

中央コンサルタンツ(株)	正員	菅 勝 司
中央コンサルタンツ(株)	正員	下 川 俊 克
中央コンサルタンツ(株)	正員	松 井 義 孝
北海道大学 工学部	正員	林 川 俊 郎

1. はじめに

道路橋における耐震設計は、平成2年2月の道路橋示方書・同解説（V耐震設計編）の改訂にともない静的フレーム法により、設計振動単位ごとに固有周期を求めこれに応じた設計水平震度を用いての震度法による設計が主流となった。静的フレーム法において固有周期を求める場合、斜角が大きい斜橋（一般に60度以上）の場合には、計算の簡便さを考えて、直橋とみなし橋軸方向および橋軸直角方向それぞれの固有周期を算出して良いこととなっている。

本研究は、一般的な3径間連続鋼板桁橋を例としCase-1として、道路橋示方書・同解説（V耐震設計編）に示される平面骨組モデルに置き換えた静的フレーム法により、固有周期を算出する。

Case-2として、立体骨組モデルに置き換えた静的フレーム法により、斜角の変化による固有周期を算出する。

Case-3として、立体骨組モデルでは、更に、動的解析による整合質量法を用い、斜角の変化による固有周期を算出する。

これらの手法により、算出された固有周期を比較す

ることで、実際設計で用いる平面骨組モデルによる静的フレーム法の本例における適用性を考察することとする。

2. 解析モデルと解析方法

(1) 平面骨組モデルによる静的フレーム法

本例は、多質点固定モデルではあるが、上部工、下部工構造とも対象系であるため、橋脚1基とそれが支持している上部構造部分からなると見なし、道路橋示方書・同解説（V耐震設計編）に示される下記式により、固有周期を算出するものとする。

$$T = 2.01 \sqrt{\delta}$$

ここに、

T : 設計振動単位の固有周期 (sec)

δ : 耐震設計上の地盤面より上にある下部構造の自重の80%と、それが支持している上部構造部分の全重量に相当する力を、慣性力の作用方向に作用させた場合の上部構造の慣性力の作用位置における変位 (m)

(2) 立体骨組モデルによる解析

図-2に示すような立体骨組モデルとし、多質点

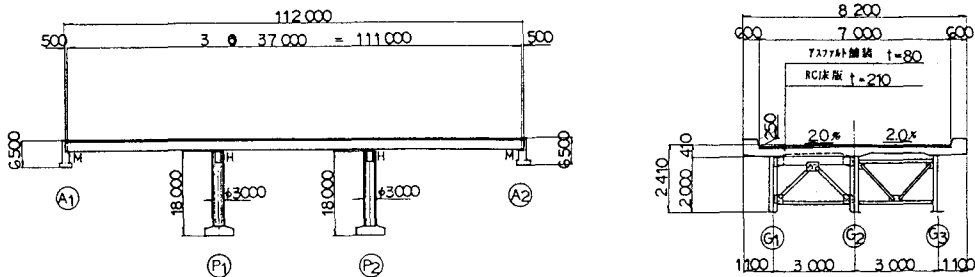


図-1 一般図

A Characteristic of Natural Periods of Skew Girder Bridges and Design Seismic Force

by Katsuji SUGA, Toshikatsu SHIMOKAWA, Yoshitaka MATSUI and Toshiro HAYASIKAWA

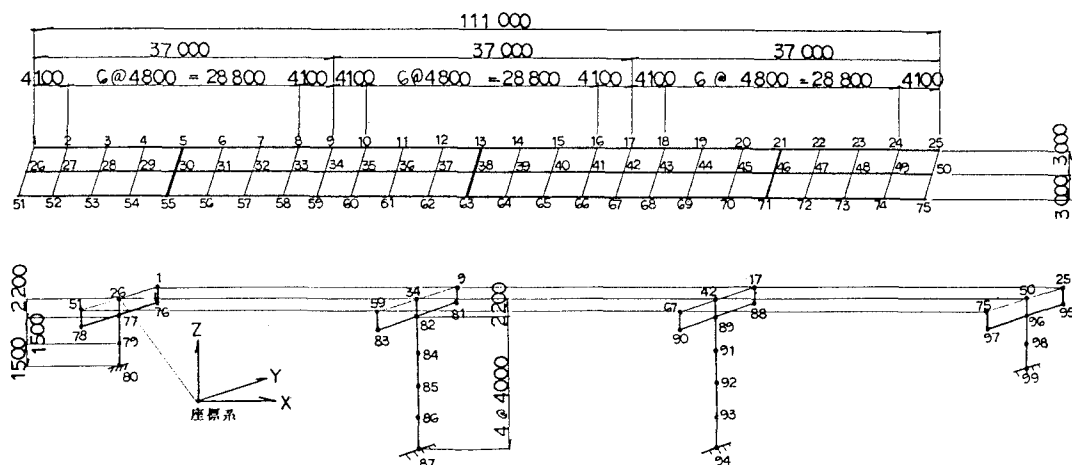


図-2 立体骨組モデル図

による静的フレーム法解析及び、動的解析は整合質量法によりそれぞれ固有周期を算出することとする。

基本条件

支 間 $L=3@37.00\text{m}$

橋脚高 $H=16.00\text{m}$ (柱のみ考慮)

