

静的繰り返し荷重による粒体層の永久沈下 について

最上 幸夫*・長谷川 淳*

On the Permanent Depressions of Granular Materials under Static Repeated Loading.

Sachio Mogami, Atsushi Hasegawa

Abstract

We carried out the laboratory model tests on the permanent depressions under static repeated loading ($0-p$ kg/cm).

Primary experimental conditions are as follows :

The heights of the gravel layers are three kinds of 5, 10, 15cm and the diameters of gravels are 2—5mm, 5—10mm, and 10—15mm.

The subgrade is made of concrete. We used wooden moulds (10×17cm, 13×22cm, 22×37.4cm) around the gravel layers and two kinds of loaded plates (7.5×12.75cm, 10×17cm.) Acting loads are 100, 200, and 300kg.

Some examples of the experimental results are shown in Fig. 1—Fig. 3.

In these cases the relationship between the permanent depressions and repeated intensities are generally expressed as follows :

$$y_n = B \left\{ 1 - \left(\frac{A}{P+A} \right)^n \right\} \quad (1)$$

where, y = cumulative permanent depressions after n times repeating, p = mean load intensity, A, B = characteristic values of gravel layers, Determining the values of A and B from the experimental results we obtained the results as shown in Fig. 4—Fig. 7.

We wish to proceed the experiments by changing the experimental conditions.

1. 結 言

粒体層が静的荷重をうけた場合の変形については、ある程度実験的に研究が行われているが、静的荷重の加荷、減荷の繰り返し過程における変形状態については比較的实验例が少ないようである。もちろん実際問題としては静的繰り返し荷重による変形よりも振動や衝撃作用の繰り返しによる変形の究明の方がより切実な問題と考えられるが、振動の場合でも振動数がかなり低い場合の変形は、むしろ静的荷重の繰り返しによる変形とほぼ同様の傾向を示すものと考えられるから、ここでは一応基本的なものとして粒体層に静的荷重が $0 \sim P$ (一定平均荷

重強度)の範囲で繰り返して作用する場合の変形、とくに永久変形(永久沈下)がどのように変化していくかについて実験的にしらべ、永久沈下を生ずる機構について若干の考察を加えることとした。粒体層としては砂層、砂利層などがあるが、本実験においては碎石砂利層の場合のみについて行なった。以下実験の概要、実験結果ならびに若干の考察について述べる。

2. 実験の概要

実験に使用した碎石砂利層は各種基礎条件の影響をみるために種々条件を変えて構築した。その主な項目をあげると、つぎのとおりである。

- 1) 粒径 実験に用いた碎石砂利の粒径を2~5mm,

*土木工学教室

5~10mm, 10~15mmの3種に区分して粒径の永久沈下におよぼす影響をしらべることにした。

2) 層厚 碎石砂利層の厚さを 5cm, 10cm, 15cmの3種に変え, 層厚が沈下に与える影響をみることにした。

3) 拘束度 砂利層基礎の沈下は当然基礎の拘束程度によって大きい影響をうけると考えられるので, 本実験においては木枠を用いて砂利層基礎の周辺を拘束した。この場合拘束の程度を変えるため, 木枠の寸法はつぎの3種を用いた。すなわち

10×17cm(実験結果の整理の便宜上, 以下これをNo. 1と記す)

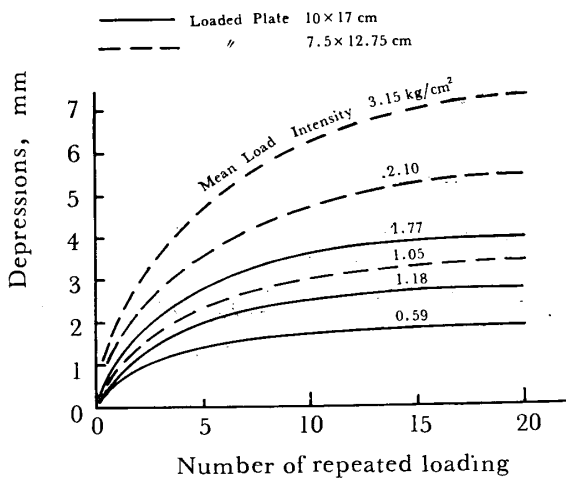
13×22cm(上と同様に, これをNo.2と記す)

