

# 港 灣 技 研 資 料

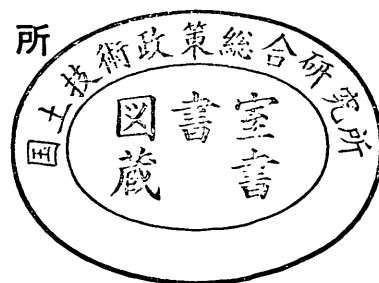
TECHNICAL NOTE OF  
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE  
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 75 June 1969

さん橋式げい船岸に働く水平力による上部工  
曲げモーメント計算図表

片山 猛雄・堀井 修身

運輸省港湾技術研究所



# さん橋式けい船岸に働く水平力による上部工曲げモーメント計算図表

## 目 次

### 要 旨

1. ま え が き .....	1
2. 計算図表作成の手続 .....	1
3. 計算図表使用にあたっての注意 .....	2
4. 計 算 図 表 .....	5
5. 使 用 例 .....	23
6. 電子計算機への入力 FORMAT と 出力 FORMAT について .....	24

# さん橋式けい船岸に働く水平力による上部工曲げモーメント計算図表

片山 猛 雄\*

堀井 修身\*\*

## 要 旨

本報告は港研資料 No.59 “港湾構造物設計基準作成にあたっての諸問題について(その2)”に示された方法に基づいて、さん橋式けい船岸に働く水平力による上部工の曲げモーメントを求める計算図表をとりまとめたものである。通常、設計においてよく遭遇すると思われる上部工、クイの諸元に留意して、次の各場合について、計算図表を作成した。

法線直角方向スパン数 ; 2および3スパン

スパン長 ; 各スパンが等長でスパン長は3.0m, 3.5m, 4.0m, 4.5m, 5.0m, 5.5m, 6.0m

上部工のはりの断面二次モーメント ; 各スパンは等断面で、断面二次モーメントは  
0.03m<sup>4</sup>~0.01m<sup>4</sup>

上部工のはりのヤング係数 ; 2.1×10<sup>6</sup>t/m<sup>2</sup>

クイの弾性沈下係数 ; 1.0×10<sup>4</sup>~5.0×10<sup>4</sup>t/m

## 1. ま え が き

“港湾構造物設計基準”によれば、さん橋式けい船岸に働く水平力による上部工の曲げモーメントおよびクイの軸力は各支点におけるクイ頭モーメントを各支点の材端に分配することによって求めることができる。その分配方法は4例の実例計算から次のように規定している。すなわち、2スパンの場合はクイ頭モーメントの60%を支点の両材端に分配させ、3スパンの場合は海側より2番目のクイ頭では支点の左側に50%、右側に70%、海側より3番目のクイ頭では左側に70%、右側に50%分配させることにしている。さらにこの規定が適用できる条件としては各スパンのスパン長および断面が等しいこと、はりの曲げとクイの弾性沈下の割合 $\left(\alpha = \frac{\omega}{12 E_c I_c / P}\right)$ が0.50< $\alpha$ <2.0の範囲にあることを明記している。

分配率をみるとクイ頭モーメントの20%分が安全側に大きく見積られていることが分る。また、厳密に計算するために、連立方程式の係数表が示されているが、一般によく用いられる2スパンあるいは3スパンの場合でもそれぞれ5元あるいは7元の連立方程式を解かなければ

ならない。この程度の連立方程式でも手計算で解くとなると、なかなか面倒なことになる。本報告で示した計算図表は適用条件外にある場合とか、厳密解を求める場合に、多元の連立方程式を解かなければならないという面倒さをなくすことにその目的がある。本文でも述べるように、かならずしもあらゆる場合にこの計算図表が適用できるというわけにはいかないが、ここで選んだケースであれば通常の設計では十分利用できるものと思う。また、この計算図表の適用範囲外の場合には、すでにFORTRAN語によるプログラムができていたのでこれを利用していただきたいと思う。そのための入力、出力FORMATを本文で示しておいた。

## 2. 計算図表作成の手続

港研資料 No.59 に示すように、水平力によるさん橋上部工の曲げモーメントは図-2.1のような支点が沈下する連続ばりとして求めることができる。

\* 設計基準部 設計基準課長

\*\* 設計基準部設計基準課

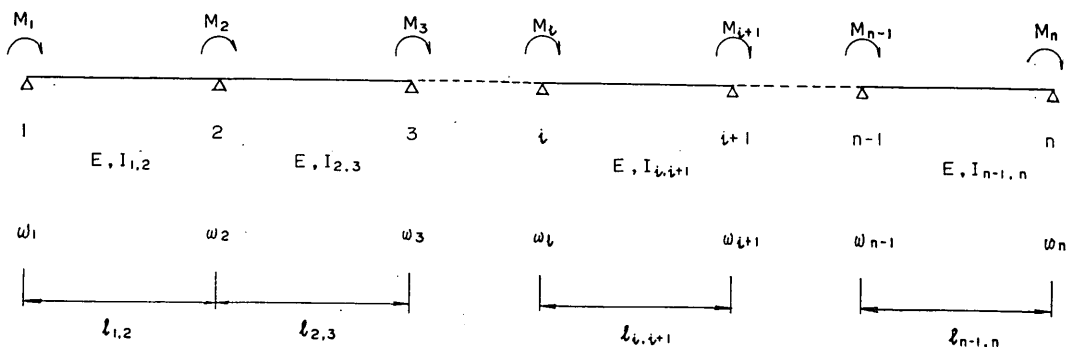


図-2.1

各支点を左側より 1, 2, 3, …,  $i$ ,  $i+1$ , …,  $n-1$ ,  $n$  と名づけ, 各支点の弾性沈下係数を  $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_i, \omega_{i+1}, \dots, \omega_{n-1}, \omega_n$  各支点に働くクイ頭モーメントを  $M_1, M_2, M_3, \dots, M_i, M_{i+1}, \dots, M_{n-1}, M_n$  とする。各スパンの断面二次モーメントを  $I_{1,2}, I_{2,3}, I_{3,4}, \dots, I_{i,i+1}, \dots, I_{n-1,n}$  各スパン長を  $l_{1,2}, l_{2,3}, l_{3,4}, \dots, l_{i,i+1}, \dots, l_{n-1,n}$  とし, ヤング係数を  $E$  とする。また各支点の左右に分配される材端モーメントを  $M_2^l, M_2^r, \dots, M_i^l, M_i^r, \dots, M_{n-1}^l, M_{n-1}^r$  とする。上肩のサフィックスは右 (right), 左 (left) を示し, 下ツキのサフィックスは支点の名前を表わしている。曲げモーメントの符号は, とう角法の規定に従い右廻りをすべて正としておく。ここでとう角法を用いてこの連続ばりを解くと, 港研資料 No. 59 に示すような連立方程式の係数表を得ることができる。

この連立方程式の係数表を見るとスパン長, スパンの断面二次モーメント, 弾性沈下係数のいずれをも共通項としてくりだすことはできない。このことは, これらのファクターに対し, 実際の数値を与えなければならないことを示唆するものである。また, この連立方程式の係数表において,  $M_i=1.0, M_1=M_2=\dots=M_{i-1}=M_{i+1}=\dots=M_n=0$  とおくと支点  $i$  に 1 という単位のクイ頭モーメントが作用する場合の各点の曲げモーメントを求めることができる。従って各点に任意の大きさのクイ頭モーメントが作用するときの各点の曲げモーメントを求めるには, ある支点ごとに単位のクイ頭モーメントが作用する場合の各点の曲げモーメントを求めておき, これに実際のクイ頭モーメントをかけて, 加算すればよいことになる。

さて, スパン長  $l_{1,2}, l_{2,3}, \dots, l_{i,i+1}, l_{n-1,n}$  を任意に与えるとその組合せは莫大なものとなること, 最近のさん橋式けい船岸の場合, 等長であることが多いなどのことから各スパンとも長さは等しいものとした。同様に各スパンの断面もすべて等しいものとした。スパンのヤン

グ率については実際の上部工は鉄筋コンクリート構造がほとんどであるのでコンクリートのヤング率を用いることにした。各クイの弾性沈下係数は各クイで等しいということはまずありえない。しかし, それぞれ各支点で弾性沈下係数が異なるものと考え, その組合せはきわめて多くなる。ここでは一応各クイの弾性沈下係数は等しいものとして計算図表を作成し, 各クイの弾性沈下係数が異なる場合には換算弾性沈下係数という概念を導入し, 補正した弾性沈下係数を用いて計算図表を使用することにした。

スパンの数については実際の場合, 法線直角方向には 2 あるいは 3 スパンの場合がほとんどであるので 2 ないし 3 スパンとした。以上をとりまとめると, 本報告の計算図表で計算できるケースは次の通りである。

- スパン数 ; 2 あるいは 3 スパン
- スパン長 ; 各スパンとも等しく  $l=3.0\text{m}, 3.5\text{m}, 4.0\text{m}, 4.5\text{m}, 5.0\text{m}, 5.5\text{m}, 6.0\text{m}$
- スパンの断面二次モーメント ; 各スパンとも等しく  $I=0.03\sim 0.10\text{m}^4$
- スパンのヤング率 ;  $E=2.1 \times 10^4 \text{t/m}^2$
- クイの弾性沈下係数 ;  $\omega=1.0 \times 10^4 \sim 5.0 \times 10^4 \text{t/m}$

計算図表は, 2 あるいは 3 スパンの場合に対して  $\omega$  および  $I$  が与えられればある支点に単位のクイ頭モーメントの作用する場合の各支点の材端モーメントが求められるようになっている。

### 3. 計算図表使用にあたっての注意

計算図表では弾性沈下係数  $\omega$  は 1.0, 2.0, 3.0, 4.0,  $5.0 \times 10^4 (\text{t/m})$  というように断続的な値で与えられているが,  $\omega$  がこの中間の値のときは直線補間をしても差し支えない。図-3.1 (a)~(e) に示すように決してすべての場合直線とはならない。しかし大きな材端モーメントが分配されるような場合, たとえば, 3 スパンのときで  $M_2=1.0$  で  $M_2^l$  を求める場合であると, 直線補間し

た値は真値より2~3%小さめになるだけである。

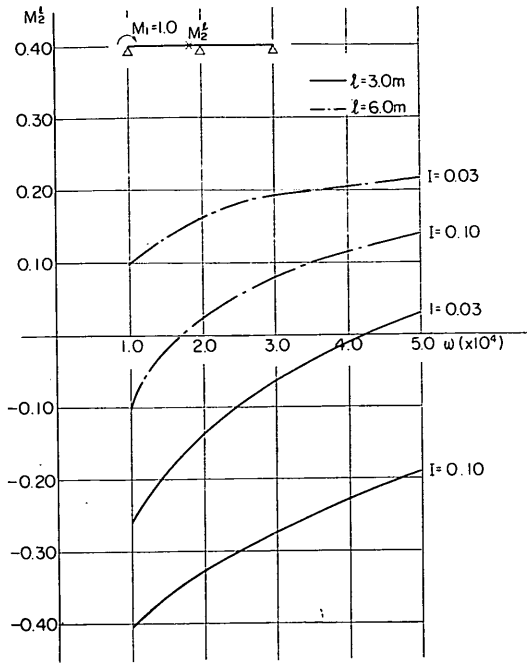


図-3・1 (a) 2スパン( $M_1=1.0$ )

