

路盤面に作用する荷重強さの予測に関する研究

東京農業大学 正会員 竹内 康

同 上 正会員 小梁川雅

同 上 乾 達雄

同 上 正会員 牧 恒雄

1.はじめに 平成8年にコンクリート標準示方書が大幅に改訂され、サービス性能限界を定めて設計するいわゆる限界状態設計法を導入することでコンクリート舗装の合理的設計が提案された。この中で、路床・路盤の変形に対しては、使用限界状態をコンクリート版の設計たわみ量から設定しているが、設計たわみ量はWestergaardの式等によって推定される路盤面上の荷重強さから算定される。従って、設計法の照合を行う上で、路盤面上の荷重強さを知ることは極めて重要である。一般に実際に路盤面に作用している荷重強度は土圧計によって測定されるが、その測定値に関しては不確定要素が多く安定した測定値が得られないとの指摘がある。そこで本研究では、土圧計における計測データの性格を把握した後に計測データから実際に作用している荷重強さを算出するための簡単な予測式を提案し、検証実験との比較を行ったものである。

2.土圧計の設置 一般に路盤上の土圧計は、路盤に土圧計の直径の1.5倍程度の穴を掘り、5mmふるいを通した路盤材料で平らに均した後に砂を敷き設置する。このときの砂の最大粒径は土圧計直径の2%以内であれば良いとされている。今回は土圧計の受圧面が砂層と接している場合について検討した。

3.検出土圧からの作用荷重強さの予測

(1)実験方法 土圧計による計測データの性質を知るために、Fig.1に示す装置を用いて載荷実験を行った。実験条件として、土圧計への載荷速度は1mm/min、砂層には豊浦標準砂、アクリル板は弾性係数が $5 \sim 6 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ の硬質のものを使用し、砂層を安定した状態にするために1～2回のプレローディングを行った。また、載荷中の砂層と土圧計の合成変位も併せて測定した。このときの砂層厚は、初期状態（載荷を行う以前）で

約4mmとなるようにした。

(2)実験結果 Fig.2, 3に実験結果を示す。ここで、実際の荷重強さと土圧データはほぼ線形関係にあるが、土圧計では実際の荷重強さよりも高い値を示した。これは、一般的な粒度調整碎石路盤での変形（弾性）係数 $5 \sim 6 \times 10^3 (\text{kgf/cm}^2)$ に比べるとアクリル板の弾性係数はおおよそ10倍であり、殆ど変形しないためであると考えられる。また、作用する荷重強さと変位の関係は載荷初期段階では非線型であるが、2段階に分けて折れ線的に変化するものと考えた。

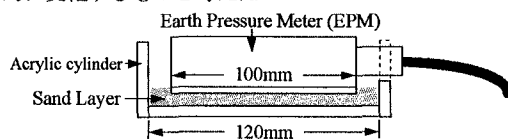


Fig.1 アクリル板を用いた載荷実験装置

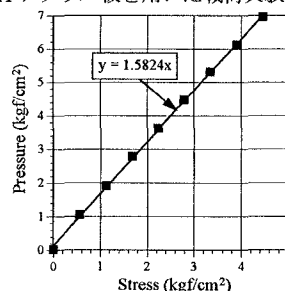


Fig.2 検出土圧と作用した荷重強さの関係

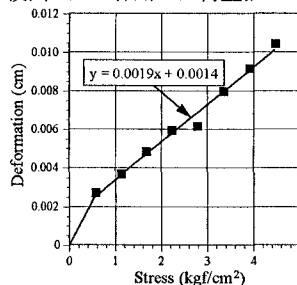


Fig.3 合成変位と作用した荷重強さの関係

Key Words : コンクリート舗装, 路盤, 土圧計

〒156 東京都世田谷区桜丘 1-1-1 東京農業大学農学部農業工学科

Tel.03-5477-2342 Fax.03-5477-2620

(3)予測式の提案 路盤上に土圧計を設置した場合、路盤面が荷重を分散するため Fig.2 に示す結果よりも低い土圧を検出することが予想される。そこで本研究では、路盤表面（掘削穴底部）の挙動は(1)式に示す Timoshenko の式によって表すことができるものと仮定し、これを上記実験結果と組み合わせることにより、土圧計を実際に設置した場合の路盤面に作用する荷重強さの簡単な予測方法を提案する。

$$\Delta_{sb} = \frac{\pi \cdot (1 - \nu^2)}{2E} \cdot P \cdot a \cdots (1)$$

ここで、 Δ_{sb} ：路盤表面の沈下量(cm)， ν ：路盤のポアソン比， E ：路盤の変形係数(kgf/cm²)， P ：荷重強さ(kgf/cm²)， a ：載荷板の半径(cm)，である。

