

繰り返し衝撃をうけた粒体層の永久変形について

山口大学工学部 正員 最上 幸夫

1. 緒言

著者は従来から粒体層(砂利層または砂層)が種々の反復的荷重, すなわち静的繰り返し荷重, 振動荷重ならびに衝撃繰り返し荷重などを受けた場合の永久(塑性)変形について実験的研究ならびに理論的考察を行なってきたが, このような問題はたとえば鉄道における道床の沈下とか, 道路における路盤の沈下など実際の現象と密接な関連をもつものと考えられるが, このような永久沈下の現象については, 静的繰り返し荷重の場合を除けば, ほとんど理論的な考察は行なわれていないようである。ここでは繰り返し衝撃をうけた粒体層の永久変形について行なった実験的研究の一部について述べ, 著者の行なった若干の理論的考察の結果を実験例に適用して検討した結果について述べる。

2. 実験の概要とその考察

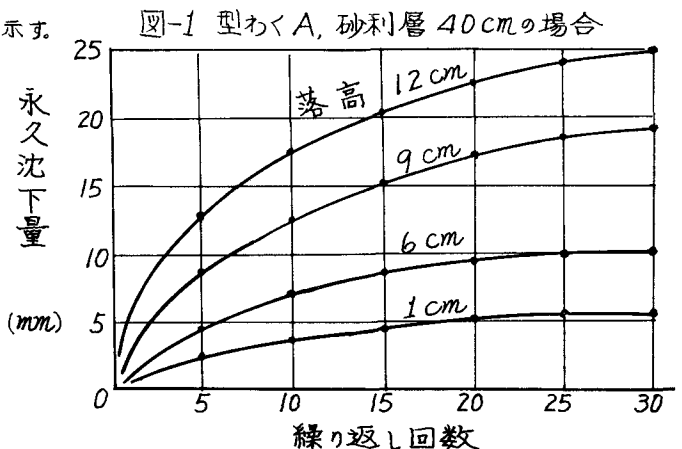
実験の概要を述べると, つぎのとおりである。粒体層としては粒径 10~20 mm の碎石および自然乾燥状態の海砂に 3% の機械油を加え, よく一様に練り混ぜた砂を用いた。これを 2 種の中空コンクリートブロックの型わく, A (内法寸法 30 cm × 50 cm, 深さ 40 cm) および B (内法寸法 24 cm × 42 cm, 深さ 40 cm) の中に詰め, 厚さ 10 cm ごとに一定の条件で突き固めた。なお碎石と砂は深さ 40 cm に対して, 種々の層厚割合に変えて実験を行なった。すなわち下欄のとおりである。

総厚 40 cm に対し,	碎石層	40 cm	30 cm	20 cm	10 cm	0 cm
	砂層	0 cm	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm

ただし, 本実験では両者を混ぜた場合は, 砂層を下部に敷き, 碎石層をその上部に敷くようにした。かくして作成した粒体層上に 10 cm × 17 cm, 重量 6.2 kg の鉄板を種々の高さから自然落下させて,

粒体層表面の永久沈下を 2 個のダイヤルゲージによって測定し, 以下同様の動作を繰り返して, その都度累積永久沈下量を測定した。繰り返し回数は人力によった関係上 30 回までとし, 一部についてのみ 100 回まで行なった。なお同一の基礎状態については 3 回の実験にとどめ, とくにはなほだしい相異の認められた場合にかぎり, もう一度実験をやり直し, これらの平均値によって実験結果を整理した。実験結果の一例を図-1 に示す。

繰り返し衝撃による永久沈下の機構については, 著者が提案した静的繰り返し荷重による永久沈下の機構¹⁾とまったく同様の考え方によって導かれる。ただこの場合は静的繰り返し荷重の場合の平均荷重強度 $\bar{P}$ の代わりに単位面積当りの衝撃エネルギー W_k を用いればよい。ただし, W_k は単位面積当りの落体の重量, h



は落高を表わす。おいて次式が導かれる。

$$a) \text{ 剛性増大型: } y_n = B \left\{ 1 - \left(\frac{A}{\sqrt{h} + A} \right)^n \right\} \quad (1)$$

$$b) \text{ " 一定型: } y_n = n \cdot \frac{\sqrt{h}}{A} \quad (2)$$

$$c) \text{ " 減少型: } y_n = B \left\{ \left(\frac{A}{A - \sqrt{h}} \right)^n - 1 \right\} \quad (3)$$

$$d) \text{ " 折衷型: } \left. \begin{aligned} y_n &= (B + y_m) \left\{ 1 - \left(\frac{A}{\sqrt{h} + A} \right)^n \right\}, & n \leq m \\ y_n &= y_m + (n - m) \frac{B}{\sqrt{h}}, & n \geq m \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

ここに、 y_n は n 回の衝撃繰り返しまでに生じた永久沈下量、 A 、 B は基礎の永久沈下に対する特性値。本実験の場合、実験結果をみると、永久沈下曲線はほぼ剛性増大型の特性を示しているので、実験曲線に式(1)を適用し、特性値 A 、 B を求めた一例を示すと、下表のとおりである。

落高 cm	1	6	9	12
A (kg/cm)	0.0085	0.0481	0.0656	0.0897
B (mm)	5.29	10.86	20.25	29.83

図-1 に示した場合の値を表わす。

3. 結論

粒体層に繰り返し衝撃を作用させた場合の永久沈下について実験を行ない、このような沈下現象について若干の理論的考察を行ない、導かれた理論式に実験結果を適用して基礎の特性値を求めてみたのであるが、その結果えられた結論はおおよそつぎのとおりである。

1) ある範囲の同一衝撃繰り返し荷重に対しては、当然のことながら粒体層の永久沈下は第1回目の繰り返し衝撃による沈下が最も大きく、以後は繰り返し回数とともに漸減する傾向を示した。すなわち本実験の場合永久沈下曲線はほぼ剛性増大型の特性を示した。

2) 実験結果に対して式(1)の関係を適用し、衝撃繰り返し荷重に対する基礎の永久沈下に関する特性値 A 、 B を求めてみると、一般に永久沈下の生じやすい基礎ほど、 A 、 B の値は大きくなることになった。式(1)からわかるように B は無限回の繰り返しによる終局永久沈下量を表わしており、 A は沈下の落ちつきを程度を表わし、 A が小さいほど早く一定の沈下量に落ちつくことになる。

3) したがって種々の基礎に対する実験結果から、特性値 A 、 B の値を求めて比較することにより、繰り返し衝撃荷重に対する基礎の優劣を数値的に検討することができる。

4) 砂利層や砂層の繰り返し衝撃に対する永久沈下特性については、最初の基礎の突き固め程度によって大いに異なるものと考えられ、また実験数も少ないのであまり明確な結論はえられず、今後の検討にまたねばならないと考える。

参考文献

- 1) 最上幸夫：反復荷重による粒体層の永久変形に関する研究，山口大学工学部研究報告，第17巻 第2号，昭41. 8.