

弾性係数と断面形状の違いによる弾性床上梁の载荷模型実験

澤田 知之*・近藤 崇**・石倉 建治***

On Model Test of Point Loaded Beam on Elastic Foundation
for Various Elastic Coefficients and Section Shapes

Tomoyuki SAWADA, Takashi KONDO and Kenji ISHIKURA

要 旨

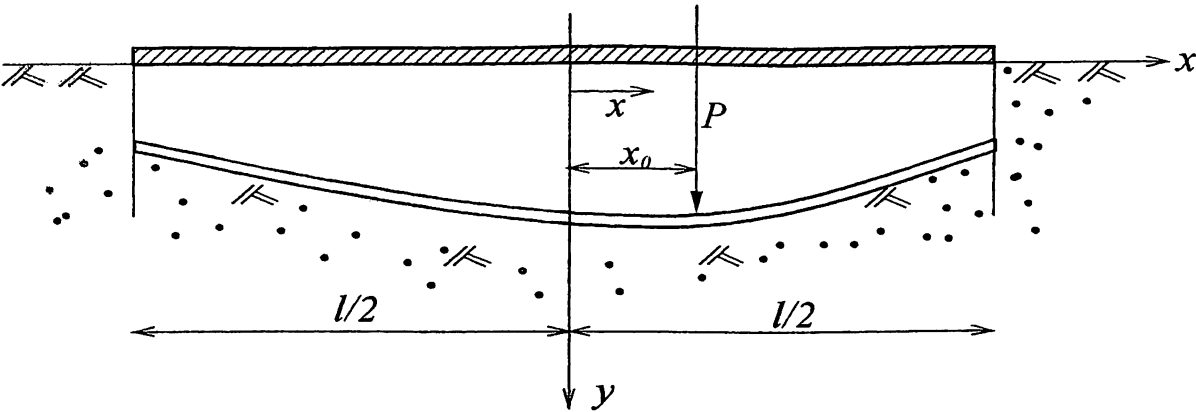
本論文は、すでに報告した格子網構造^{1),5)}を弾性床上梁とモデル化して解析した一例の、模型実験を行った結果とその解析結果との比較検討を報告するものである。

Abstract

Some effects of model test of point loaded beam on elastic foundation are compared with the solution of such a thing for three-diffirent elastic coeeficients and three-diffirent section shapes each other, in this paper.

1. はじめに

消波工の飛散防止のための格子構造の外枠の梁に注目し、解析は弾性床上梁とモデル化して行った。
下図に示す集中荷重における弾性一般解は参考文献等¹⁾で示されているが、今回の模型実験で比較を行う曲げモーメントは次のようにして求めた。



解析モデル図

* 教授 環境都市工学科
** 助手 環境都市工学科
*** 創建工業株式会社(SOKEN)

文献1) の (18) より

$$y_2 = 0$$

$$y = y_1 = \frac{P\pi\lambda}{2\sqrt{2}KI} \left(S_{\xi}^{(0)} + \frac{S_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{S_0^{(0)}} \cdot S_{\frac{1}{2}+\xi}^{(-2)} \right)$$

この y を微分すると：

$$y' = y_1' = \frac{P\pi\lambda}{2\sqrt{2}KI} \left(S_{\xi}^{(0)'} + \frac{S_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{S_0^{(0)}} \cdot S_{\frac{1}{2}+\xi}^{(-2)'} \right)$$

ここで、

$$\frac{S_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{S_0^{(0)}} = \frac{\cosh \frac{\pi\lambda}{2\sqrt{2}} \cdot \sin \frac{\pi\lambda}{2\sqrt{2}} - \cos \frac{\pi\lambda}{2\sqrt{2}} \cdot \sinh \frac{\pi\lambda}{2\sqrt{2}}}{\sinh \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} + \sin \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}}}$$

$$S_{\xi}^{(0)'} = \frac{4}{l} \cdot \frac{1}{\cosh \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} - \cos \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}}} \cdot \left\{ \sinh \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \xi \sin \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} (1-\xi) - \sinh \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \xi \sin \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \xi \right\}$$

$$S_{\frac{1}{2}+\xi}^{(-2)'} = \frac{4}{l} \cdot \frac{1}{\cosh \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} - \cos \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}}} \times \\ \left\{ \cosh \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \left(\frac{1}{2} - \xi \right) \cos \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \left(\frac{1}{2} + \xi \right) - \cosh \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \left(\frac{1}{2} + \xi \right) \cos \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \left(\frac{1}{2} - \xi \right) \right\}$$