支持地盤 岩盤へ直接支持とし基礎の変形無視

斜 角 $90\text{度}, 75\text{度}, 70\text{度}, 60\text{度}, 50\text{度}, 45\text{度}$ について解析する。

尚、境界条件を表-1に示す。

(3) 断面諸元

主桁、横桁、対傾構、橋台および橋脚の各断面諸元は表-2に示す。ここで、 A は各部材の断面積、 $I_y \cdot I_z$ はそれぞれ Y 軸、 Z 軸に関する断面二次モーメントである。 J はねじり定数、 W は単位長さあたりの部材の重量である。なお、ここでは断

面形状からして、横桁、対傾構の $I_z \cdot J \cdot W$ の断面諸元は小さいものとして無視している。

また、上部構造と下部構造の接合部分は仮想部材として断面諸元を無限大としている。

表-1 境界条件表

	X	Y	Z	θ_x	θ_y	θ_z
81 82 83 88 89 90	FIX	FIX	FIX	FIX	MOV	MOV
76 77 78 85 86 87	MOV	FIX	FIX	FIX	MOV	MOV
上記以外の節点	FIX	FIX	FIX	FIX	FIX	FIX

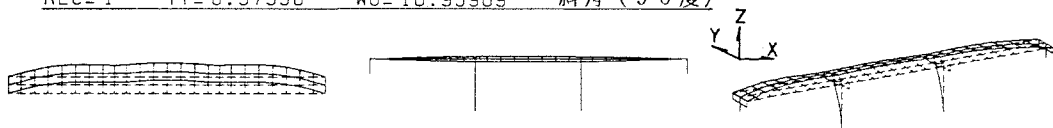
3. 解析結果

図-3に静的フレーム法解析による立体骨組モデルにおける静的変位図を、また、図-4に動的解析(固有周期解析)における振動モード図を示す。

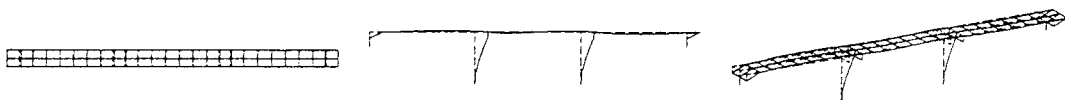
表-2 3径間連続鋼板桁橋の各部材の断面諸元

	$A (\text{m}^2)$	$I_y (\text{m}^4)$	$I_z (\text{m}^4)$	$J (\text{m}^4)$	$E (\text{kg/cm}^2)$	$W (\text{t/m})$
主 桁 (G_1, G_3)	0.98×10^{-1} $\sim 1.10 \times 10^{-1}$	3.61×10^{-2} $\sim 5.52 \times 10^{-2}$	3.96×10^{-2} $\sim 3.99 \times 10^{-2}$	1.83×10^{-5} $\sim 2.08 \times 10^{-5}$	2.1×10^7	3.048
主 桁 (G_2)	1.07×10^{-1} $\sim 1.19 \times 10^{-1}$	3.42×10^{-2} $\sim 5.71 \times 10^{-2}$	6.08×10^{-2} $\sim 6.10 \times 10^{-2}$	2.06×10^{-5} $\sim 2.36 \times 10^{-5}$	2.1×10^7	2.433
横 桁	0.18×10^{-1}	0.56×10^{-2}	1.55×10^{-5}	5.24×10^{-7}	2.1×10^7	—
端対傾構	0.10×10^{-1}	0.27×10^{-2}	—	—	2.1×10^7	—
対傾構	0.79×10^{-2}	0.20×10^{-2}	—	—	2.1×10^7	—
橋台壁	13.120	2.799	73.516	9.820	2.35×10^6	32.800
橋脚梁	2.600	0.867	0.366	0.874	2.35×10^6	6.500
橋脚柱	7.069	3.976	3.976	7.952	2.35×10^6	17.671

