

金沢大学 正会員 石田 啓
愛知県庁 正会員 近田美則

1. はじめに 著者はすでに、伝達マトリックス法によるプラットフォーム型構造物の波浪振動解析法について述べたが、この方法では、実際の構造物を2次元のモデル構造物に置き換えるため、解析計算は容易になる反面、波の来襲する方向を任意に選ぶことができない。したがって本報では、プラットフォームを3次元のモデル構造物に置き換えた場合の計算方法を新たに提示する。

2. 計算方法 図1に示すように、プラットフォームを、梁と質点と交互に組み合わせた3次元の多質点構造物としてモデル化する。図に示した座標系のx方向の部材を主部材と呼び、主部材から分岐しているx方向およびy方向の部材を枝部材と呼ぶ。主部材と枝部材の交点を格点 i ($i=1, 2, 3, 4$)と呼ぶことにする。主部材の下部固定端の状態ベクトルを $\{z_i\}^B$ 、格点 i の下側および上側の状態ベクトル $\{z_i\}^L$ および $\{z_i\}^U$ と書くと、 $\{z_i\}^B$ と $\{z_i\}^L$ との関係は、式(1)で与えられる。ここに、部分マトリックス $[F_i]$ は、質点の上下端における状態ベクトルを関係づけるマスマトリックスと梁の上下端における状態ベクトルを関係づけるフィールドマトリックスを、各々の主部材の固定端からその格点まで、順次かけ合わせることににより求めることができる。

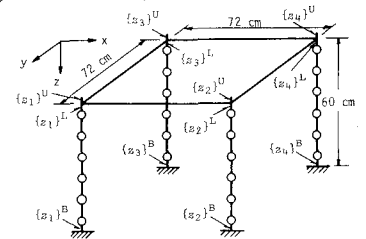


図1 プラットフォームのモデル

$$\begin{Bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \\ 1 \end{Bmatrix}^L = \begin{bmatrix} F_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & F_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & F_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & F_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \\ 1 \end{Bmatrix}^B \quad \dots\dots\dots(1)$$

次に、 $\{z_i\}^L$ と $\{z_i\}^U$ の関係は、枝部材の断面力および変位を主部材の断面力および変位に關係づけるポイントマトリックスを介して得られるが、この関係も式(1)に代入すれば、固定端の状態ベクトル $\{z_i\}^B$ と格点 i の上側のステートベクトル $\{z_i\}^U$ の関係は、式(2)で与えられる。この場合の適合条件は、固定端における変位と回転角がゼロおよび格点 i の上側における断面力がゼロとして与えられる。これらの条件を式(2)に代入し、固定端の未知量について連立方程式を解けば、固定端の状態ベクトル $\{z_i\}^B$ が全て求まり、さらに、各質点および格点 i の上側の状態ベクトルが求まる。

$$\begin{Bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \\ 1 \end{Bmatrix}^U = \begin{bmatrix} H_1 & A & B & 0 & 0 \\ C & H_2 & 0 & B & 0 \\ D & 0 & H_3 & A & 0 \\ 0 & D & C & H_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \\ 1 \end{Bmatrix}^B \quad \dots\dots\dots(2)$$

外力である波力は、微小振幅波理論を用いたモリソン公式を適用したが、慣性係数は $C_M=2.0$ 、抗力係数は $C_D=1.0$ と固定した。

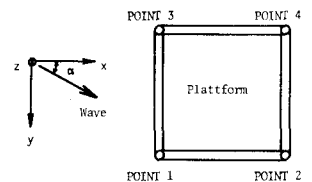


図2 格点と波の入射角 α

3. 計算結果および考察 計算条件として、各部材の直径は3 cm、ヤング係数は 500 kg/cm^2 、比重は1.12、水深は40 cmとした。図2には、波の入射角のとり方を示す。図3は、周期 $T=0.69 \text{ sec}$ 、波高 $H=8.22 \text{ cm}$ 、 $\alpha=45^\circ$ の場合の計算例であり、図4は、同じ波が $\alpha=30^\circ$ で入射する場合、図5は、 $T=1.20 \text{ sec}$ 、 $H=8.22 \text{ cm}$ 、 $\alpha=30^\circ$ の場合である。各国とも、(a)には4つの格点の振動軌跡を、(b)には、格点1および格点2のx方向とy方向の振動変位の時間変化を示す。位相は、主部材1に波の谷が来た時を $\omega/T=-0.25$ とし、この位相を図(a)の始点とした。図3は、 $\alpha=45^\circ$ であるため、格点2および3は波の進行方向へのみ振動する。また両格点の間隔が102 cmであるのに対し、波長が74 cmであるため、主部材2と主部材3には、同時に逆方向の波力が加わり、そのため枝部材に伸縮が生じる。その結果、格点1と4は波の進行方向と直角方向にも動くことになる。図4は、 $\alpha=30^\circ$ としたため、プラットフォームにはねじれが生じ、格点は8字型に振動する。図5は、周期が1.20 secと長いので、他の2例に比べ、慣性力が小さく、したがって変位も小さいが、抗力の影響が効き