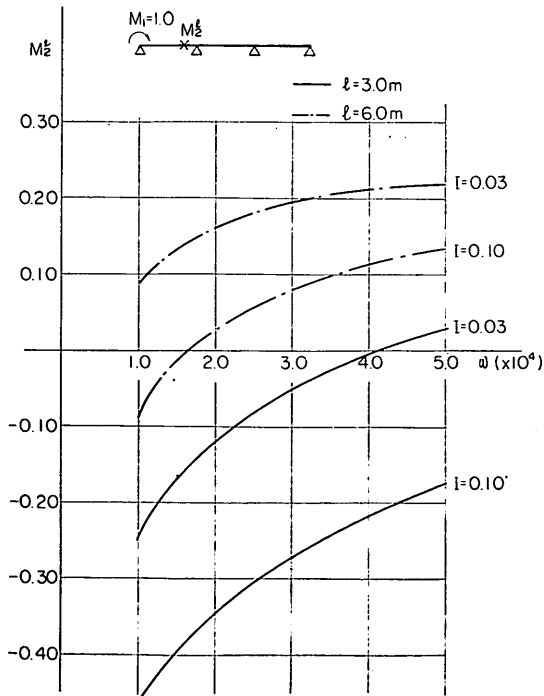


図-3・1 (b) 3スパン( $M_1=1.0$ )

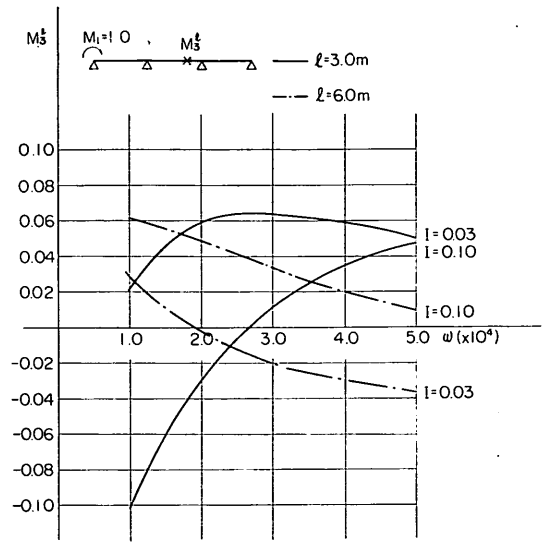


図-3・1 (c) 3スパン( $M_1=1.0$ )

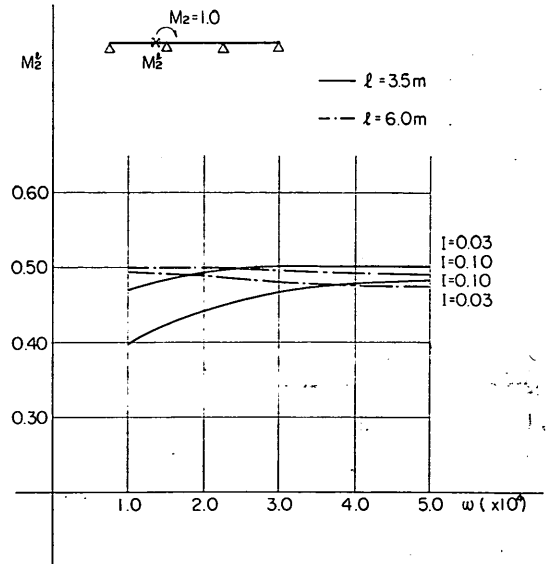


図-3・1 (d) 3スパン( $M_2=1.0$ )

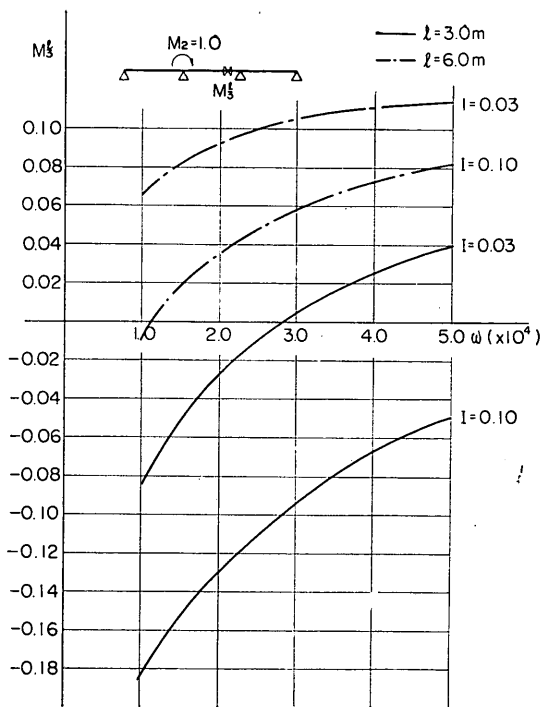


図-3.1 (e) 3スパン( $M_2=1.0$ )

また $\omega$ が各支点によって異なる場合は次のように補正して差し支えない。すなわち材端モーメントを求めようとする支点 $i$ (計算図表ではすべて支点の左側の材端モーメントを求めるようになっていいる。)の左側のスパンをとり出し、このスパンの両支点 $i-1, i$ における弾性沈下係数を $\omega_{i-1}, \omega_i$ とする。この場合弾性沈下係数 $\omega$ として $\bar{\omega} = \frac{\omega_{i-1} + 2\omega_i}{3}$ に換算したものをとり、この $\omega$ を用いて計算図表を使用すればよい。たとえば、図-3.2に示す場合について説明しよう。

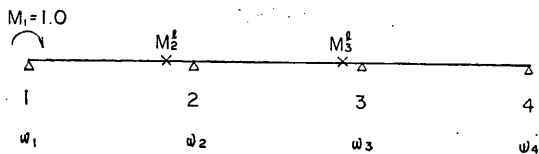


図-3.2

$M_2^l$ を求めるときには支点2の左側のスパンをとり出しこのスパンの両支点1, 2における弾性沈下係数を用いて換算する。すなわち $\bar{\omega} = \frac{\omega_1 + 2\omega_2}{3}$ とすればよい。同様に $M_3^l$ を求めるときは $\bar{\omega} = \frac{\omega_2 + 2\omega_3}{3}$ とすればよい。このことは各支点の $\omega$ がそれぞれ1.5倍程度の範囲でばらついているような数多くのモデルを考え、これらについて正確な計算をした結果と上述の換算弾性沈下

係数 $\bar{\omega}$ を用いて正確な計算をした結果とを比較して実用上、十分精度のよいことを確かめたものである。

実際の設計例では各支点の $\omega$ は1.2~1.3倍程度の範囲内でばらついているという例が多いので、この確かめ方で十分であると思う。自明の理であるので計算図表では省略している事柄などについて次に述べておく。

- (a) 両端の支点の材端モーメントは、その支点到働くクイ頭モーメントそのものとなる。また他の支点到クイ頭モーメントの作用するとき、両端の支点是ピンと考えているから両端の支点到は材端モーメントは生じない。たとえば、図-1.3.3に示すような場合について考えよう。



図-3.3

$M_1=1.0$ の作用するとき1支点的材端モーメントは $M_1^l = 1.0$ で、4支点的材端モーメントは $M_4^l = 0$ となる。同様に $M_2=1.0$ のとき $M_1^l = 1.0, M_4^l = 1.0$ となり、 $M_4=1.0$ のときは $M_1^l = 0.0, M_4^l = 1.0$ となる。

- (b) 2スパンの場合、真中の支点(支点2)に単位のクイ頭モーメントが働くとき、その支点的材端モーメントは0.5となる。すなわち $M_2^l = M_2^r = 0.5$ である。しかし各支点的弾性沈下係数が異なる場合には、等分に配分されないことは当然である。各支点的弾性沈下係数が1.5倍程度でばらついている数多くのモデルについて計算するとその誤差は5%程度にすぎない。したがって実用上等分に配分して差し支えない。

- (c) 各支点的材端モーメントから任意の点の曲げモーメントを求めるには符号に留意して材端モーメントを直線で結んで求める。これは理論式より当然である。図-1.3.4のようにクイ頭モーメントが $M_1 = 33.8, M_2 = 29.2, M_3 = 33.5, M_4 = 31.9$ が与えられ、計算の結果 $M_1^l = 8.1, M_2^l = 21.1, M_3^l = 23.3, M_4^l = 10.2$ が得られたとしよう。任意の点の曲げモーメントを求めるには図-3.4のように直線で結んで求めてよい。但し、符号に注意する必要がある。モーメントダイアグラムでは部材の下側に引張りを生ずるモーメントを正、圧縮を生ずるのを負とするのに対し、とう角法では右廻りのモーメントを正とする。

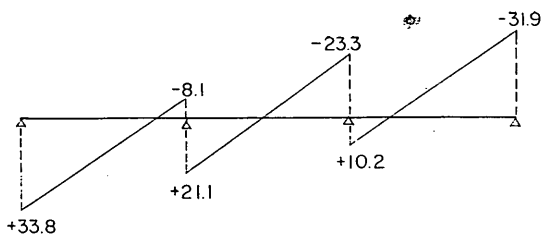


図-3.4

d) 2スパンの場合、計算図表では  $M_1=1.0$  と  $M_2=1.0$  のときに材端モーメントが求められるようになっている。 $M_3=1.0$  による材端モーメントを求めるには、連続ばりの中心（この場合だと支点2）に関しておりかえして考えればよい。すなわち、 $M_3=1.0$  による  $M_2^l$  は、 $M_1=1.0$  による  $M_2^r$  に相当する。全く同様のことが3スパンについてもいえる。3スパンでは  $M_1=1.0$ ,  $M_2=1.0$ , による材端モーメントについて計算できるようになっている。 $M_3=1.0$ ,  $M_4=1.0$  による材端モーメントを求めるには次のようにすればよい。すなわち、 $M_4=1.0$  による  $M_3^l$ ,  $M_3^r$  は  $M_1=1.0$  による  $M_3^r$ ,  $M_2^r$  に相当し、 $M_3=1.0$  による  $M_2^l$ ,  $M_3^l$  は  $M_2=1.0$  による  $M_3^r$ ,  $M_2^r$  に相当する。計算図表では  $M_i^l$  が求められるが、これから  $M_i^r$  を求めるには次のようにすればよい。 $i$  支点到に単位のモーメントが作用していないときは、

$$M_i^l + M_i^r = 0 \quad \therefore M_i^r = -M_i^l$$

$i$  支点到に単位のクイ頭モーメントの作用しているときは、

$$M_i^l + M_i^r = 1 \quad \therefore M_i^r = 1 - M_i^l$$

となる。

#### 4. 計算図表

##### (1) 計算図表索引表

スパン数	スパン長( $l$ )	図番	ページ
2 ス パ ン	3.0m	図-4.1	6
	3.5	図-4.2	6
	4.0	図-4.3	7
	4.5	図-4.4	7
	5.0	図-4.5	8
	5.5	図-4.6	8
	6.0	図-4.7	9

3 ス パ ン	3.0	図-4.8 ~ 4.11	9 ~ 11
	3.5	図-4.12 ~ 4.15	11 ~ 13
	4.0	図-4.16 ~ 4.19	13 ~ 15
	4.5	図-4.20 ~ 4.23	15 ~ 17
	5.0	図-4.24 ~ 4.27	17 ~ 19
	5.5	図-4.28 ~ 4.31	19 ~ 21
	6.0	図-4.32 ~ 4.35	21 ~ 23