更に、もう一回微分すると、

$$y'' = y_1'' = \frac{P\pi\lambda}{2\sqrt{2}KI} \left(S_{\xi}^{(0)''} + \frac{S_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{S_0^{(0)}} \cdot S_{\frac{1}{2}+\xi}^{(-2)''} \right)$$

但し,

$$S_{\xi}^{(0)''} = \frac{4}{l} \cdot \frac{1}{\cosh \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} - \cos \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}}} \times$$

$$\left\{ \begin{aligned} & \sinh \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \xi \cos \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} (1-\xi) \left(-\frac{2}{l}\right) + \sin \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} (1-\xi) \cosh \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \xi \left(\frac{2}{l}\right) \\ & - \sinh \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} (1-\xi) \cos \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \xi \left(\frac{2}{l}\right) - \sin \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \xi \cosh \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} (1-\xi) \left(-\frac{2}{l}\right) \end{aligned} \right\}$$

$$S_{\frac{1}{2}+\xi}^{(-2)''} = \frac{4}{l} \cdot \frac{1}{\cosh \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} - \cos \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}}} \times$$

$$\left\{ \begin{aligned} & \cosh \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \left(\frac{1}{2}-\xi\right) \sin \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \left(\frac{1}{2}+\xi\right) \left(-\frac{2}{l}\right) + \cos \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \left(\frac{1}{2}+\xi\right) \sinh \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \left(\frac{1}{2}-\xi\right) \left(-\frac{2}{l}\right) \\ & - \cosh \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \left(\frac{1}{2}+\xi\right) \sin \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \xi \left(\frac{2}{l}\right) - \cos \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \left(\frac{1}{2}-\xi\right) \sinh \frac{\pi\lambda}{\sqrt{2}} \left(\frac{1}{2}+\xi\right) \left(\frac{2}{l}\right) \end{aligned} \right\}$$

この y'' に $-EI$ をかけると、曲げモーメント M の値が求められる。即ち、 $M = -EIy''$

2. 実験供試体

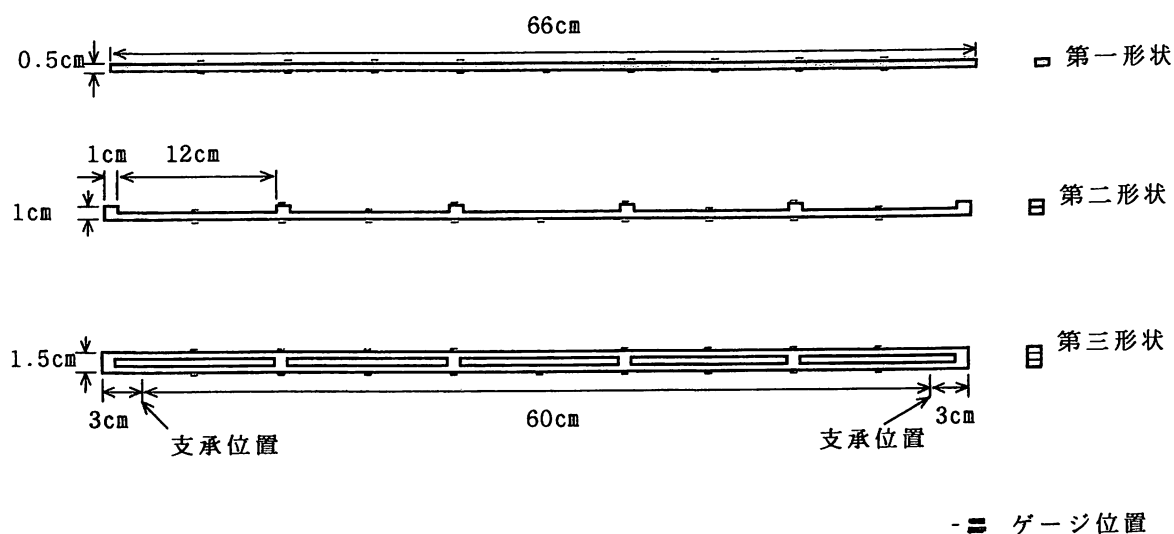
下の図のように実験模型梁を3種類の構造形式の梁でモデル化して実験を行った。これ等の梁の材質は鋼、亚克力、木材の3種類で、各材質のヤング率は次のようである。