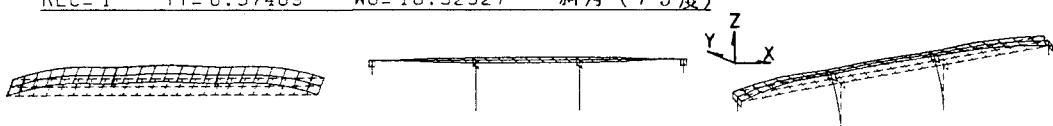
KLC= 1 TT= 0.57330 W0= 10.95969 斜角 (9 0 度)



KLC= 2 TT= 0.57253 W0= 10.97431



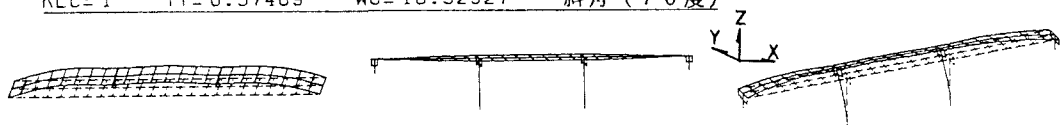
KLC= 1 TT= 0.57489 W0= 10.92927 斜角 (7 5 度)



KLC= 2 TT= 0.56685 W0= 11.08432



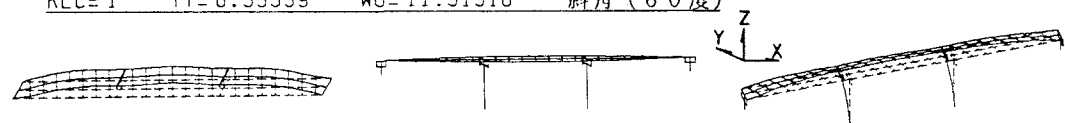
KLC= 1 TT= 0.57489 W0= 10.92927 斜角 (7 0 度)



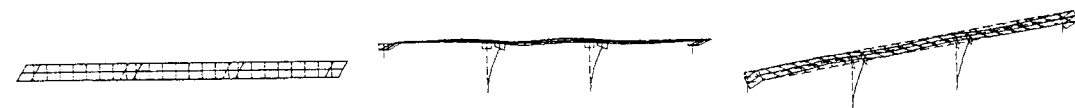
KLC= 2 TT= 0.56685 W0= 11.08432



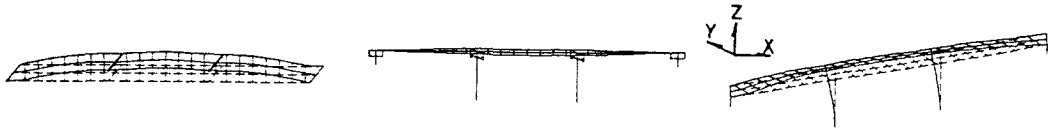
KLC= 1 TT= 0.55539 W0= 11.31318 斜角 (6 0 度)



KLC= 2 TT= 0.56270 W0= 11.16613



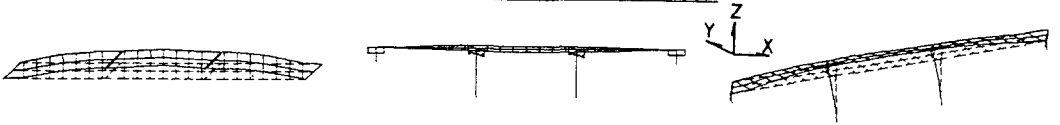
KLC=1 TT=0.54105 W0=11.61298 斜角 (50度)



KLC=2 TT=0.56072 W0=11.20545



KLC=1 TT=0.53364 W0=11.77419 斜角 (45度)

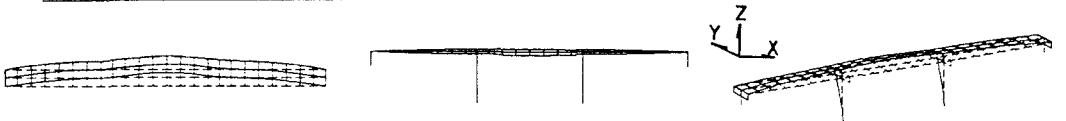


KLC=2 TT=0.56085 W0=11.20291

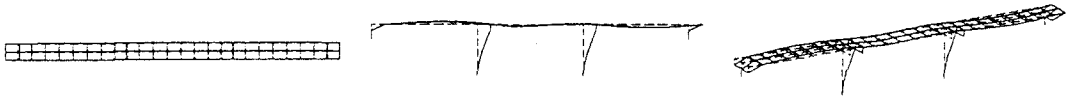


図-3 立体骨組モデルにおける静的変位図

KLC=1 TT=0.56169 W0=10.80158 斜角 (90度)