22×37.4cm(同様にNo.3と記す)

つぎに使用した載荷板は 7.5×12.75cm および10×17cmの2種を用い, 繰り返し荷重 $P=100, 200, 300\text{kg}$ の3種とした。なお今回の実験では砂利層の下部路盤としてはコンクリート床を用いた。

砂利層の初期突き固めの程度は各実験ごとになるべく一樣になるように層厚 5 cmごとに径 10mmの鉄棒で3回/cm²の割合でほぼ一定の力を加えて突き固めた。

つぎに荷重 F の繰り返し回数は一応20回とし, 一部の基礎状態については100回まで繰り返した。荷重の載荷板への伝達はジャッキと荷重計を用い, 載荷板に加えられた荷重を荷重計によって読みとり, 載荷板の左右にとりつけた2個のダイヤルゲージによって載荷板の沈下を測定し, 両ゲージの読みを平均値をもって所要の沈下量とした。なお同一状態の基礎については3回の実験を行ない, その平均値をもって与えられた基礎の沈下量とした。

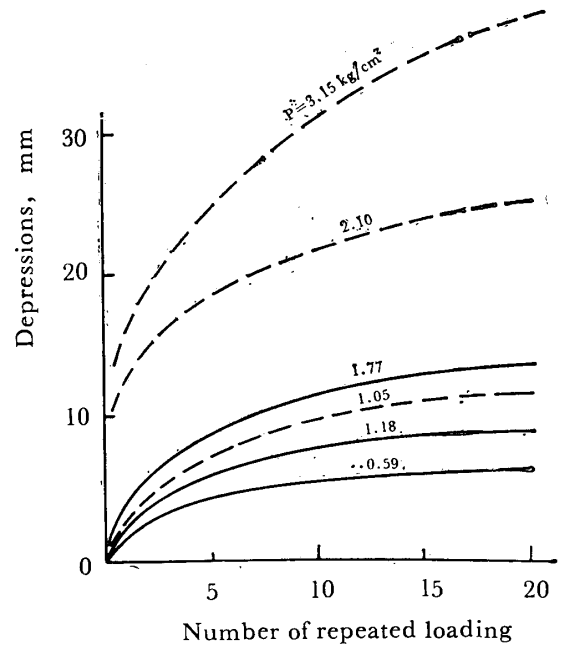


Note: Degree of the restraint No. 1
Diameter of gravels 2~5mm,
Height of gravel layers 15cm.

Fig. 1 Relationship between the depressions and the number of repeated loading.

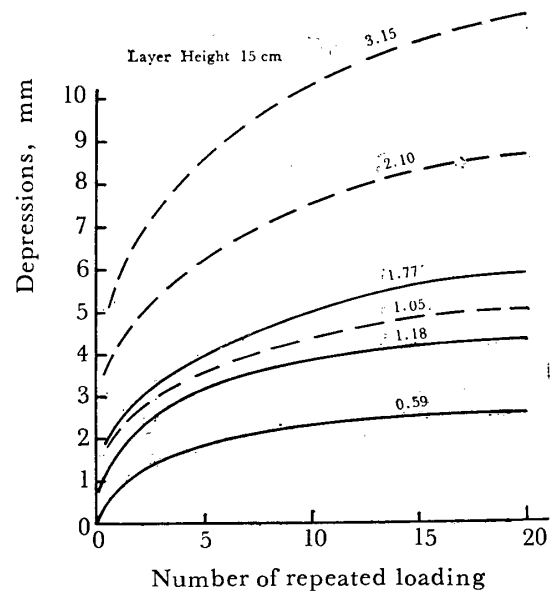
3. 実験結果とその考察

2.で述べた要領によって与えられた砂利層基礎に繰り返し荷重を作用させたときの永久沈下量と繰り返し回数との関係を求めると, Fig. 1~Fig. 3のようになる。こ



Note: Degree of restraint No. 3
Other signs same as Fig. 1

Fig. 3 Relationship between the depressions and the number of repeated loading.



Note: Degree of the restraint No. 2
The other conditions same as Fig. 1.