##### (2) 計算図表

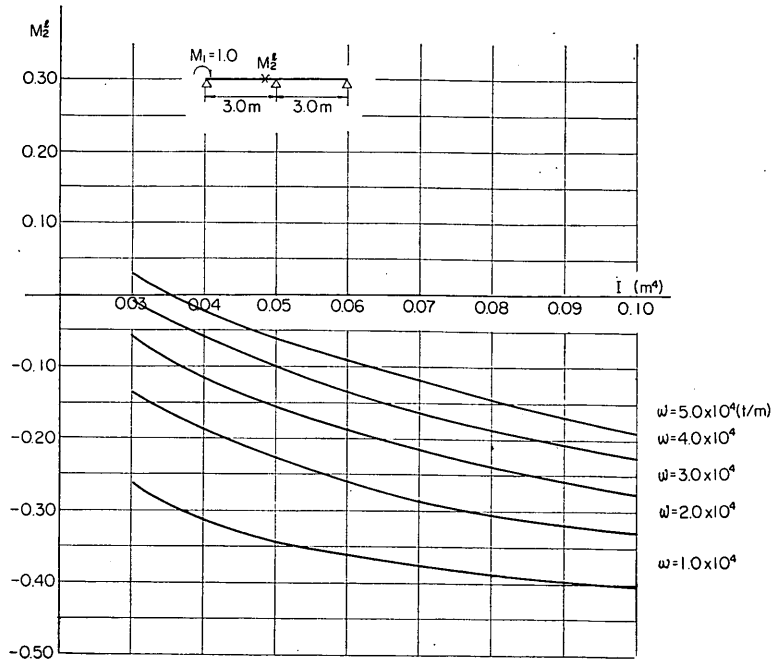


図-4.1 2スパン ( $M_1 = 1.0$ ,  $l = 3.0\text{m}$ )

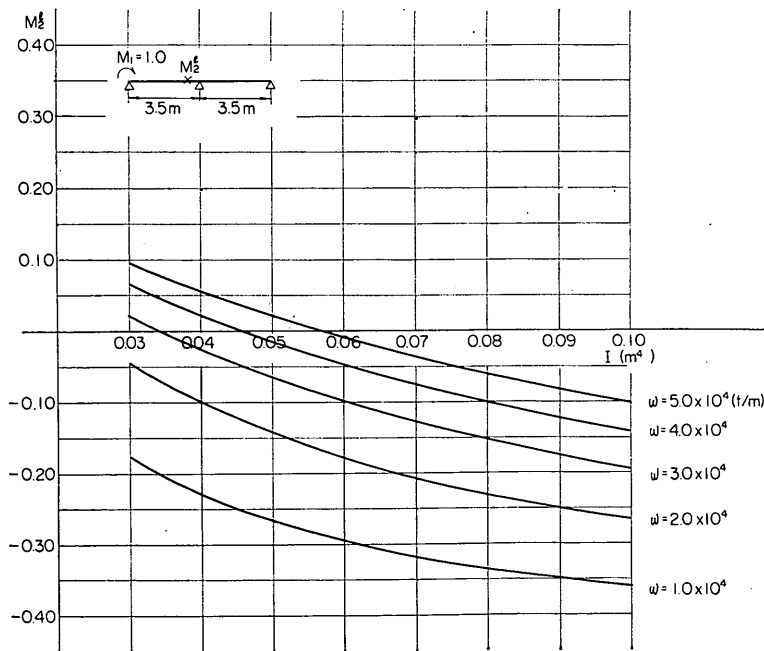


図-4.2 2スパン ( $M_1 = 1.0$ ,  $l = 3.5\text{m}$ )



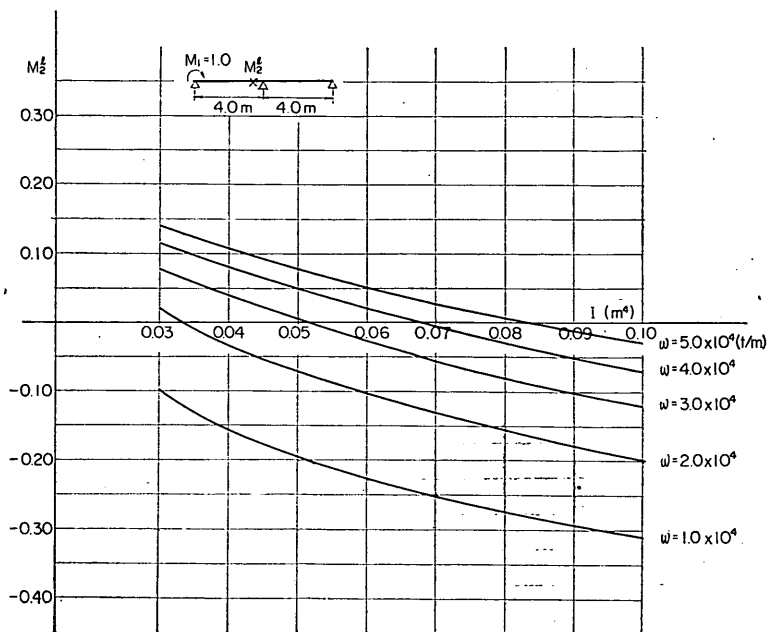


図-4.3 2スパン ( $M_1 = 1.0$ ,  $l = 4.0\text{m}$ )

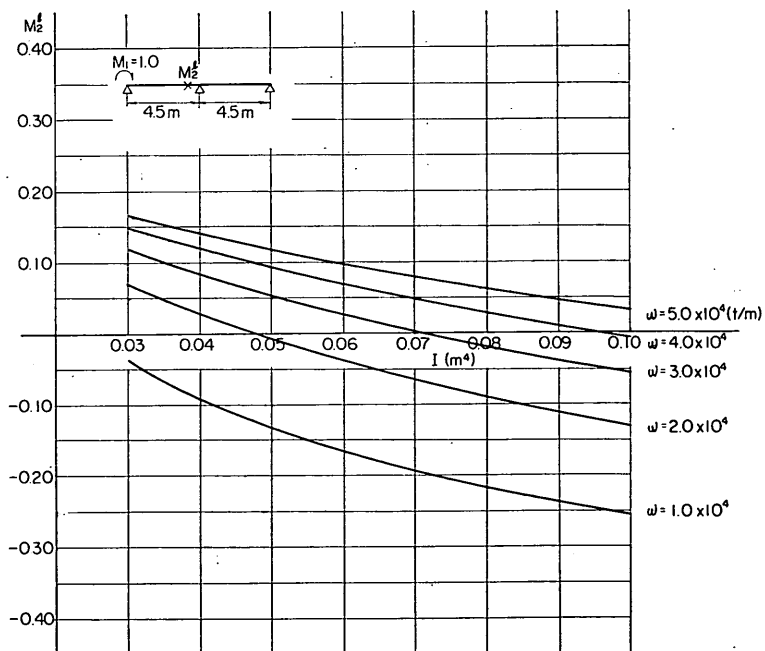


図-4.4 2スパン ( $M_1 = 1.0$ ,  $l = 4.5\text{m}$ )

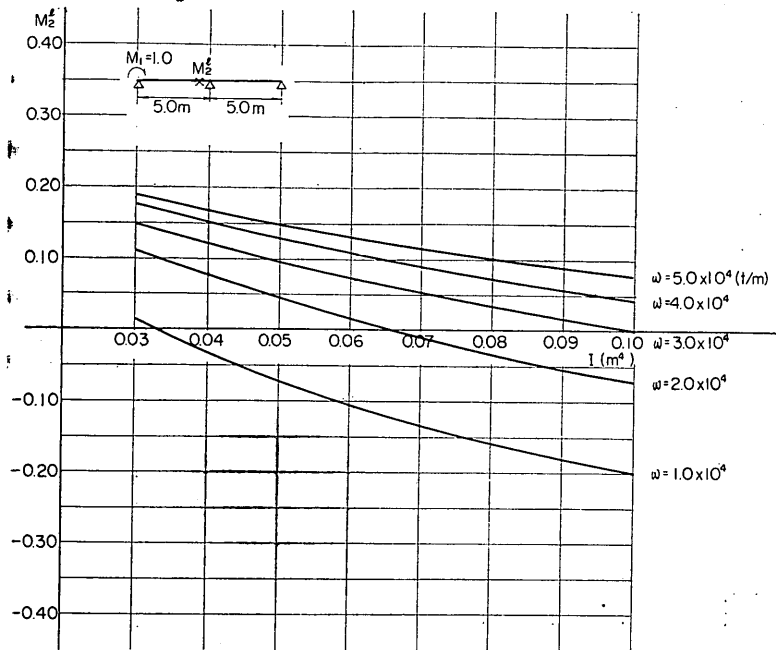


図-4.5 2スパン ( $M_1=1.0$ ,  $l=5.0\text{m}$ )

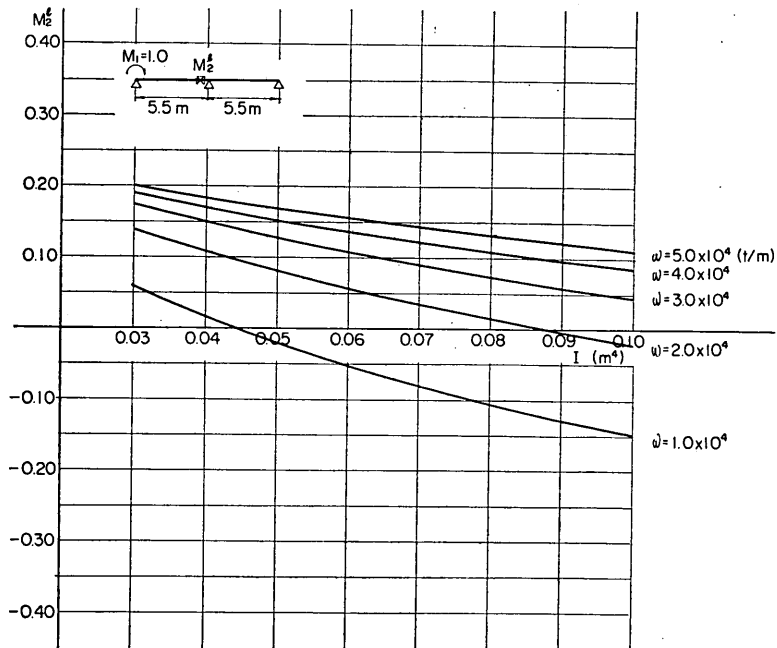


図-4.6 2スパン ( $M_1=1.0$ ,  $l=5.5\text{m}$ )