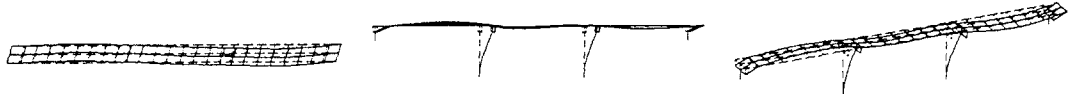
KLC=2 TT=0.57102 W0=11.00350



KLC=1 TT=0.58597 W0=10.72270 斜角 (75度)



KLC=2 TT=0.56643 W0=11.09255



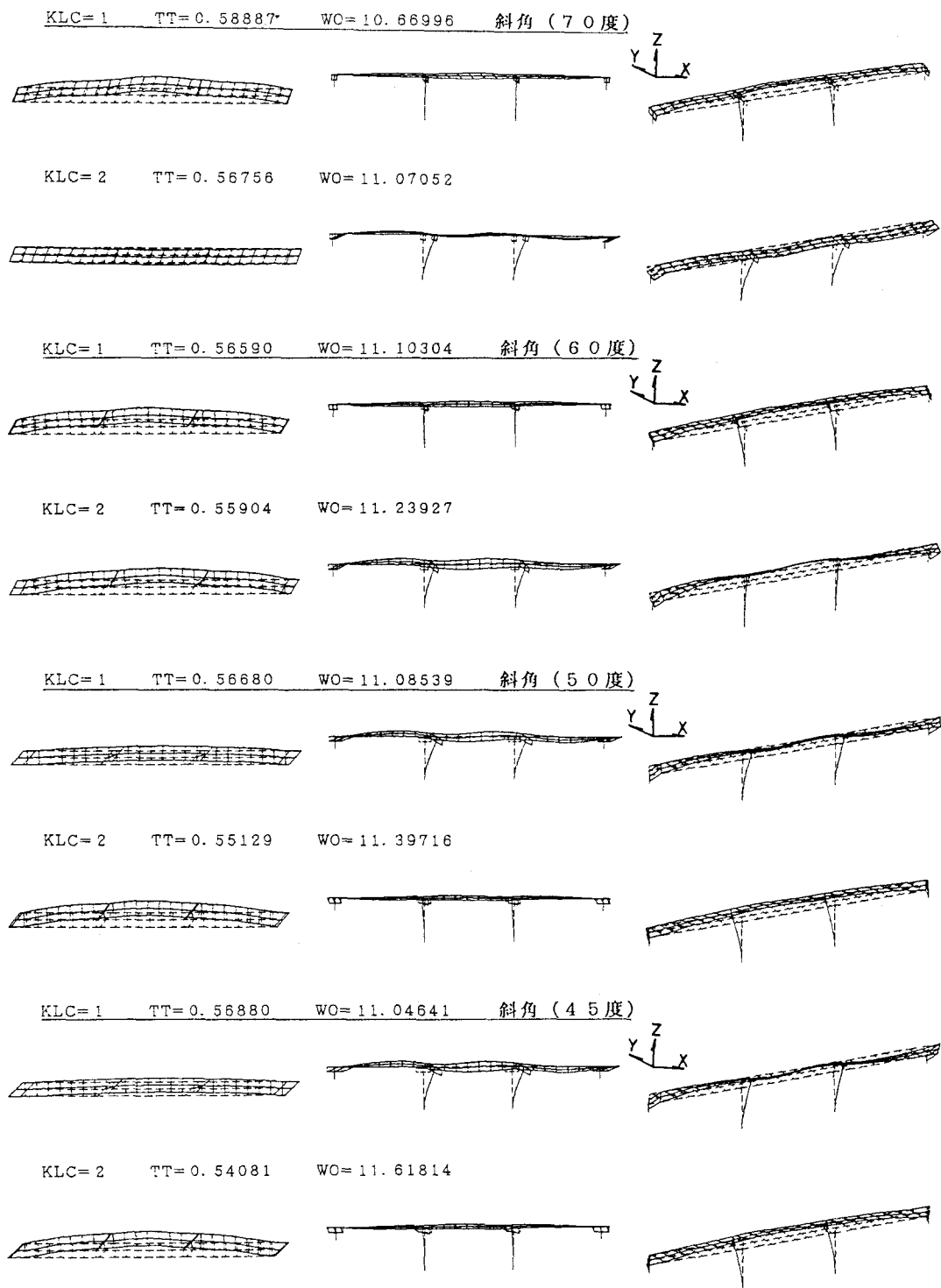


図-4 動的解析 (固有周期解析) 振動モード図

表-3 各斜角における固有周期表

斜 角	橋 軸 方 向			橋 軸 直 角 方 向		
	Case-1	Case-2	Case-3	Case-1	Case-2	Case-3
90°	0.5614	0.5725	0.5710	0.5988	0.5733	0.5817
75°	0.5614	0.5669	0.5664	0.5988	0.5749	0.5860
70°	0.5614	0.5669	0.5676	0.5988	0.5749	0.5889
60°	0.5614	0.5627	0.5590	0.5988	0.5554	0.5659
50°	0.5614	0.5607	0.5668	0.5988	0.5411	0.5513
45°	0.5614	0.5609	0.5688	0.5988	0.5336	0.5408

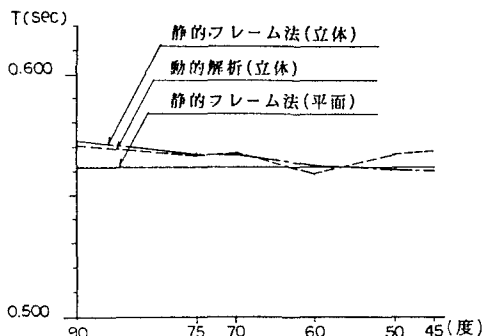


図-6 各斜角における固有周期図
(橋軸方向)

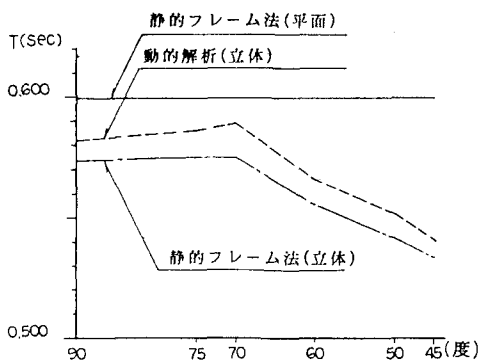


図-7 各斜角における固有周期図
(橋軸直角方向)

4. まとめ

本例は、支間37.00m、幅員7.00mの3径間連続鋼桁橋であり、その比も1:0.19と一般的

5. 参考文献