予測式を Fig.4 を用いて説明する。

アクリル板上での実験において、 P_{ep} なる土圧が検出されたときの作用荷重強さを P_1 とすると、砂層と土圧計の変位に費やされるエネルギーは実験式と Stress 軸間の面積 A_1 で表すことができる。次に、ある変形係数 E を持つ路盤上に土圧計を設置し、 P_1 を作用させると、路盤面の変位に費やされるエネルギーは Timoshenko 式と Stress 軸間の面積 A_2 となり、 $A_1 - A_2$ 分のエネルギーが砂層と土圧計の変位に費やされる。ここで、実験式と Stress 軸との間の面積が $A_1 - A_2$ と等しくなるときの荷重強さ P_x を求め、これを実験による検出土圧－荷重強さの一次方程式に代入した値が、路盤上で検出される土圧 P_{ep}' と考えられる。これを(2)式に示す。

$$P_{ep}' = \gamma \cdot \frac{\zeta + (\zeta^2 + 4\alpha^2 \cdot P_x^2 + 8\alpha \cdot \beta \cdot P_x)^{\frac{1}{2}}}{2\alpha} \cdots (2)$$

ここで、 $\zeta = \Delta_{sb} - 2\beta$ ， $\alpha \cdot \beta$ ：合成変位と荷重強さを示す実験式の係数で β は式の切片， γ ：荷重強さと検出土圧の関係を示す実験式の係数，である。

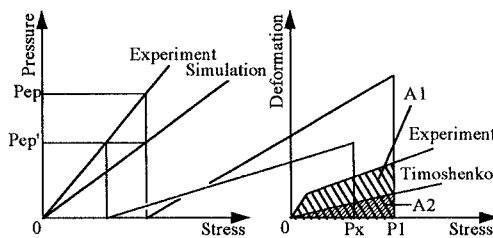


Fig.4 予測式の概要

4.予測式の検証実験 以上で提案した土圧計の予測式を検証するために Fig.5 に示すような CBR モールドを

用いた実験を行った。実験を行うにあたり 1～2 回の予備載荷を行い、砂と路盤を十分に密着させた。また、載荷速度は CBR 試験に準拠して 1mm/min とし、粒状路盤材料は M-30 を用いた。

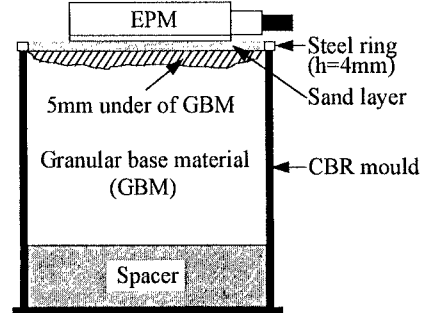


Fig.5 検証実験装置の概要

5.予測式と検証実験の比較 路盤の見掛けの変形係数は、拘束状況に影響されることから、予測式において E を $4 \sim 12 \times 10^3$ kgf/cm² まで 2×10^3 kgf/cm² 間隔で振り分けて解析した。また、予測式の妥当性を確認するためにアクリル板の弾性係数を 5.5×10^4 kgf/cm² として解析した。このときのポアソン比は 0.5 とした。

アクリル板上での実験結果と解析結果は良く一致しており、予測式の妥当性を示していることがわかる。また検証実験結果は、予測式における変形係数 $8 \sim 12 \times 10^3$ kgf/cm² の間に分布していた。これは、モールドによる拘束力が大きいために生じた結果であると考えられる。これについては、実験スケールを大きくすることで確認する予定である。

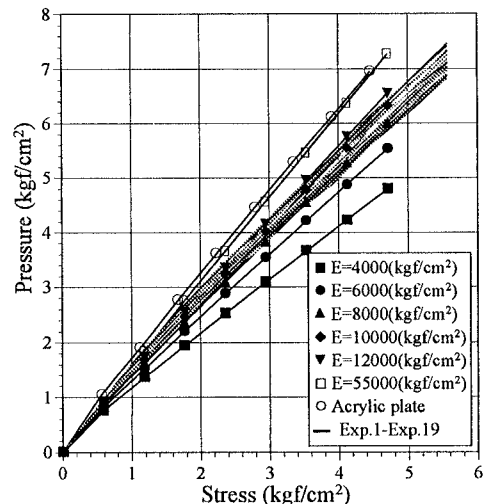


Fig.5 検証実験結果と解析結果の比較