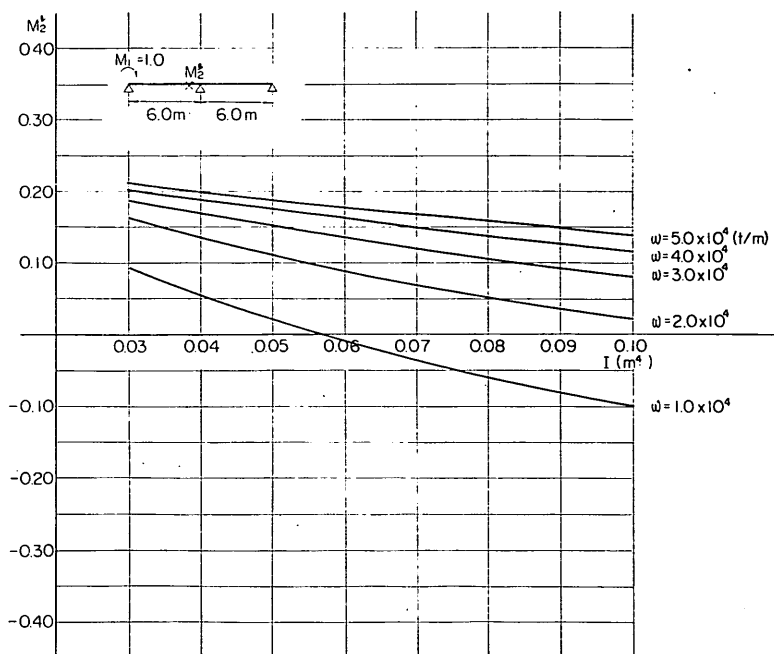


図-4.7 2スパン ( $M_1 = 1.0$ ,  $l = 6.0\text{m}$ )

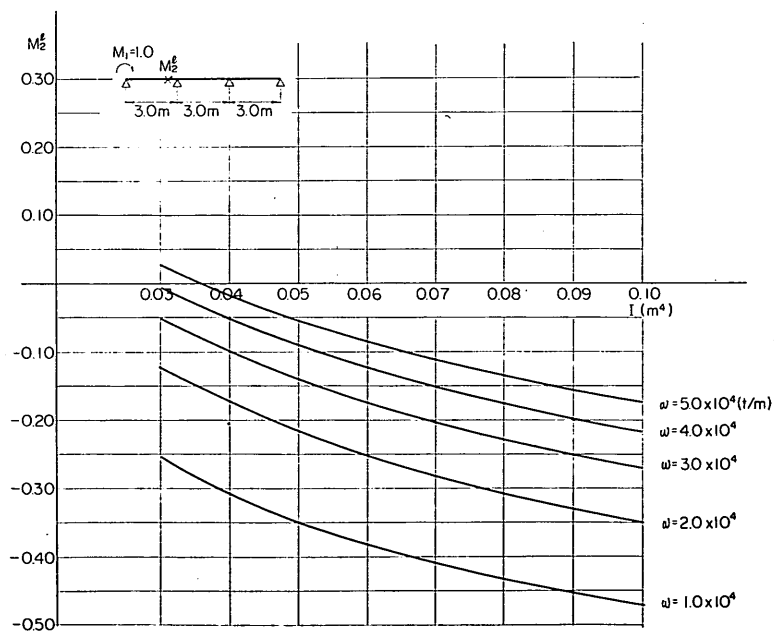


図-4.8 3スパン ( $M_1 = 1.0$ ,  $l = 3.0\text{m}$ )

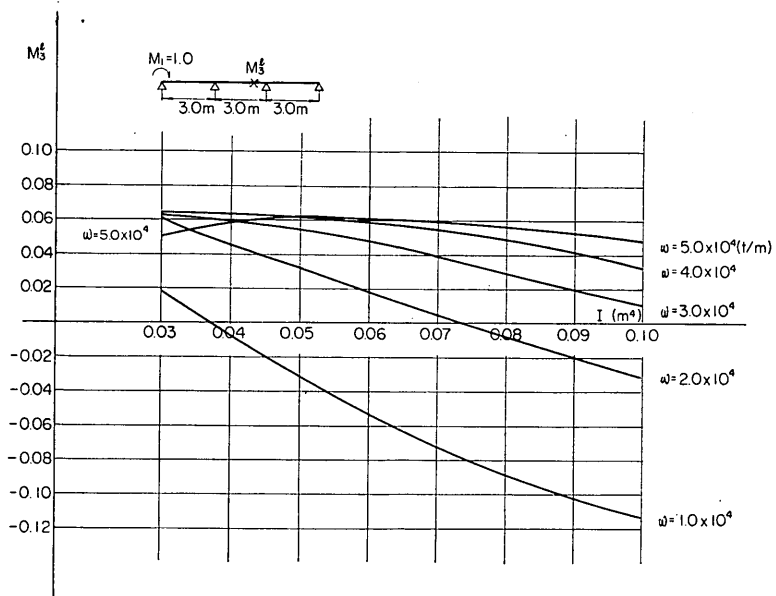


図-4.9 3スパン ( $M_1 = 1.0$ ,  $l = 3.0\text{m}$ )

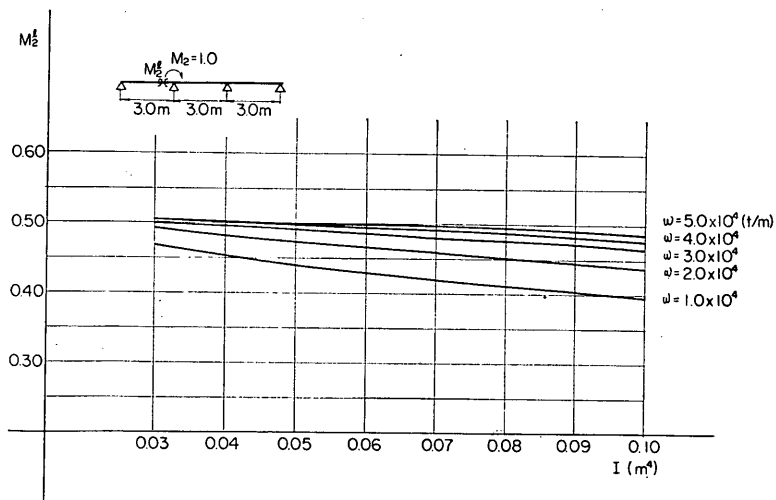


図-4.10 3スパン ( $M_2 = 1.0$ ,  $l = 3.0\text{m}$ )

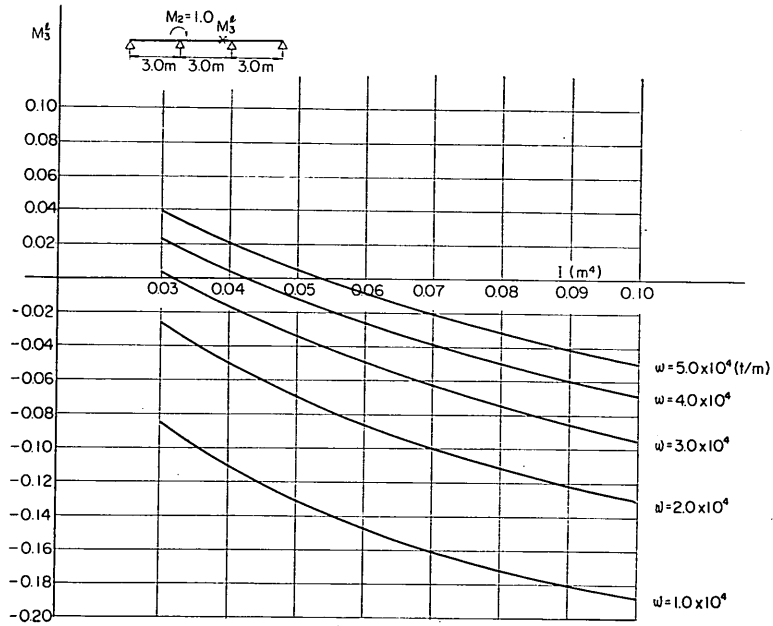


図-4.11 3スパン ( $M_2=1.0$ ,  $l=3.0\text{m}$ )

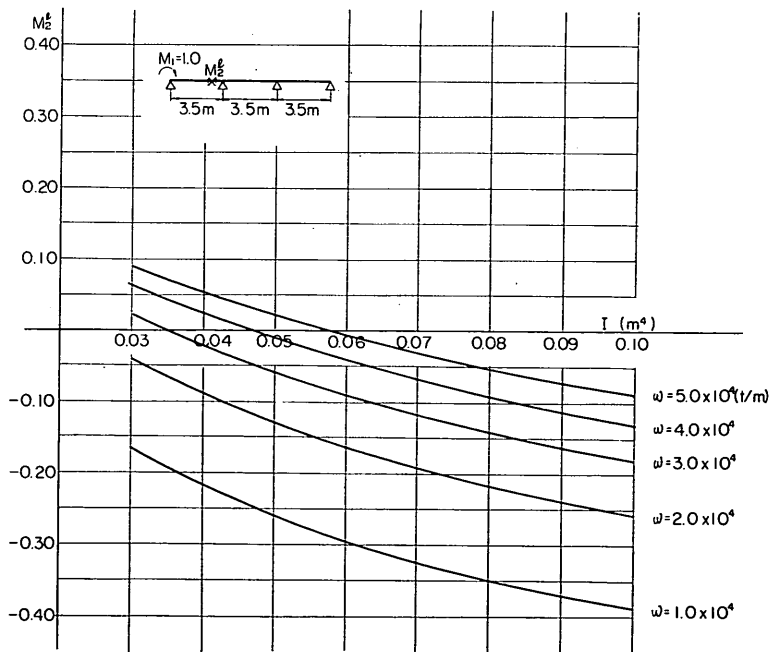


図-4.12 3スパン ( $M_1=1.0$ ,  $l=3.5\text{m}$ )

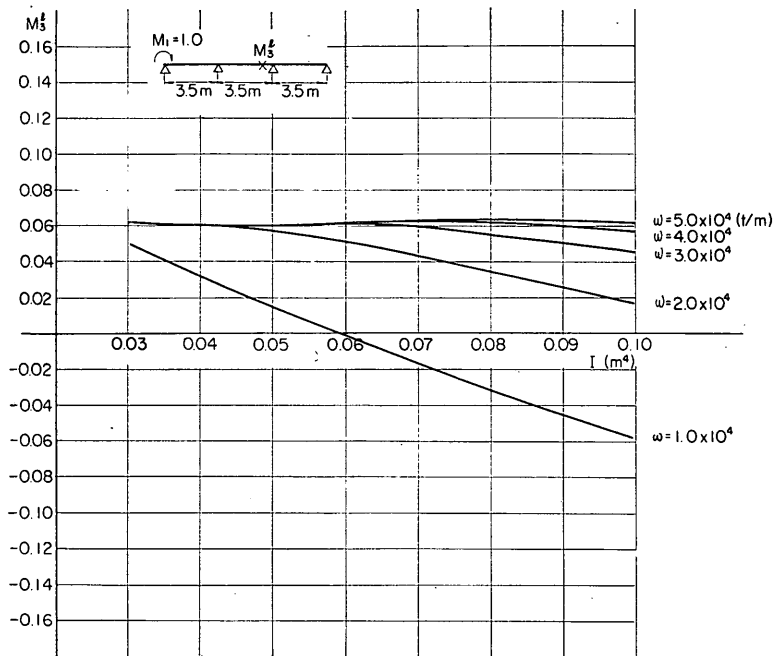


図-4.13 3スパン ( $M_1 = 1.0$ ,  $l = 3.5\text{m}$ )