Fig. 2 Relationship between the depressions and the number of repeated loading

ここには一例を示したにすぎないが、実験結果はほとんど同様の曲線の傾向を示している。

これらの実験結果について検討すれば、およそつぎのようになる。まず粒体層に $O \sim P$ (一定荷重強度) の静的繰り返し荷重を作用させた場合の永久沈下量と荷重強度 P との関係は振動沈下を取り扱った場合と同様にして次式で表わされる。

$$y_n = B \left\{ 1 - \left(\frac{A}{P+A} \right)^n \right\} \quad (1)$$

ここに、 y_n : P なる荷重強度を n 回繰り返し、作用させた場合の累積永久沈下量、 P : 繰り返し荷重の平

均荷重強度 n : 繰り返し回数

A, B : 与えられた基礎の特性値で式(1)からわかるように、 A の元は P と同じ、 B の元は y_n と同じである。

そこで与えられた実験曲線に式(1)を適用して与えられた基礎の特性値 A, B を求めてみると、特性値 A, B は与えられた基礎で一定値とはならず、種々の複雑な要素たとえば荷重強度、載荷板の形状寸法などによってその値を変化することがわかる。そこで各種の要素によって特性値 A, B がどのように変化するかを検討してみると、Fig. 4~Fig. 7 のようになる。

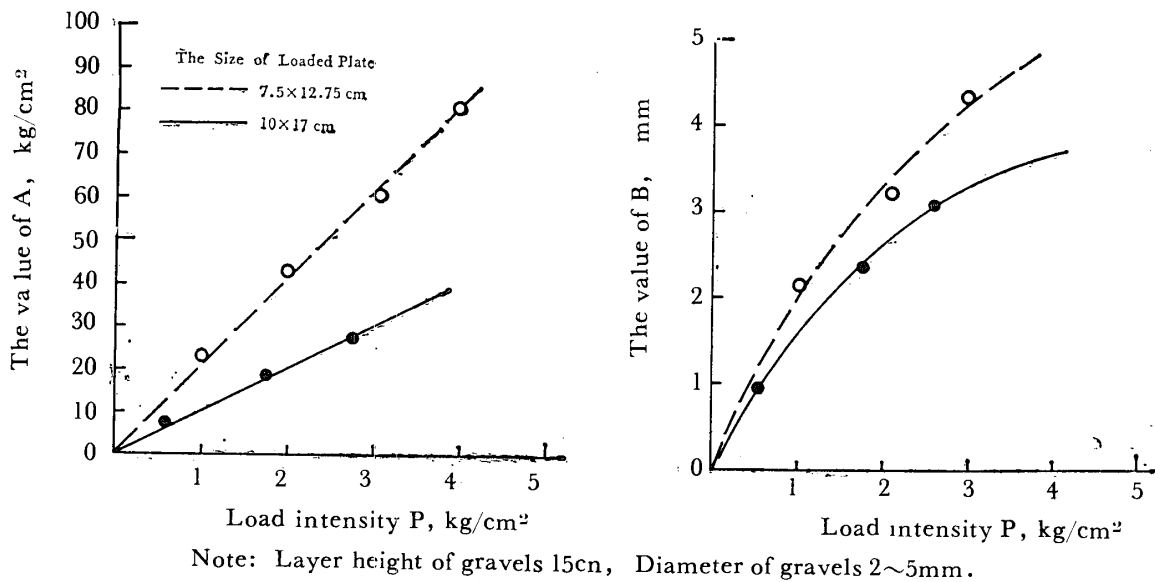


Fig. 4 Relationship between the load intensity and the values of A and B.