亚克力 $2.25 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$

鋼 $1.96 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$

木材 $8.00 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$

また、模型梁の寸法は下図のようである。各梁の上面と下面に計17のひずみゲージを貼り付けて測定を行った。



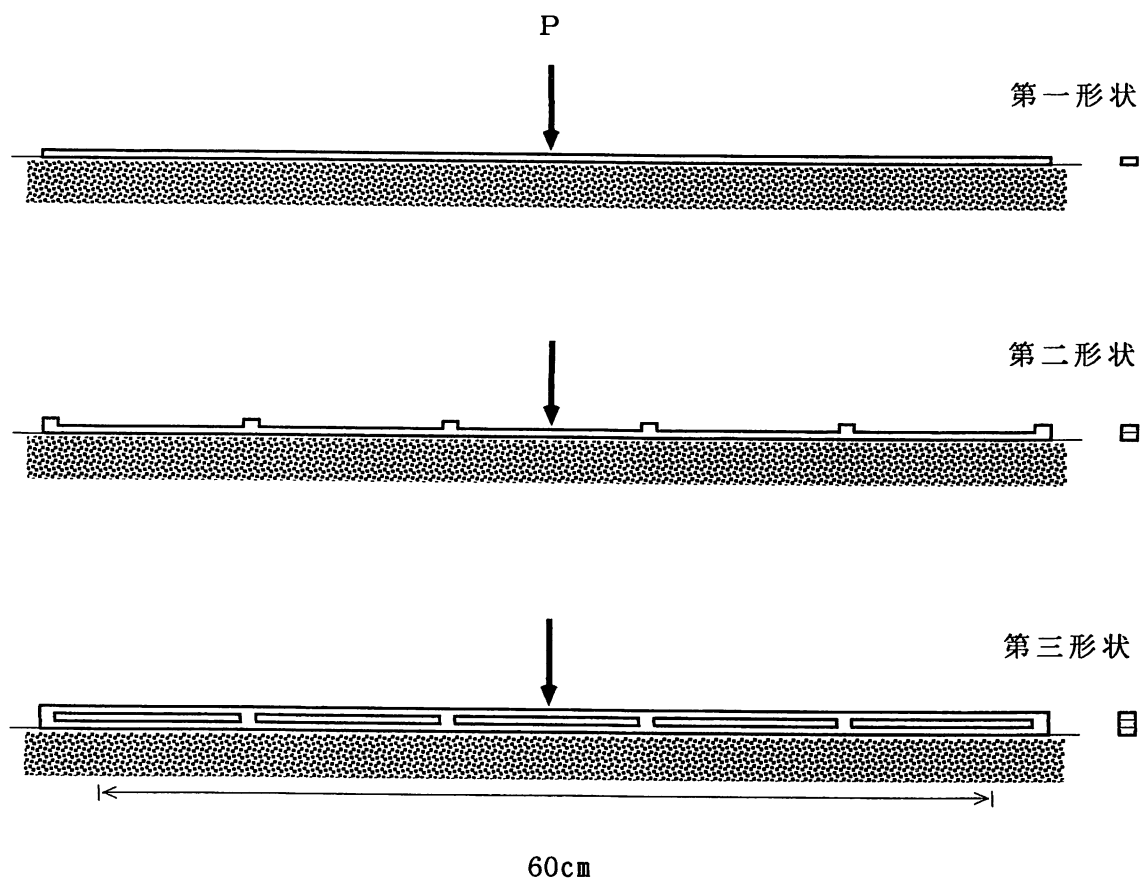
実験供試体図

3. 実験及び実験結果

この弾性床上梁の荷重模型実験に於いて下の図のように、第一形状、第二形状、第三形状の3つの形状と、鋼、アクリル、木材の3種の材質で合計9種類の梁を図に示すように標準砂を弾性床とみなし、その上に直接梁を置いて弾性床上梁として、中央点に集中荷重による荷重実験を行った。このとき、集中荷重として10g, 20g, 50g, 100g, 500g, 及び1000gの分銅を用いた。