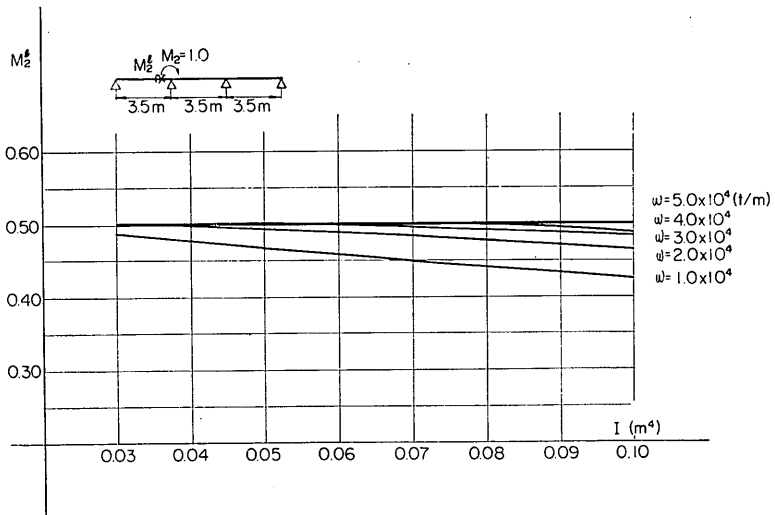


図-4.14 3スパン ( $M_2 = 1.0$ ,  $l = 3.5\text{m}$ )

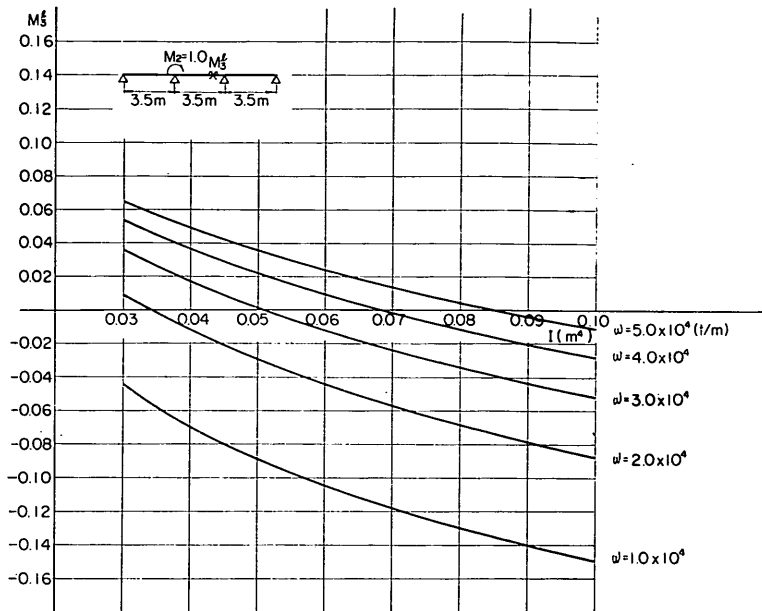


図-4.15 3 スパン ( $M_2 = 1.0$ ,  $l = 3.5m$ )

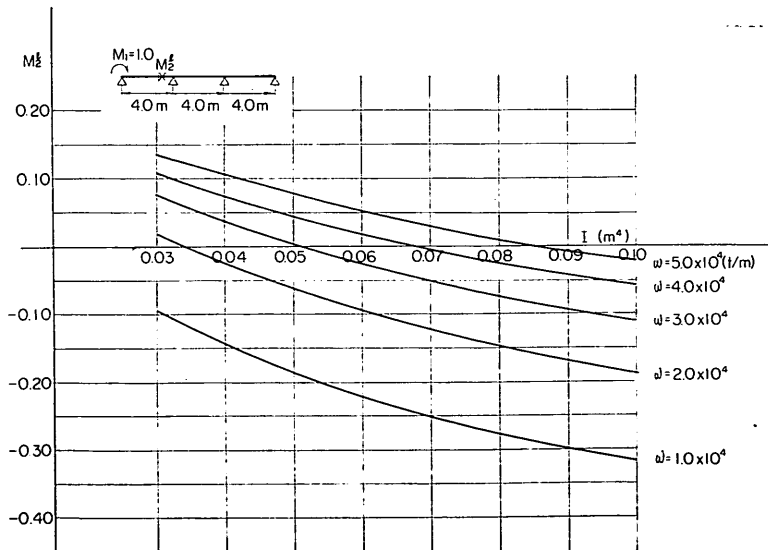


図-4.16 3 スパン ( $M_1 = 1.0$ ,  $l = 4.0m$ )

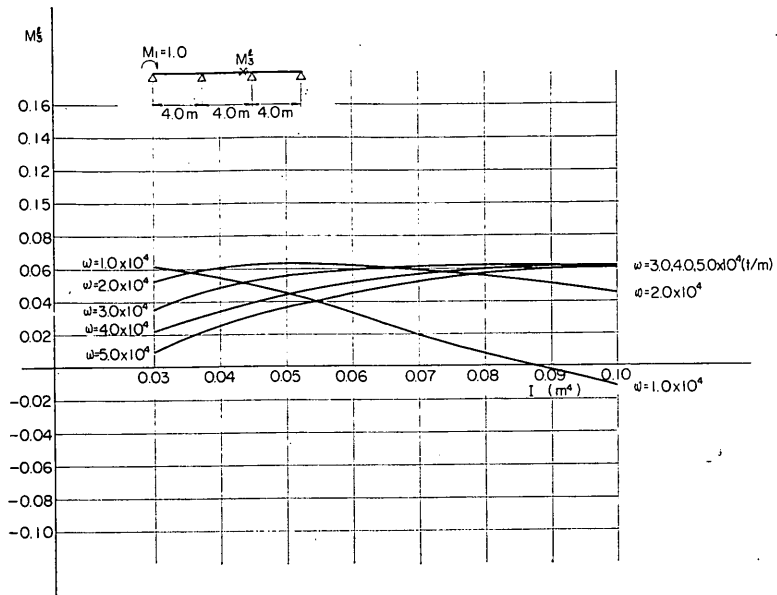


図-4.17 3スパン ( $M_1 = 1.0$ ,  $l = 4.0m$ )

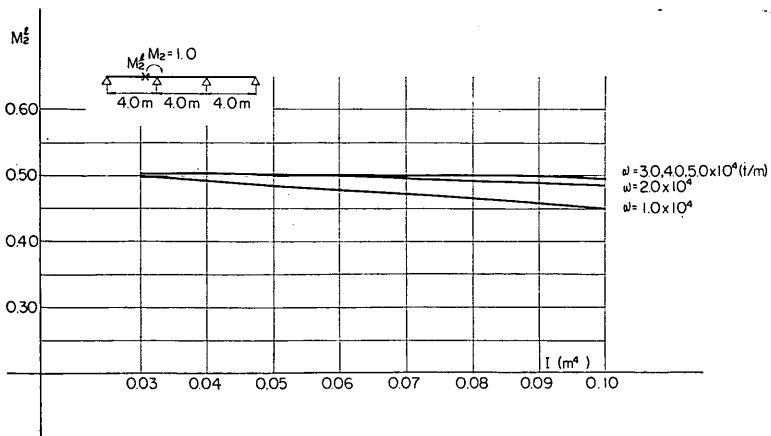


図-4.18 3スパン ( $M_2 = 1.0$ ,  $l = 4.0m$ )



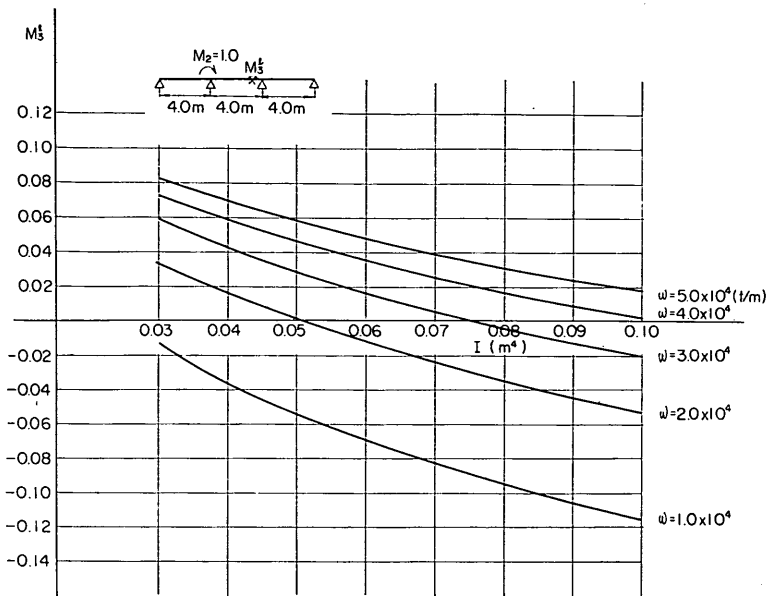


図-4.19 3スパン ( $M_2=1.0$ ,  $l=4.0\text{m}$ )

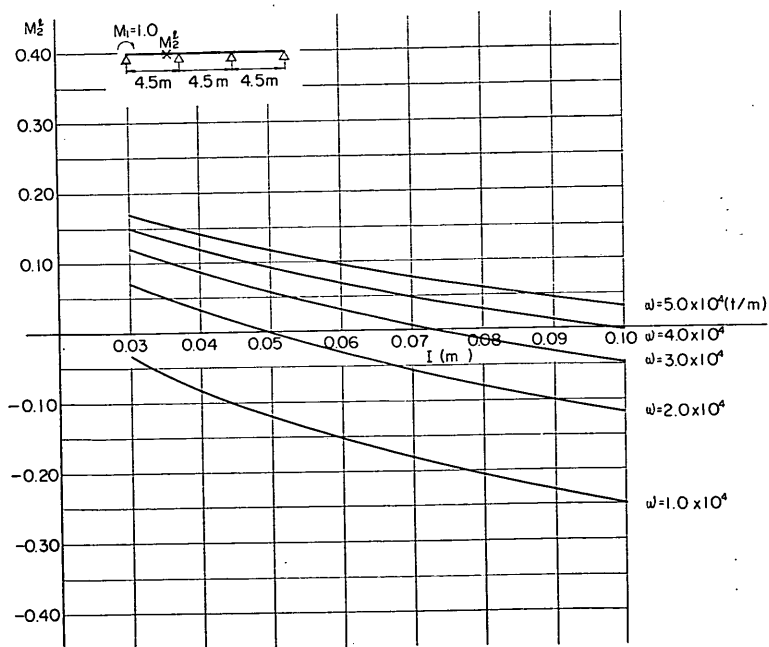


図-4.20 3スパン ( $M_1=1.0$ ,  $l=4.5\text{m}$ )

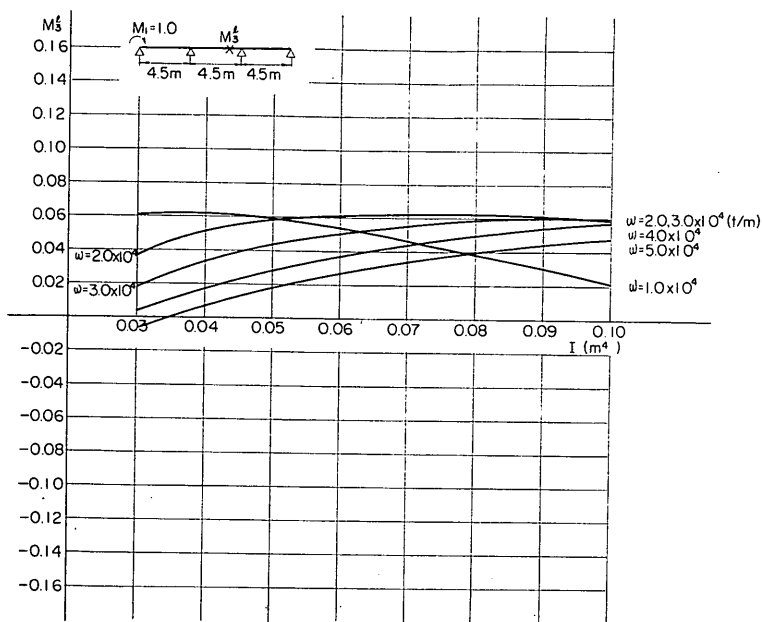


図-4.21 3スパン ( $M_1 = 1.0, l = 4.5\text{m}$ )