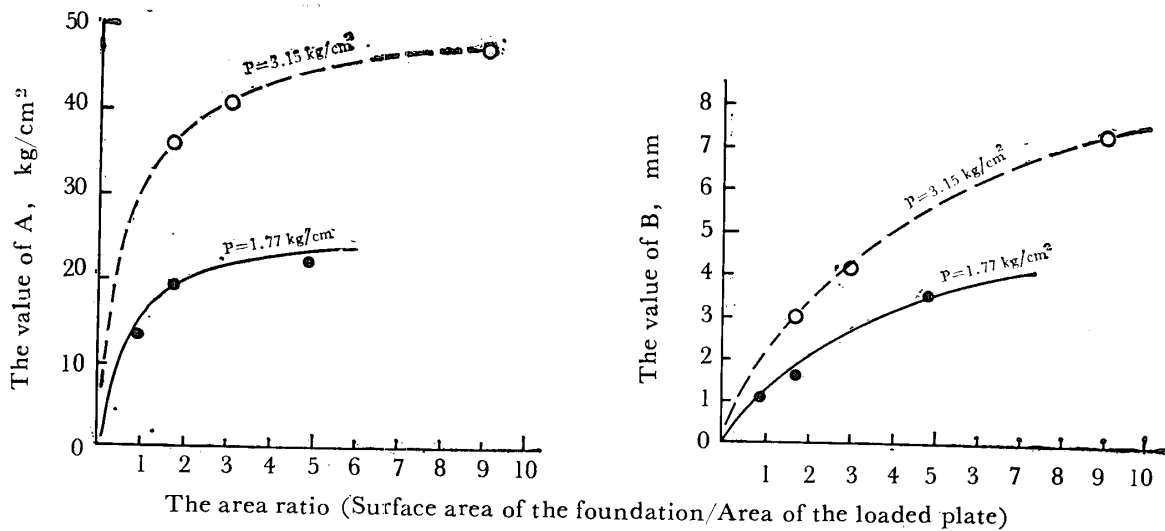


Fig. 5 Relationship between the degree of restraint and the value of A and B.

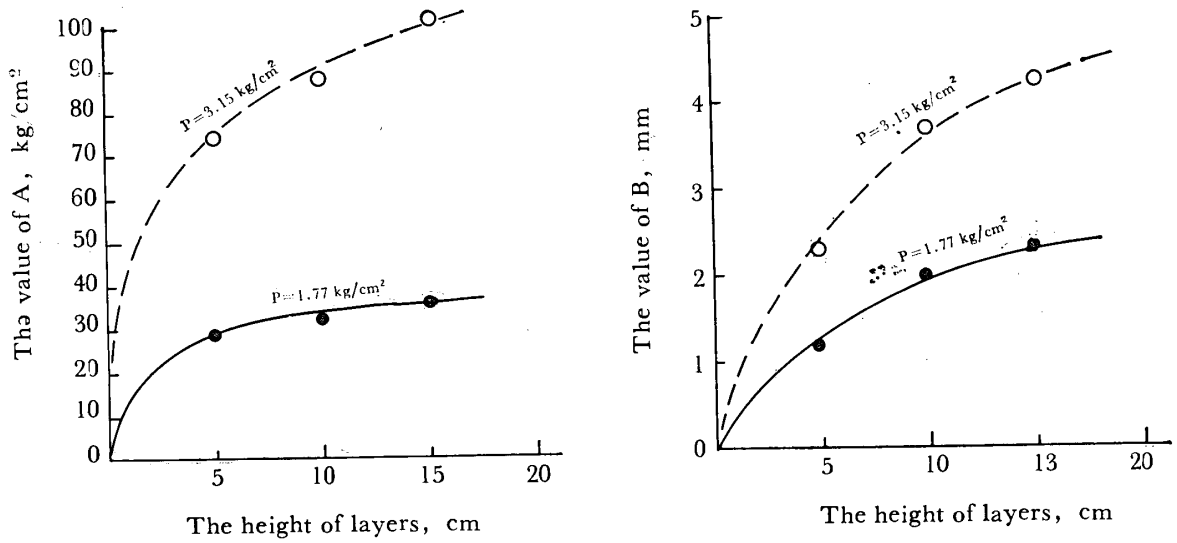


Fig. 6 Relationship between the height of layers and the values of A and B.