- 1) 川島、他：静的フレイム法による連続橋の橋軸直角方向の耐震設計法。土木学会第42回学術講演会。
- 2) 林川：アーチ橋梁構造物の固有振動解析に関する研究。土木学会北海道支部論文報告集第41号。
- 3) 林川、渡辺：縦断勾配を有する斜角格子桁橋の固有振動解析。土木学会北海道支部論文報告集第46号
- 4) 鬼頭、松井、林川、渡辺：静的フレイム法の適用とその考察。土木学会北海道支部論文報告集第46号
- 5) 下川、松井、菅、林川、渡辺：静的フレイム法による立体曲線橋の動的応答。土木学会北海道支部論文報告集第46号。

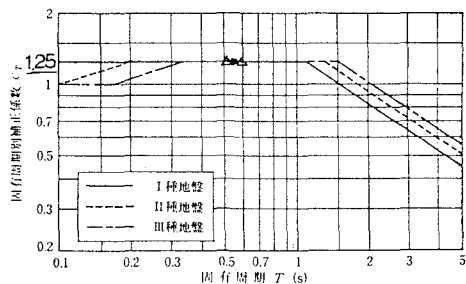


図-5 固有周期別補正係数

●印は橋軸方向を示す
△印は橋軸直角方向を示す

な橋梁である。また、縦断勾配も無視できるものとした。この例においては、次のようなことが言える。

(1) 橋軸方向の固有周期は、平面骨組モデルによる静的フレイム法解析、立体骨組モデルによる静的フレイム法解析および、動的解析(固有周期解析)の各手法とも、ほぼ一致した値となった。また、斜角による影響はほとんどなく一定の固有周期となった。

(2) 橋軸直角方向の固有周期は、立体骨組モデルにおいて静的フレイム法解析、動的解析ともほぼ一致した傾向を示した。(斜角70度以下では固有周期が短くなる傾向を示す。)

(3) 各解析手法とも、図-5 固有周期別補正係数は、 $C_e = 1.25$ となり実際の設計における設計震度に相違はない。

以上の結果本例において、平面骨組モデルによる静的フレイム法は橋梁の支間と幅員の関係及び、縦断勾配等にもよるが一般的な橋梁では、斜橋でも設計震度及び、設計地震力の算出には、問題ないことがわかった。今後も、各種のモデル例について考察を加えていきたい。