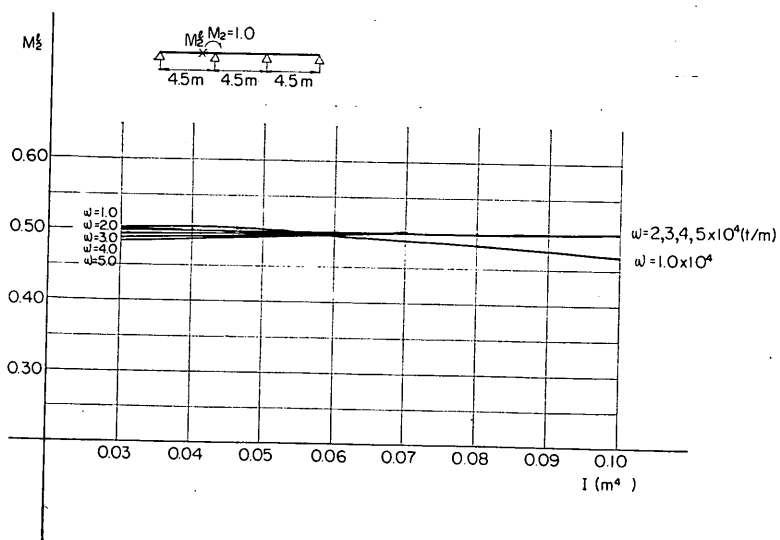


図-4.22 3スパン ( $M_2 = 1.0, l = 4.5\text{m}$ )

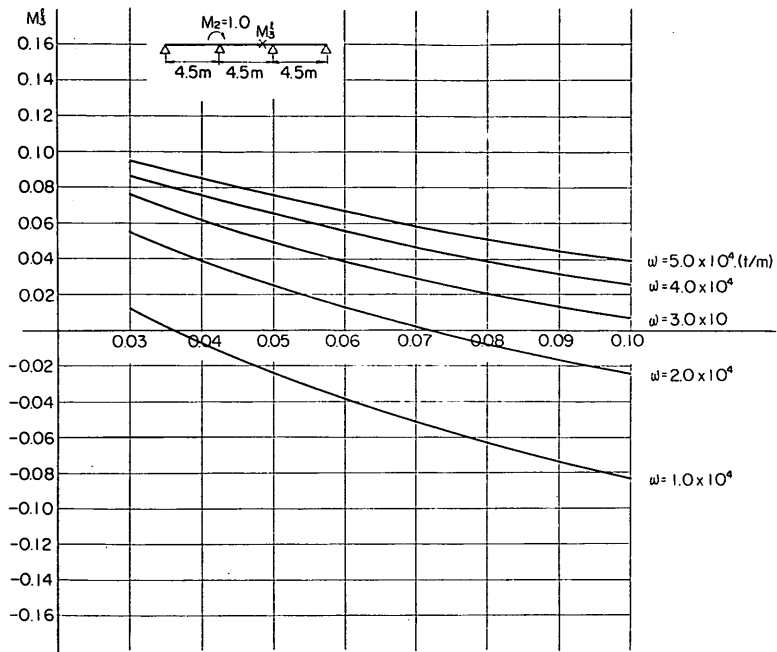


図-4.23 3スパン ( $M_2 = 1.0$ ,  $l = 4.5m$ )

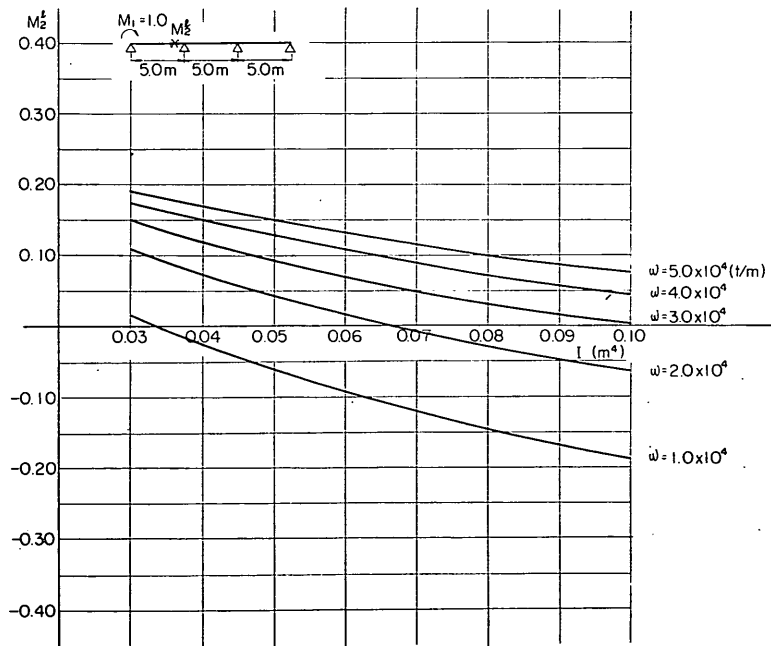


図-4.24 3スパン ( $M_2 = 1.0$ ,  $l = 5.0m$ )

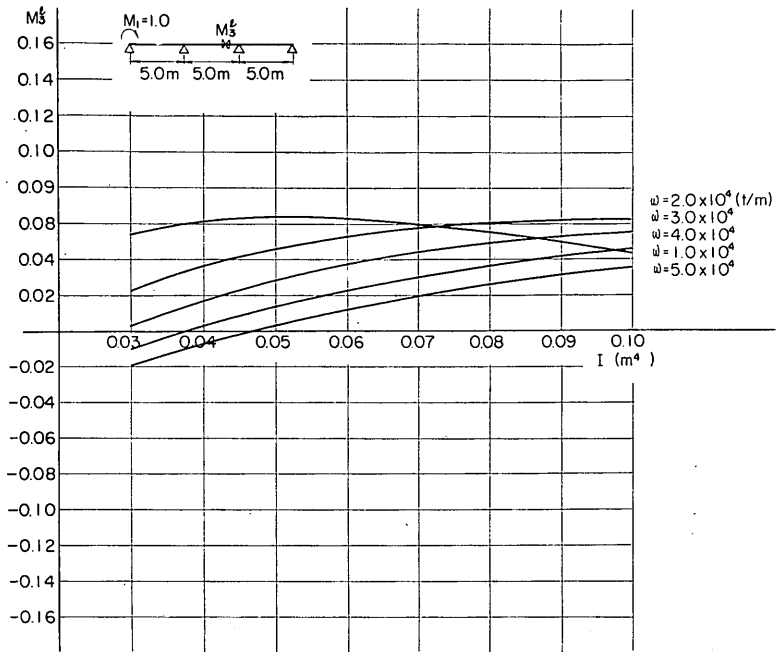


図-4.25 3スパン ( $M_1 = 1.0$ ,  $l = 5.0\text{m}$ )

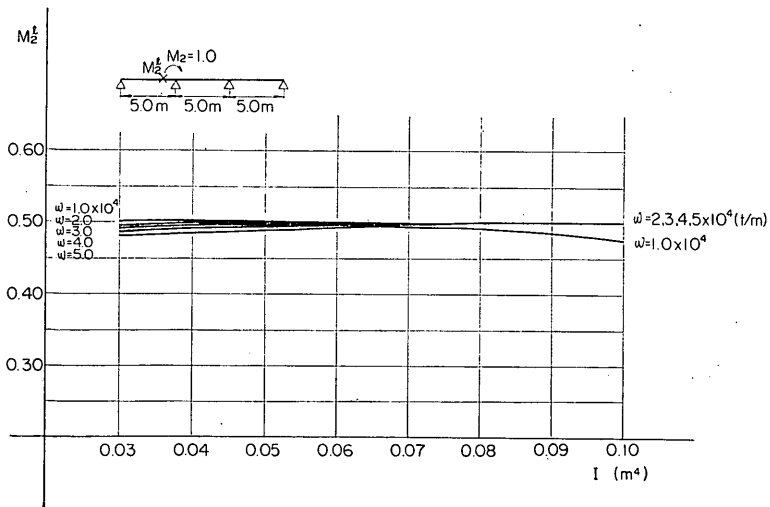


図-4.26 3スパン ( $M_2 = 1.0$ ,  $l = 5.0\text{m}$ )

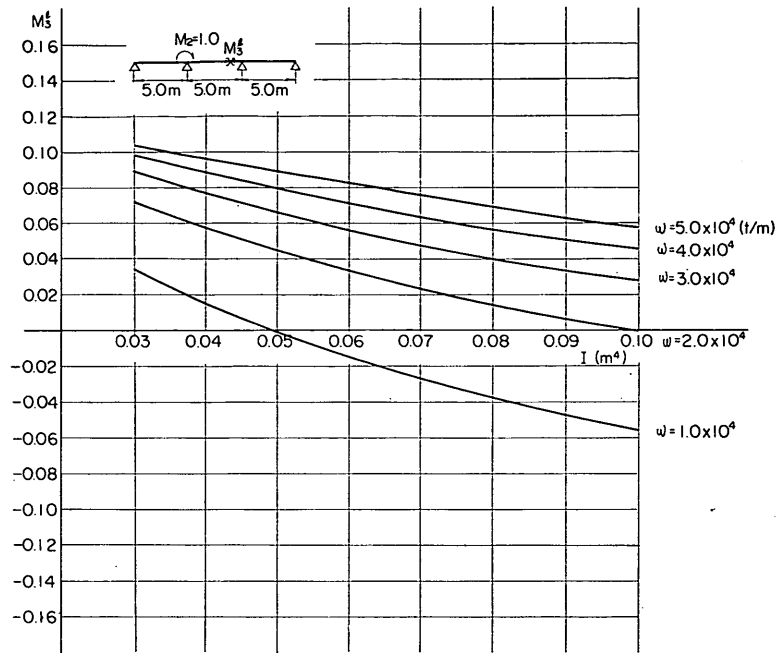


図-4.27 3スパン ( $M_2 = 1.0$ ,  $l = 5.0\text{m}$ )