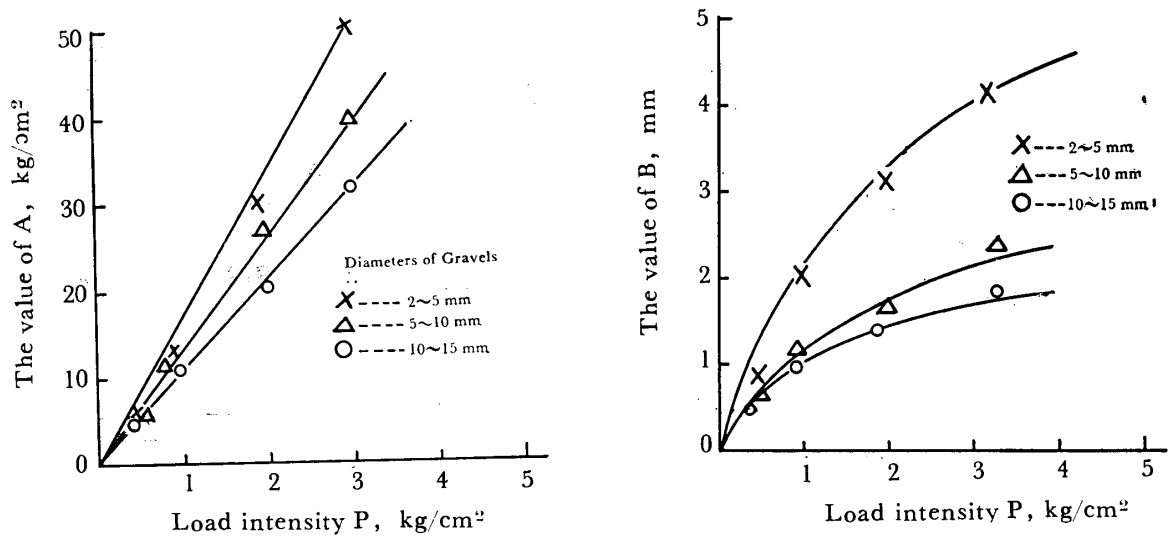


Fig. 7 Relationship between the size of gravels and the values of A and B.

4. 結 言

今回行った静的繰返し荷重による砕石砂利層の永久沈下に関する実験結果を検討してえられた主な結論を述べると、およそつぎのとおりである。

- (1) 静的繰返し荷重による粒体層の永久沈下は一般にはなほ複雑であつて多くの諸因子——すなわち荷重強度、載荷板の形状寸法、基礎の突き固め程度、基礎の拘束程度、層厚、粒度、下部路盤の性状 などによって影響されるものと考えられる。
- (2) 静的繰返し荷重強度 P と繰返しによる累積永久沈下量 y_p との関係は一般に式(1)によって表わすこと

ができる。そこで式(1)の特性値 A, B が前記の諸因子によっていかに変動するかを検討してみると、Fig. 4 ~ Fig. 7 のようになる。これを要約すると、以下のようになる。

- 1) 特性値 A, B の値は累積沈下量 y_p が大きいほど大となる。いいかえれば、弱い基礎ほど大きい値を示す。荷重強度 P と A, B との関係を検討すると、 P と A の関係は実験範囲ではほぼ比例関係にある。 P と B の関係は曲線的に変化し、 P の増大につれて B はしだいに一定値に近づく傾向が認められる。
- 2) 載荷板の形状寸法の影響については、形状は今回の実験では矩形載荷板のみを使用したので形状効果

の影響は今後の実験にまつこととし、寸法の影響について述べると、同一基礎に対し、載荷板の寸法のみを変えた場合には、同一平均荷重強度の場合を比較すると、寸法の小さい載荷板の方が累積沈下量は大きくなる。したがって A, B の値も小さい載荷板の方が大きい。

- 3) 基礎の突き固め程度はもちろんあらかじめ十分突き固めた基礎程永久沈下量も当然小さくなると考えられるから、その検討は省略した。基礎拘束程度の影響は一応面積比（基礎表面積/載荷板面積）によって表わせば、面積比が増大するにつれて A, B の値も増大するが、しだいに一定値に近づく傾向が認められた。とくに A の値は急速に一定値に近づくようである。
- 4) つぎに基礎の粒度、拘束状態を同一として単に層厚のみを変化させた場合には、厚さを増大さすほど、 A, B も増大するが、ある厚さで一定値に近づく傾向が認められた。

- 5) 粒度の影響については、一部の例外を除いては大體粒径 2~5mm, 5~10mm, 10~15mm の順に累積沈下量 y_n の値も大きくなっている。したがって A, B の値もこの順に大きくなる。しかし荷重強度 P の小さい範囲ではほとんど差異は認められない。

以上が今回行なった実験の主な結論であるが、まだ十分検討したとはいえない。たとえば荷重強度 P の範囲も少し小さすぎるので、もっと大きい範囲の実験も続行する必要があると考えられる。また下部路盤の性状についても今後検討する必要がある。さらに載荷板の形状についても検討の要がある。これらについては今後研究を進めるつもりである。

参 考 文 献

- 1) 最上幸夫：山口大学工学部学報 12, 52-54. (1961)