

■-23 土に対する繰返し荷重条件と変形を関係づける一つの方法

九州大学工学部 正員 〇 山内 豊 聡
同 大学院 学生員 羅 文 鶴

要約 本研究は、路床・路盤系に対する繰返し載荷の影響をより直接的にとり入れるための一つのアプローチとして行なった。筆者は金属材料の破断発生を土のある一定のヒズミ変形で置き代えて、疲労破壊に関するMiner流の方法を繰返し荷重を受ける土供試体の変形の予測に応用することを試みようとして一軸的繰返し載荷実験を行ない、その方法が基本的に有効であることを示した。

Minerの法則 一つの鋼材について疲労曲線が図-1に示すものであるとする。材料の寿命が N_1 であるような応力 P_1 で n_1 回だけ反転が繰返されると、その材料に残された寿命は $N_1 - n_1$ である。つぎに新しい材料の寿命が N_2 であるような応力 P_2 を受け、破壊までのその寿命が n_2 であるとする。

$$\frac{n_2}{N_2} = \frac{N_1 - n_1}{N_1} \quad \therefore \frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} = 1$$

この方法を拡張して

$$\frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} + \frac{n_3}{N_3} + \dots + \frac{n_n}{N_n} = \sum \left(\frac{n}{N} \right) = 1$$

Miner流の考え方の土供試体への応用 路床・路盤系が実際に受けることが予想される将来の交通荷重の条件は、輪荷重群とそれぞれの回数の組合わせによってあたえられる。

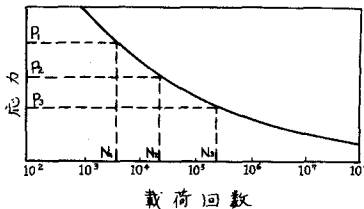


図-1 金属材料の正常な疲労曲線



図-2 本研究に用いた試験機による荷重の形状

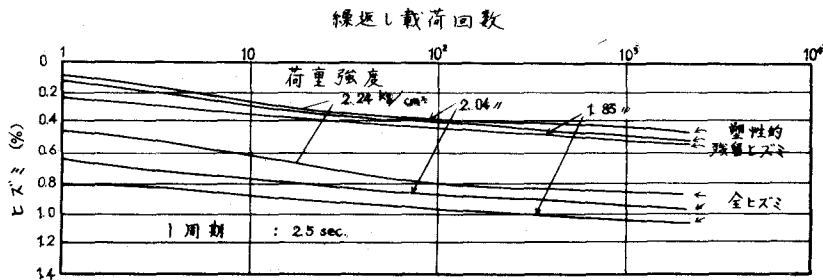


図-3 土供試体に対する載荷回数とヒズミの関係(一部ののみ示す)

載荷条件を荷重強度とその繰返し回数に要因を制限して考えるとき、予測される荷重条件は $\sum(n/N)a$ の値で表わすことが可能である。そこで土供試体は、ある一定の許容ヒズミに達する限界の載荷条件に対し、予測する載荷条件に関して次式で得られる m の倍数だけの余裕を持つ。

$$m = \sum(n/N) / \sum(n/N)_a$$

Minorの法則に従えば

$$m = 1 / \sum(n/N)_a$$

もし $\sum(n/N)_a$ の値が適当なある限られた時間 t_0 において予測されるものであれば、許容ヒズミに到達するまでの時間 T が次式によって得られる。

$$T = mt_0$$

土供試体に対する $\sum(n/N)$ の値 表-1に示す結果からわかるように、加えられた一連の荷重群のうち、最初の荷重の相対的な大きさによって定性的に律せられる。

附記 本実験に用いた土は、北部九州における3号国道などにおける通常の路床土であって“赤土”といわれるるる紀層の風化土である。

湿度による分類 砂質ローム
有効粒径 0.007mm
均等係数 74.7
土粒子の比重 2.715
液性限界 55.6%
塑性指数 16.2%
最適含水比 27.0%

供試体は静的締固めによって作製した。

文献 M.A.Minor: Cumulative

Damage in Fatigue, Journal of Applied

Mechanics, Vol. 12, No. 3, 1945.

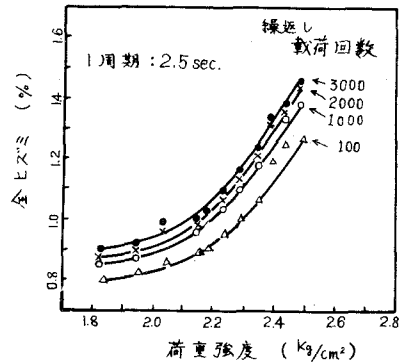


図-4 荷重強度と土供試体の全ヒズミの関係

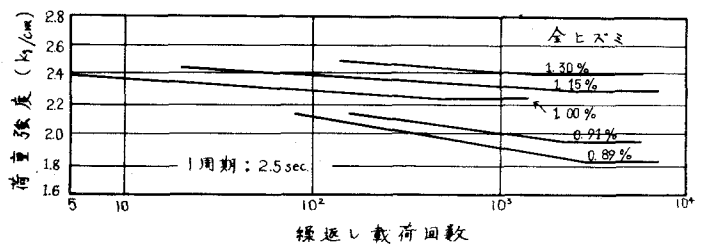


図-5 荷重強度・載荷回数・供試体のヒズミの相互関係

表-1 1.15%のヒズミが得られるまでの間における n, N の値と $\sum(n/N)$ の計算値

No.	供試体の見掛け密度 (g/cm³)	各荷重の載荷回数 n (分子)と、図-5から得られるその荷重に対する最大許容載荷回数 N (分母)	$\sum(n/N)$ の計算値
1	1.792	$\frac{1800}{2800} \rightarrow \frac{200}{560} \rightarrow \frac{10}{45} \rightarrow \frac{2}{20}$	1.32
2	1.785	$\frac{600}{2800} \rightarrow \frac{627}{1200} \rightarrow \frac{43}{180} \rightarrow \frac{10}{32}$	1.28
3	1.794	$\frac{600}{2800} \rightarrow \frac{11}{32} \rightarrow \frac{29}{180} \rightarrow \frac{703}{1200}$	1.30
4	1.791	$\frac{600}{2800} \rightarrow \frac{640}{1200} \rightarrow \frac{90}{180} \rightarrow \frac{2}{32}$	1.30
5	1.799	$\frac{209}{2800} \rightarrow \frac{9}{32} \rightarrow \frac{19}{1200} \rightarrow \frac{35}{180} \rightarrow \frac{348}{560} \rightarrow \frac{170}{1200} \rightarrow \frac{210}{2800}$	1.39
6	1.788	$\frac{1420}{2800} \rightarrow \frac{36}{45}$	1.31
7	1.790	$\frac{30}{45} \rightarrow \frac{90}{2800}$	0.70
8	1.788	$\frac{33}{45} \rightarrow \frac{19}{2800}$	0.74

注: 1) 各供試体の含水比はすべて21.0%。

2) ヒズミ1.15%は便宜的な値で特別な意味はない。