始めるため、変位の時間波形には高周波の振動が加わり、4つの格点の軌跡は複雑になる。

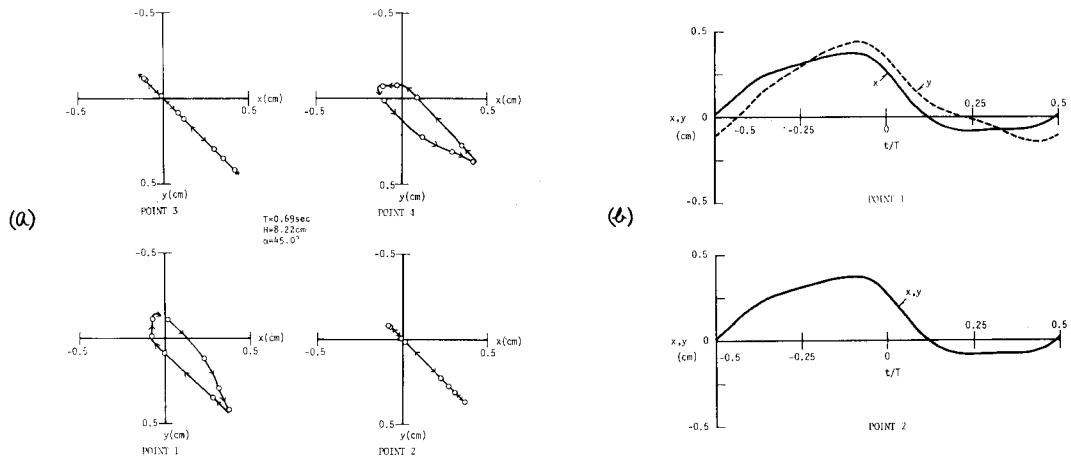


図3 プラットフォーム格点の振動 ($T=0.69\text{sec}$, $H=8.22\text{cm}$, $\alpha=45^\circ$)

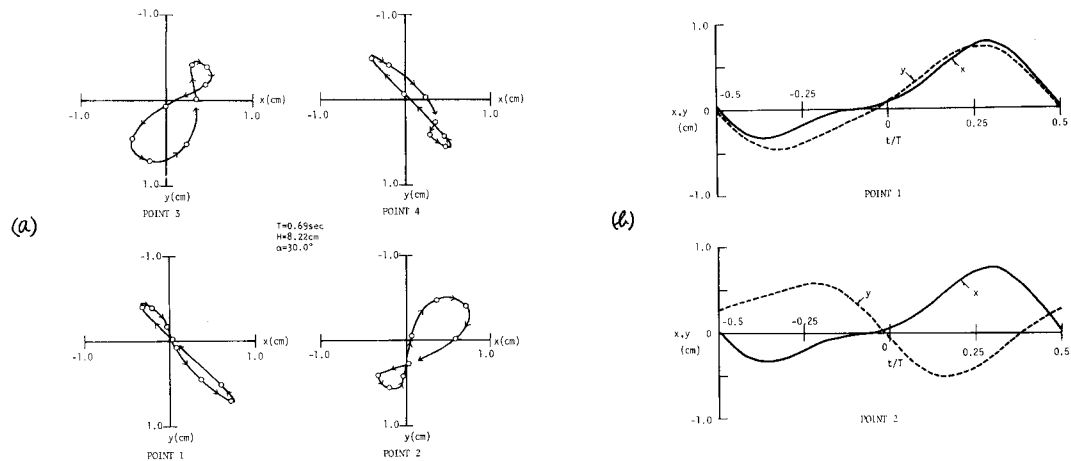


図4 プラットフォーム格点の振動 ($T=0.69\text{sec}$, $H=8.22\text{cm}$, $\alpha=30^\circ$)

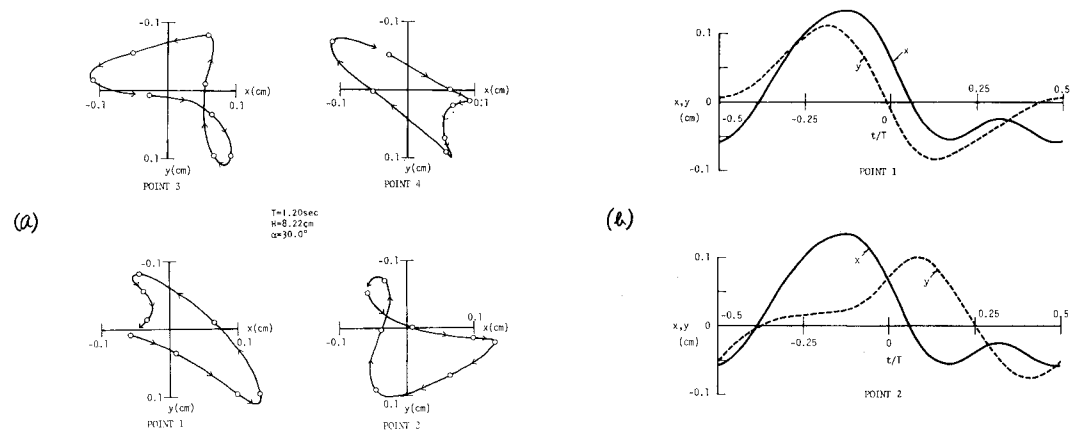


図5 プラットフォーム格点の振動 ($T=1.20\text{sec}$, $H=8.22\text{cm}$, $\alpha=30^\circ$)