いま、図-1～3までに $P = 500\text{g}$ の時の材質について比較したものを示す。解析値は図が込み合う為中央の最大値のみを示す。いずれの場合でもモーメントの大きい順に鋼、木材そしてアクリルの順となった。解析値とはおおよそ一致している。解析値は地盤反力係数をいくつか変えて求めて、その中で最も確からしい値と実験値とを比較した。

図-4～6には断面について比較したものを示す。最大値で比べると第一形状、第三形状、第二形状の順となっている。最大値（荷重点）以外の点での値は第三、第二、第一という予想していた順になっている。



載 荷 状 態

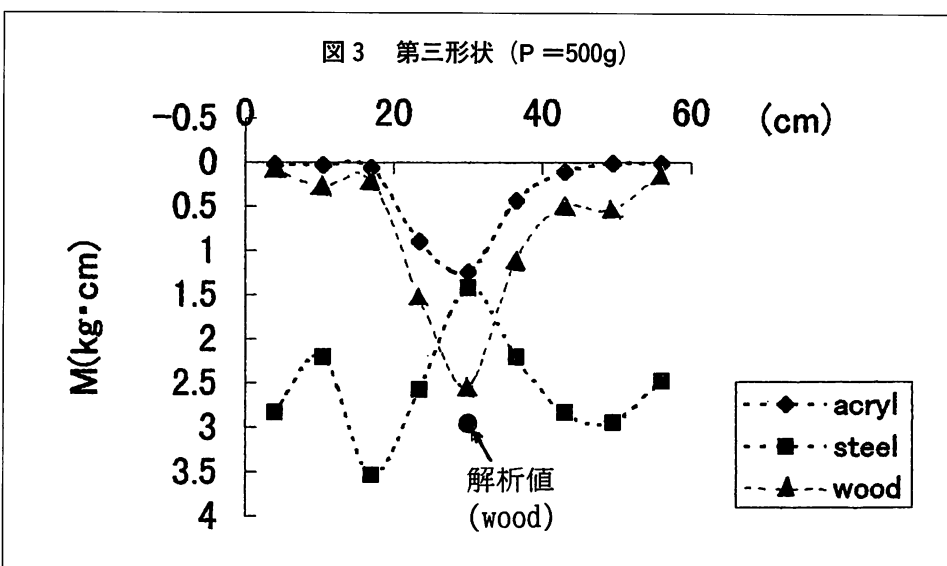
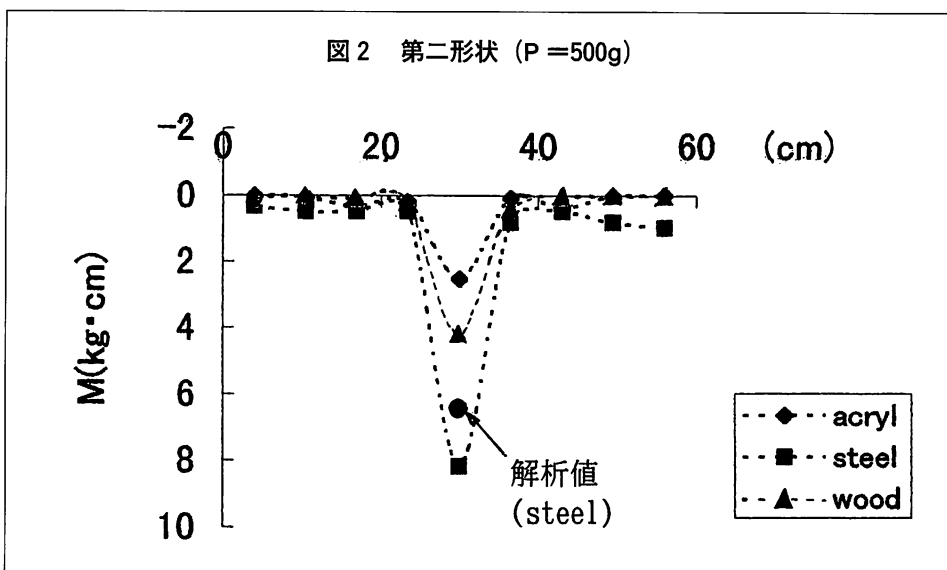
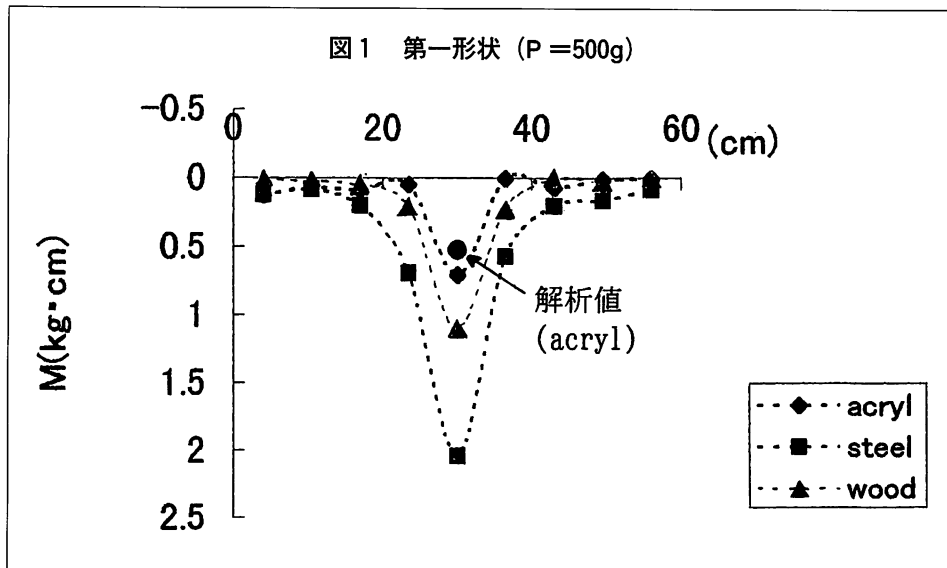