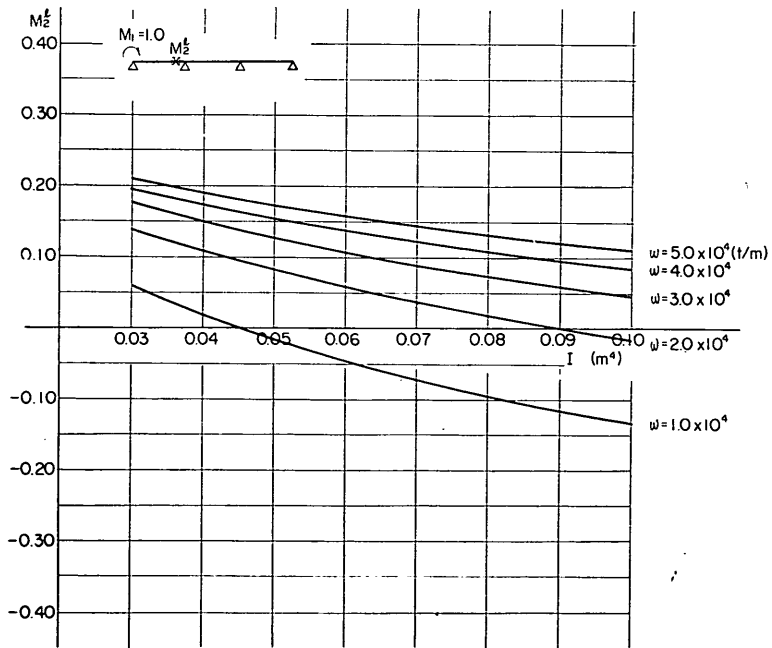


図-4.28 3スパン ( $M_1 = 1.0$ ,  $l = 5.5\text{m}$ )

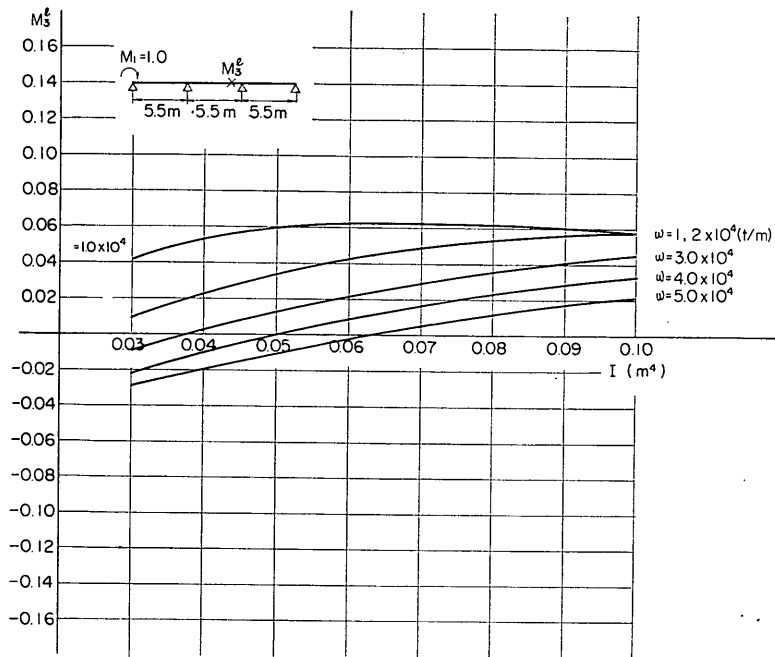


図-4.29 3 スパン ( $M_1 = 1.0$ ,  $l = 5.5$  m)

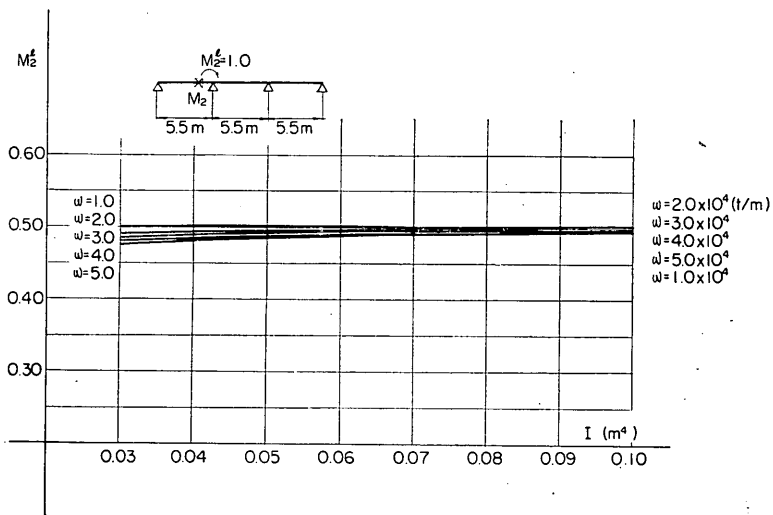


図-4.30 3 スパン ( $M_2 = 1.0$ ,  $l = 5.5$  m)

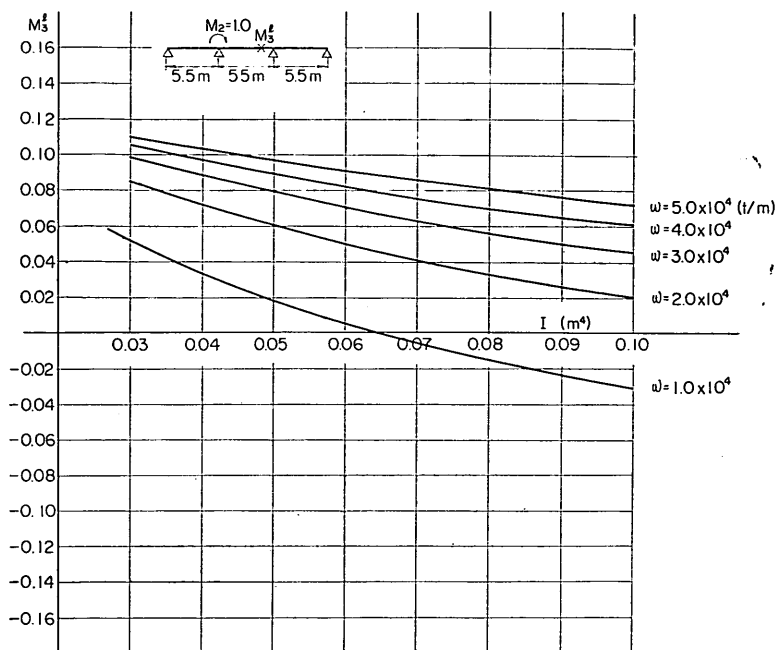


図-4.31 3スパン ( $M_2 = 1.0$ ,  $l = 5.5\text{m}$ )

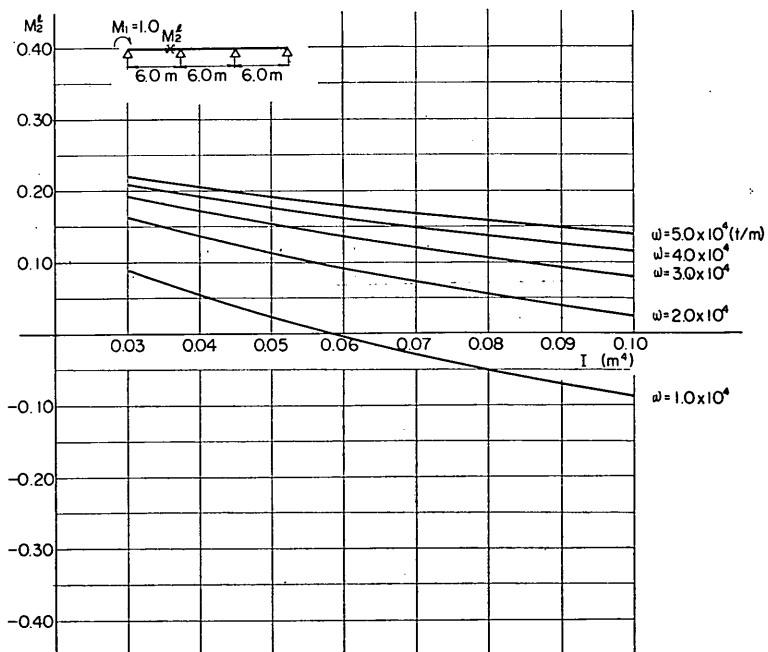


図-4.32 3スパン ( $M_1 = 1.0$ ,  $l = 6.0\text{m}$ )

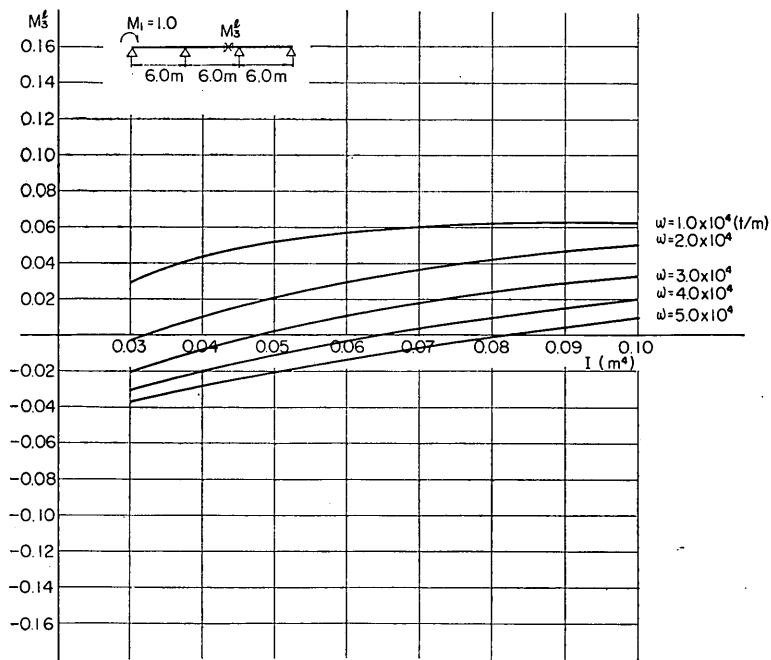


図-4.33 3スパン ( $M_1 = 1.0$ ,  $l = 6.0\text{m}$ )

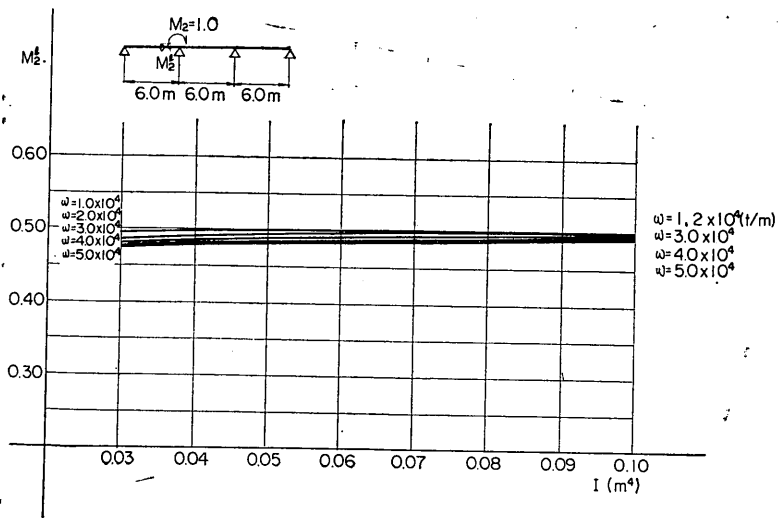


図-4.34 3スパン ( $M_2 = 1.0$ ,  $l = 6.0\text{m}$ )



