

山口大学工学部 正員 最上 幸夫

## 1. 緒言

地盤上の剛性載荷板に鉛直方向の衝撃(落重)が作用した場合、剛性載荷板は当然ある一様な塑性沈下を生ずるが、このような場合の衝撃量の大きさと載荷板の塑性変形との関連性について若干の実験的研究を行ない、またこのような場合の理論的取扱いについて従来著者が鋼材ばりの衝撃を受けた場合の塑性変形に適用した考え方を拡張することを試みるとともに、新しく衝撃地盤係数なるものを定義し、地盤の衝撃抵抗力や衝撃地盤係数と衝撃量の大きさや載荷板寸法などとの関連性について検討を行なった。以下その概要について報告する。

## 2. 実験の概要

本実験に用いた地盤は内容積  $35 \times 145 \times 45$  cm のコンクリート容器の中にこまかい碎石(比重 2.63, 均等係数 2.35)を底部 10 cm 厚さに突き固め、その上に木綿布を敷き、さらにその上部に自然乾燥状態の砂を一定の突き固め方法で 35 cm (20 cm と 15 cm に分けて実施)厚さに突き固めた。すなわちモデル地盤の層厚は 45 cm で、砂層の比重は 2.65, 均等係数 2.05 であった。このモデル地盤上に剛性載荷板(面積 100, 200, 300 および 400 cm<sup>2</sup> の 4 種)をおき、衝撃荷重としては直径 10 cm の鋼製円柱で重量それぞれ 4.65, 9.75, 14.70 および 20.40 kg の 4 種を用い、これらのおもりに対して落高は 10~60 cm (10 cm ごとに変化)に変えて実験を行なった。沈下量の測定は 1/100 mm のダイヤルゲージを装置して実施した。実験に要する時間と労力の点を考慮して一応同一状態の実験は 3 回行なって、その平均値によって実験結果を整理することとし、特に異常なバラツキを生じたときのみ別に同一実験を繰返し、異常値は除外して平均値を求めた。

## 3. 本実験に対する考察

モデル地盤上に ( $A \times B$ ) の矩形載荷板または半径  $r$  の円形載荷板をおき、これに鉛直方向の衝撃量  $I$  を加えたとき載荷板は地中にめり込んで一様な塑性変形  $\delta$  を生ずる。このような場合の地盤の衝撃に対する抵抗力を表わすものとして衝撃地盤係数が考えられる。これは地盤に静的外力もしくは動的外力が作用した場合の変形を取扱うときに用いられる静的もしくは動的な地盤係数に対応したものとしよう。しかしここでいうような衝撃地盤係数については従来取扱われた例はほとんど見られないようである。しかしながら実際に大地震などが作用する場合には、その作用はむしろ衝撃的であり、力  $\times$  時間(すなわち力積量)の大ききで作用すると考えるのが妥当のように思われる。従来は時間的に変動する外力が作用するものとして構造物の安定性が論じられていた。著者の考えでは明らかに力積量(力  $\times$  時間)と単に時間的に変動する力とでは構造物の安定性あるいは塑性変形や破壊におよぼす影響は異なるものであるといえる。したがって力  $\times$  時間(運動量)と各種構造物の塑性変形や破壊との関連性を改めて検討してゆく必要があるものと考えられる。本研究もかかる見地から出発したものにほかならない。しかしまだ実験はほんの一部を実施したにすぎないので、ここに得た結論は必ずしも一般性をもつたものとはいえないことはお断わりしておく。一部ではあるが、いままで行なっ

た実験結果から判断すると、衝撃作用の影響は静的もしくは動的外力の場合よりもその影響範囲はより局部的かつ集中的になるのが1つの特徴といえるようである。しかしまだ実験数が少ないので、これについて明確な結論を与えることは現段階では不可能である。そこで本研究の理論的考察を行なうに当たっては、Fig. 1に示す土柱が軸方向の衝撃をうけて圧縮塑性変形を生ずるものと仮定して考察を進めることとする。Fig. 1の状態に対して著者が鋼材に適用してきた近似解法を応用すると、次式を得る。

$$I - \int_0^t R dt = \left[ G + \frac{\pi \sigma l}{24g} (3r^2 + 8rl \tan \theta + 2l^2 \tan^2 \theta) \right] v \quad (1)$$