図4 鋼 (P=500g)

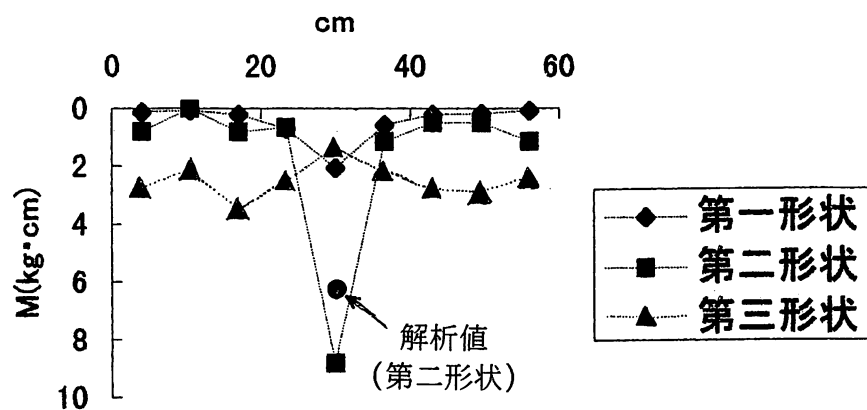


図5 アクリル (P=500g)

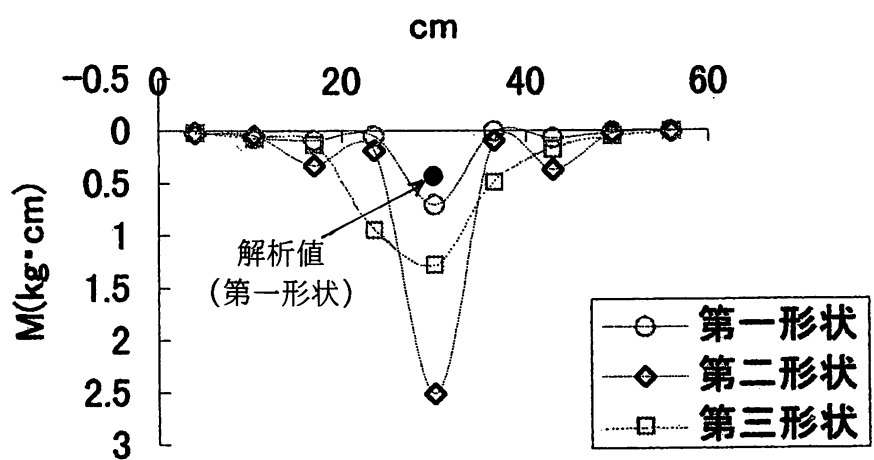
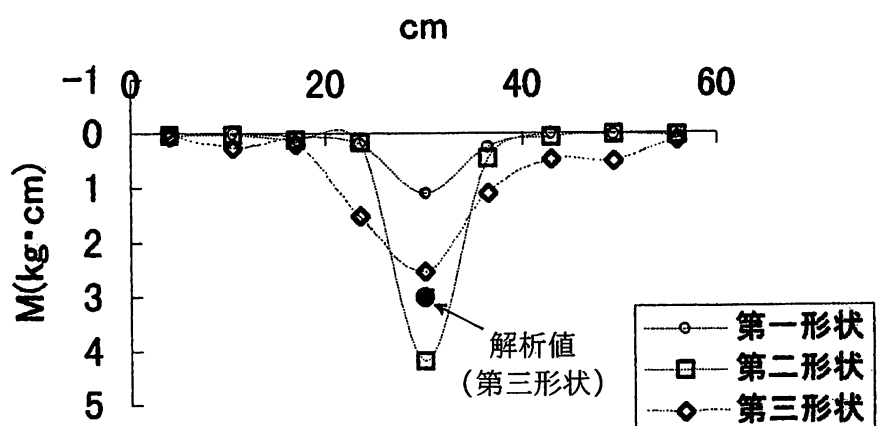


図6 木材 (P=500g)



4. 考察および今後の課題

実験結果及び数値解析結果も弾性床上梁の特性を示す分布を呈し、両者は、ほぼ一致し、定性的には妥当な結果と思われるが、以下の点で反省を含め、今後の課題が考えられる。

- ・ 模型サイズが小さく（特に幅）載荷時に純曲げの発生が為されておらず捻り力等が発生し、実験結果に影響を与えたと考えられる。この事からも、500g 載荷以下の実験値は整合性が取れず省略せざるを得なかった。
- ・ ゲージの貼った位置の関係から測定値が変断面のこともありかなり波状に起伏を打ち測定値の評価に影響を与えた。また、載荷位置がゲージ直上となり載荷が技術的にも難しい状態となった。
- ・ 弾性床とした標準砂が各材質との相似率も含めて適当であるかどうか再検討の必要がある。例えば弾性係数の小さなアクリル、木材などは、おが屑やスポンジマットなどが考えられる。
- ・ よって、地盤反力係数も構造と地盤の相互作用として捉え、ひずみ依存性、載荷依存性及び載荷時間依存性を考慮した形で計算に用いる必要がある。

以上の考察を、今後、等分布載荷や部分荷重の載荷実験を行う際に取り入れ、模型供試体の分解能を合わせて考慮して進めるべきと考えられる。

参考文献

- 1) Chad Alexander Carretas, 亀倉あさ子：消波工における格子構造の弾性挙動に関する研究，苫小牧工業高専平成10年度卒業論文，1-89，1999.
- 2) I. N. SNEDDON：Fourier Transforms, McGRAW-HILL Book Company, INK., 1951.
- 3) 大槻 喬，平岡 寛二監訳：工学の為に用いるフーリエ積分，オーム社，1977.
- 4) S. Timoshenko, J. N. Goodier：Theory of Elasticity, McGRAW-HILL Book Company, INK., 1970.
- 5) 石倉 建治：自然の海岸をとりもどす，創建工業株式会社 発行，1997.
- 6) 改訂編集委員会：土質工学ハンドブック，新日本印刷株式会社，1982.

（平成11年11月30日受理）

772

1872

1873