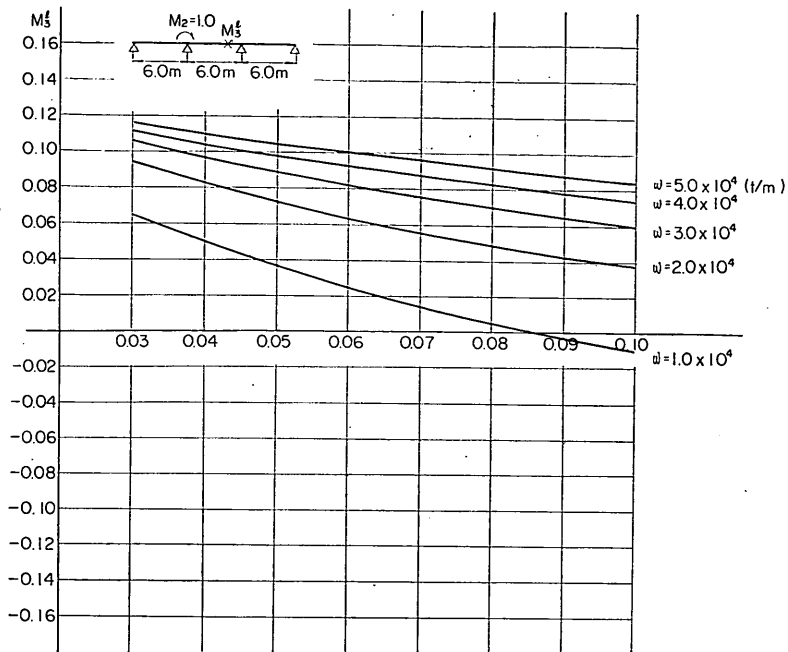


図-4-35 3スパン ( $M_2=1.0, l=6.0\text{m}$ )

## 5. 使用例

### (1) 2スパンの場合

図-1-5-1の場合を考えよう。

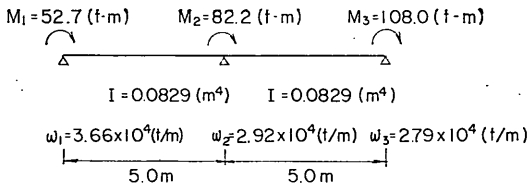


図-5-1

すなわち各支点におけるクイ頭モーメントは、 $M_1=52.7\text{t}\cdot\text{m}$ 、 $M_2=82.2\text{t}\cdot\text{m}$ 、 $M_3=108.0\text{t}\cdot\text{m}$ 、弾性沈下係数は、 $\omega_1=3.66\times 10^4\text{t/m}$ 、 $\omega_2=2.92\times 10^4\text{t/m}$ 、 $\omega_3=2.79\times 10^4\text{t/m}$ 、各スパンの断面二次モーメントは等断面で、 $I=0.829\text{m}^4$ 、スパン長は各スパンとも等しく  $l=5.0\text{m}$  が与えられている。各支点の弾性沈下係数は等しくないから換算弾性沈下係数を求めてみよう。 $M_2^l$  を求めるときは

$$\bar{\omega} = \frac{3.66+2.92\times 2}{3} \times 10^4 \approx 3.2\times 10^4\text{t/m}$$

$M_1=1.0$  による  $M_2^l$  は 2スパンで  $l=5.0\text{m}$  であるので図-4-5を用いて求めることができる。図-4-5より

$$\omega=3.0\times 10^4\text{の場合} \quad M_2^l=0.025$$

$$\omega=4.0\times 10^4\text{の場合} \quad M_2^l=0.070$$

次に  $\omega=3.2\times 10^4$  に対して直線補間して

$$M_2^l = \frac{0.070-0.025}{10} \times 2 + 0.025 = 0.034$$

従って表-1-5-1のようにして  $M_2^l$  を求めることができる。

表-5-1

$M_1=1.0$	$M_2=1.0$	$M_3=1.0$	計
$0.034 \times 52.7$ $\approx 1.8$	$0.50 \times 82.2$ $= 41.1$	$-0.034$ $\times 108.0$ $= -3.7$	39.2

結局、 $M_2^l=39.2\text{t}\cdot\text{m}$ 、 $M_2^r=82.2-39.2=43.0\text{t}\cdot\text{m}$  となる。なお厳密に連立方程式を解いて計算すると  $M_2^l=38.6\text{t}\cdot\text{m}$ 、 $M_2^r=43.6\text{t}\cdot\text{m}$  である。図-5-2のようにして任意の点の曲げモーメントを求めることができる。

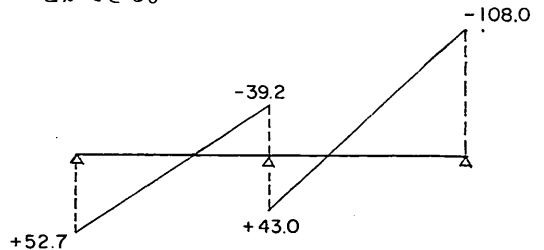


図-5-2

(2) 3スパンの場合

図-5.3のような場合を考えよう。

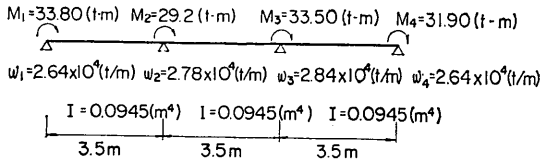


図-5.3

各支点に作用するクイ頭モーメントは  $M_1=33.80$   $t \cdot m$ ,  $M_2=29.2$   $t \cdot m$ ,  $M_3=33.5$   $t \cdot m$ ,  $M_4=31.9$   $t \cdot m$ , 弾性沈下係数は  $\omega_1=2.64 \times 10^4$   $t/m$ ,  $\omega_2=2.78 \times 10^4$   $t/m$ ,  $\omega_3=2.84 \times 10^4$   $t/m$ ,  $\omega_4=2.64 \times 10^4$   $t/m$  で, 各スパンとも等断面, 等長で  $I=0.0945$   $m^4$ ,  $l=3.5$   $m$  である。 $M_2^l$  を求めるときの弾性沈下係数は

$$\bar{\omega} = \frac{2.64 + 2.78 \times 2}{3} \times 10^4 = 2.7 \times 10^4$$

$M_3^l$  を求めるときの弾性沈下係数は

$$\bar{\omega} = \frac{2.78 + 2.84 \times 2}{3} \times 10^4 = 2.8 \times 10^4$$

である。

3スパンで  $l=3.5$   $m$  であるから図-4.12~図-4.1を用いる。 $M_1=1.0$  による  $M_2^l$  は

$$\omega = 2.0 \times 10^4 \text{ とすると } M_2^l = -0.25$$

$$\omega = 3.0 \times 10^4 \text{ とすると } M_2^l = -0.175$$

直線補間することによって

$$M_2^l = -0.25 - \frac{-0.25 - (-0.175)}{10} \times 7 = -0.25 + 0.053 = -0.197$$

$M_1=1.0$  による  $M_3^l$  は

$$\omega = 2.0 \times 10^4 \text{ とすると } M_3^l = 0.02$$

$$\omega = 3.0 \times 10^4 \text{ とすると } M_3^l = 0.045$$

直線補間すると

$$M_3^l = 0.02 + \frac{0.045 - 0.02}{10} \times 8 = 0.04$$

$M_2=1.0$  による  $M_2^l$  は

$$\omega = 2.0 \times 10^4 \text{ とすると } M_2^l = 0.470$$

$$\omega = 3.0 \times 10^4 \text{ とすると } M_2^l = 0.485$$

直線補間すると

$$M_2^l = 0.470 + \frac{0.485 - 0.470}{10} \times 7 = 0.480$$

$M_2=1.0$  による  $M_3^l$  は

$$\omega = 2.0 \times 10^4 \text{ とすると } M_3^l = -0.084$$

$$\omega = 3.0 \times 10^4 \text{ とすると } M_3^l = -0.048$$

直線補間すると

$$M_3^l = -0.084 + \frac{(-0.048) - (-0.084)}{10} \times 8$$

$$= -0.055$$

表-5.2 のようにして各材端モーメントを求める。

表-5.2

	$M_1=1.0$	$M_2=1.0$	$M_3=1.0$	$M_4=1.0$	計
$M_2^l$	-0.197 $\times 33.8$ =-6.7	0.480 $\times 29.2$ =14.0	0.055 $\times 33.5$ =1.8	-0.04 $\times 31.9$ =-1.3	7.8
$M_3^l$	0.04 $\times 33.8$ =1.4	-0.055 $\times 29.2$ =-1.6	(1-0.48) $\times 33.5$ =17.4	0.197 $\times 31.9$ =6.3	23.5

従って  $M_2^l = 7.8$   $t \cdot m$ ,  $M_2^r = 21.4$   $t \cdot m$

$$M_3^l = 23.5$$
  $t \cdot m$ ,  $M_3^r = 10.0$   $t \cdot m$

となる。一方, 連立方程式を解いて厳密解を求めると

$$M_2^l = 8.1$$
  $t \cdot m$ ,  $M_2^r = 21.1$   $t \cdot m$

$$M_3^l = 23.3$$
  $t \cdot m$ ,  $M_3^r = 10.2$   $t \cdot m$

である。任意の点の曲げモーメントは図-5.4 のようにして求めることができる。

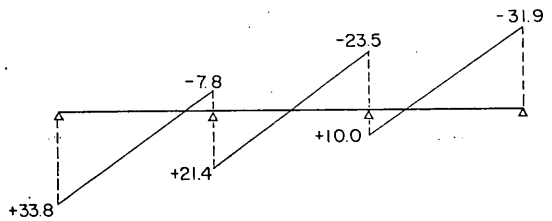


図-5.4

## 6. 電子計算機への入力 FORMAT と出力 FORMAT

電子計算機への入力 FORMAT は次の通りである。

$N(I 15)$			
$M_1(F 10.3)$	$M_2(F 10.3)$	.....	$M_n(F 10.3)$
$l_{12}(F 10.2)$	$l_{23}(F 10.2)$	.....	$l_{n-1,n}(F 10.2)$
$E_{12}(F 10.1)$	$E_{23}(F 10.1)$	.....	$E_{n-1,n}(F 10.1)$
$I_{12}(F 10.3)$	$I_{23}(F 10.3)$	.....	$I_{n-1,n}(F 10.3)$
$\omega_1(F 10.2)$	$\omega_2(F 10.2)$	.....	$\omega_n(F 10.2)$

(注)  $N$  ; 支点の数

( ) 内はFORMAT TYPE

制約条件としては  $N \leq 30$  であることだけである。  
演算時間は10秒程度である。

電子計算機からの出力 FORMATは次の通りである。

各クイ頭モーメント( $M_1, M_2, \dots, M_n$ ) ; F 10.3

各はりの断面二次モーメント

( $I_{12}, I_{23}, \dots, I_{n-1,n}$ ) ; F 10.5

各はりのヤング係数( $E_{12}, E_{23}, \dots, E_{n-1,n}$ ) ; F 10.1

各支点の弾性沈下係数( $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ ) ; F 10.2

各はりの長さ( $l_{12}, l_{23}, \dots, l_{n-1,n}$ ) ; F 10.2

各支点の節点角( $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$ ) ; Etype

各はりの部材角( $\psi_{12}, \psi_{23}, \dots, \psi_{n-1,n}$ ) ; Etype

各支点の材端モーメント  $M_2^l, M_2^r, \dots$

$M_{n-1}^l, M_{n-1}^r$  ; F 10.3

(1969. 4. 3. 受付)

港湾技研資料 No. 75

1969・6

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行所 運輸省港湾技術研究所  
横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 桂山印刷株式会社  
台東区東上野5丁目1番8号

Published by the Port and Harbour Research Institute  
Nagase, Yokosuka, Japan.