程度といわれる。応力の直達性は $\mu = 0.25 \sim 0.50$ の範囲で成立するとされている。Gr, Rmはこれを満足するし、他の用土も後述のように、この条件を満足すると認められる。

Tschebotarioffsは、Fröhlichはその係数 ν (2)式を集中荷重以外に適用しないようにと述べているとしている。(しかしFröhlichはその係数 ν (2)式を積分して分布荷重の式を次のように積分して式を得ている。

$$\sigma_z = 1 - \cos^3 \alpha \dots\dots (4) \quad \sigma_x = \frac{P}{2} \left(\frac{2}{\nu-2} - \frac{\nu}{\nu-2} \cos^3 \alpha \cos^2 \alpha \dots\dots (5)$$

3. 実験方法、現地試験は既述したようにファイルダムの施工現場で行なった。供試土は粘性土(SH)であるコア用土(Gr)、およびシキ分の多い(砂)ランダム用土(Rm)、砂(Fr)、小ロツク(Tr)である。使用締固め機械は、タニビニジ(TA)、タイヤ(TY)、振動(VIB)の各ローラ、それにランマー(RA)、ブルドーザ(BUL)である。

4. 実験結果および考察、TY:TA, BULによる締固め中の垂直地中応力 σ_z (kg/cm²)と地表面からの深さ z (cm)の関係はFig1~3に示す。(図12は実験番号(No)、応力測定時の転圧回数(N)、実測走行速度(VR)、車両についている速度計による公称速度(Vc)を記してある。VR, Nは発生する地中応力に影響を与える。即ち一般の機械での締固めでは、VRが大きい程、 σ はある程度まで増加する。またNが増すと、多少 σ が増大するが、その増分は大きくない。



応力に最も影響を与える速度を低くするため各振種のVR-の曲線から $V_R = 0$ の応力 (σ_R) を算定した。したがって σ_R は持続状態の値であり、厳密な静荷重とは限らない。しかしある振種の持続状態の内部系動荷重の発生は一定であるとしてよく用土による差はないとする。このようにして求めたTY, TA, BUL, VIBの σ_R をFig 4~7に示す。

Fig 5には内形荷重に近いTYに(4)式を適用して、 $V = 3 \sim 8$ について計算した理論線を記している。 $Z = 30\text{cm}$ にTYによって発生する地中応力 $\sigma_R = 30$ は図のように Tr の3/5である。そして Cr は理論線の $V = 2 \sim 5$, Tr は5~9にある。また載荷面形状は異なるTAの $\sigma_R = 30$ では、 Cr と Tr の比は同じく2:3で、 Fr は Tr の約1.5倍を示す。BULでも全く同じ比を示す。このように異なった振種でありながらTY, TA, BULによる Cr , Tr の $\sigma_R = 30$ の比がいずれも2:3と等しく、使用した粘土土と小ロツクの比としてよい。一方砂は Tr より1.5倍も大きな値が得られるがこれは土性そのものの他に締固め中大きな側方流動がみられたので、みかけの σ_R が増大したものと思われる。

現地試験から V を推定すると、TYの場合Fig 4のようになが、他の振種はどうであろうか。均質等方性土盤とした場合、TYの載荷面を内形として、長方形としても発生する σ_R にほとんど差がなかった。したがって均質異方性とした場合も同様のことかといえると思われる。TA, BULの Cr , Tr の $\sigma_R = 30$ の比が、TYのそれと同一であることはそれを裏付けているといえる。即ち応力集中係数 V は Cr の2~5, Tr が5~9としてよいと思われる。

一方室内試験値から(4)式を利用して V を推定してみる。3軸試験から求めた Cr の μ は0.32~0.48であるから、 V は3~4となる。また畑野らの実験によれば、 μ はベントナイト、0.2~0.48、砂、0.128~0.412、砕石(10mm以下)、0.98~0.343であり、 V はそれぞれ3~6, 3~9, 4~11となる。このように野外試験からの V と室内試験からの V を比較すると粘土土と石(砕石、ロツク)は土性粒径の差があるのに重なる範囲が多い。よって野外試験、室内試験から V は粘土土の2~5、ロツク材料5~8、砂はこれらの中間の一般にいわゆる $V = 5$ 前後が妥当と思われる。即ち半動的状態かつ、面荷重によって応力の集中は認められ、これは静的、集中荷重を受ける粘土土、砂の場合と同様の傾向を示し、ロツクは砂よりさらに大きい応力集中を示すとしてよい。

完全に動的状態にあるVIB($f = 1500\text{rpm}$)の σ_R はFig 7のようになる。 σ_R は他の振種に比し最大であるが、 Cr と Tr の差は少ない。これは弾性係数が動的な場合と静的な場合が異なることと思えば当然といえる。したがって他のローリ動荷重が大きくなれば、土性の差による応力の集中の影響は小さくなることが考えられる。最後に水平応力 σ_H と垂直応力 σ_V との比 $\sigma_H/\sigma_V = K_A$ について述べる。理論値から求めた $(K_A)_T$ と実測値から求めた $(K_A)_R$ との関係はFig 8のようになる。 Cr 上のTAは理論値と実測値が一致しており、 $V = 3$ としてよい。BUL, TY, RAは σ_R の発生が大きく、水平力の発生が大きく、VIBは応力の集中性が大きいことがわかる。

[引用文献]

- 1) 森井(64): 土の支持力と沈下
- 2) Fröhlich(34): Druckteilung in Baugrunde
- 3) 藤井ら(72): 第4編41, 42
- 4) 藤井(72): 図4編42
- 5) 藤井(73): 写像図解文
- 6) 畑野ら(67): 土と鋼164
- 7) 沢田・源二・藤井(72): 土質演
- 8) 沢田・源二・藤井(72): 27土質演
- 9) Tschebotarioff(57): Soil Mec. Foundation and E. St.