ここに、 $I$ :作用衝撃量、 $R$ :載荷板と地盤の接面で発生する抵抗力、 $G$ :落体と載荷板との質量、 $r$ :円形載荷板の半径、 $g$ :土の単位体積重量、 $g$ :重力の加速度、 $l$ :土柱プリズムの長さ、 $\theta$ :衝撃に対する土の影響範囲を規定する角、 $v$ :土柱プリズム先端の衝撃をうけた瞬間からの任意時刻における鉛直下方への移動速度。

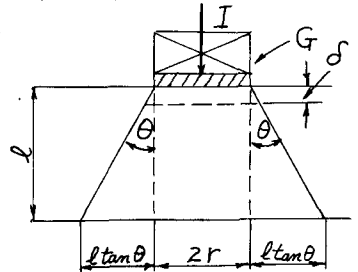


Fig. 1

ここで理論的展開を容易にするため、次式を仮定する。

$$R = R_0 + (R_1 - R_0)t/t_f, \quad 0 \leq t \leq t_f \quad (2)$$

$$v = v_0 (1 - t/t_f) \quad (3)$$

式(2)および(3)を式(1)に代入し、 $t=0$ とおけば、

$$v_0 = I / \left\{ G + \frac{\pi \sigma l}{24g} (3r^2 + 8rl \tan \theta + 2l^2 \tan^2 \theta) \right\} \quad (4)$$

また  $t = t_f$  とおけば、

$$t_f = 2I / (R_0 + R_1) \quad (5)$$

ここに、 $R_0$ :衝撃作用前の地盤の抵抗力、 $R_1$ :塑性変形終了後の地盤の抵抗力、 $t_f$ :衝撃瞬間から塑性変形が完了するまでの時間、 $t$ :衝撃瞬間からの任意時間。

以上より求める鉛直塑性たわみ  $\delta$  は次式で与えられる。

$$\delta = \frac{1}{2} v_0 t_f = I^2 / \left[ (R_0 + R_1) \left\{ G + \frac{\pi \sigma l}{24g} (3r^2 + 8rl \tan \theta + 2l^2 \tan^2 \theta) \right\} \right] \quad (6)$$

ところで衝撃地盤係数を  $K$  とすれば、衝撃量  $I$  と塑性変形  $\delta$  との関係を実験的に求め、 $I - \delta$  曲線を描いたとき、

$$K = \frac{dI}{d\delta} \quad (7)$$

と定義する。したがって衝撃地盤係数  $K$  は  $\delta$  の関数とみなすことができ、式(5)と(7)の関係より、

$$\frac{R_0 + R_1}{2} = \frac{1}{t_f} \int_0^\delta K(\delta) d\delta \quad (8)$$

ここで  $(R_0 + R_1)/2$  は地盤の塑性変形中における平均抵抗力を表わすから、これを  $R_m$  と書き改めると、

$$R_m = \frac{1}{t_f} \int_0^\delta K(\delta) d\delta \quad (9)$$

式(9)は地盤の衝撃抵抗力と衝撃地盤係数との関係を表わすから、実験結果が得られると、上式を利用してこれらの関連性を検討することができる。

以上の考察に従って実験結果について種々検討を行なってみた。それによると、本研究の範囲では巨視的に見ると、 $I - \delta$  の関係はほぼ直線関係にあるとみなして差支えなく、したがって衝撃地盤係数  $K$  はその直線勾配から求められる。さらに衝撃地盤係数  $K$  と載荷板面積  $A$  との関係も実験的に求めることができたが、それらの詳細な内容やそれから得られた結論などについては講演時に補足することとしたい。