

I-551

白鳥大橋主塔部基礎の架設時における地震時挙動

メイセイエンジニアリング(株) 正員 小針憲司
 室蘭工業大学 正員 岸 徳光
 室蘭工業大学 正員 松岡健一
 北海道開発局 正員 和田忠幸
 日本大学 正員 能町純雄

1. はじめに 現在室蘭港に建設中の白鳥大橋は主径間720mの吊り橋であるが、架橋地点の地形のため、主塔基礎は大深度基礎となっている。このような大深度基礎の、施工段階毎の地震時挙動は大変興味ある問題である。

著者らは、これまで大深度地中連続壁構造体の地震時挙動として、リング要素を用いた解析により、白鳥大橋主塔基礎のいくつかの施工段階での地震時挙動を解析し発表している^{1),2)}。

本論文では、主塔完成までの地震時挙動を検討するため、主塔自体もリング要素に置換し、主塔基礎本体の施工から、主塔完成までの各施工段階毎に、入力地震波による時刻歴応答解析を行ったものである。主塔自体をリング要素に置換するという仮定をしているため主塔に対しては厳密な解析にはならないが、これにより地盤、連壁、基礎および主塔を一体とした解析が可能であり、全体的な地震時挙動の把握を行うための資料を与えるものと思われる。

2. 解析理論 解析理論については以前に発表しているので詳細には述べないが、

図-1のような任意四辺形アイソパラメトリックリング要素を用い、周方向に有限Fourier変換を行い定式化をしている¹⁾。

3. 主塔基礎及び主塔のモデル化 ここでは陣屋側の主塔(3P)を取り上げるものとすれば、主塔及び主塔基礎の形状は、図-2及び図-3のようである。図に明らかなように、主塔はもとより基礎本体においても完全な軸対称構造ではないが、これをリング要素法による取り扱いが可能となるよう、それぞれ剛性と質量が等しい軸対称構造にモデル化し、解析することとする。剛性は橋軸方向と橋軸直角方向で異なるためモデル化もそれぞれについて行った。モデル化を行いメッシュ分割を行ったときのメッシュ図と各部の寸法及び換算物性値を図-4及び表-1に示す。

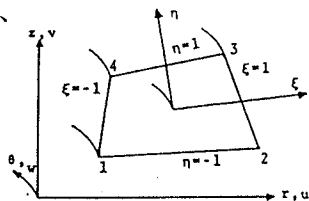


図-1 アイソパラメトリック四辺形リング要素

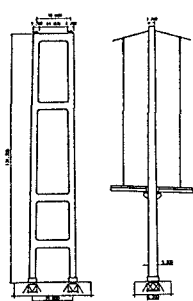


図-2 主塔形状

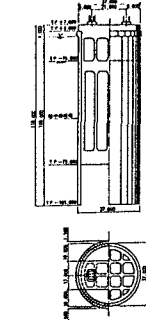


図-3 主塔基礎形状

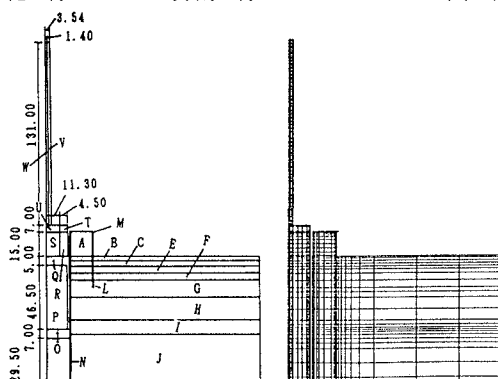


図-4 解析モデル及びメッシュ図

4. 数値計算

主塔基礎の施工時の地震応答解析については、既に基礎本体側

壁打設時までの施工段階に対して行い発表している。

ここではさらに次の施工段階に対して解析する。

表-1 材料定数表

	E (kg/cm ²)	ν	ρ (t/m ³)
A	1000.0	0.05	1.64
B	500.0	0.45	1.70
C	645.0	0.45	1.70
E	820.0	0.45	1.70
F	580.0	0.45	1.80
G	715.0	0.45	1.65

	E (kg/cm ²)	ν	ρ (t/m ³)
H	2630.0	0.45	1.75
I	7840.0	0.45	1.80
J	15400.0	0.30	1.70
L	20000.0	0.30	0.30
M	2.1 × 10 ⁸	0.30	7.85
N	3.0 × 10 ⁸	0.20	2.45

	Case-1			Case-2, 3, 4		
	E (kg/cm ²)	ν	ρ (t/m ³)	E (kg/cm ²)	ν	ρ (t/m ³)
O	3.0 × 10 ⁴	0.20	2.45	3.0 × 10 ⁴	0.20	2.45
P				1.08 × 10 ⁵	0.20	1.51
Q				3.0 × 10 ⁵	0.20	2.45

	Case-3			Case-4		
	E (kg/cm ²)	ν	ρ (t/m ³)	E (kg/cm ²)	ν	ρ (t/m ³)
R	1.5 × 10 ⁵	0.20	0.76			
S	1.5 × 10 ⁵	0.20	0.76	1.88 × 10 ⁵	0.20	1.47
T	3.0 × 10 ⁵	0.20	1.72			
U	3.0 × 10 ⁵	0.20	1.72	3.0 × 10 ⁵	0.20	3.38
V	2.1 × 10 ⁵	0.30	0.24			
W	2.1 × 10 ⁵	0.30	0.24	2.1 × 10 ⁵	0.30	1.57

a)基礎本体底盤打設時(CASE-1) 表-2 固有周期(sec)

b)基礎本体中頂盤打設時(CASE-2)	一次	二次
	CASE-1	1.221 1.115
c)主塔完成時	CASE-2	1.221 1.114
c)に対しては、橋軸方向(CASE-3)	CASE-3	2.766 1.221
及び橋軸直角方向(CASE-4)	CASE-4	1.239 1.121

の2ケースについて解析して

いる。なお、計算に用いた減衰定数は0.1である。

表-2に各ケースの一次及び二次の固有振動周期を示した。CASE-1とCASE-2では一次及び二次とほとんど同じ周期を示している。一次の値は築島のみの場合の値より僅かに長くなっている。CASE-3、CASE-4は主塔の影響が現れているが、特にCASE-3で二倍以上の以上の長周期になっている。

図-5には、CASE-1に対して、(a)のような地震波を基盤に入力したときの代表的な点の加速度応答波形を示した。入力地震波は卓越周期が約1秒で、この系の固有周期に比較

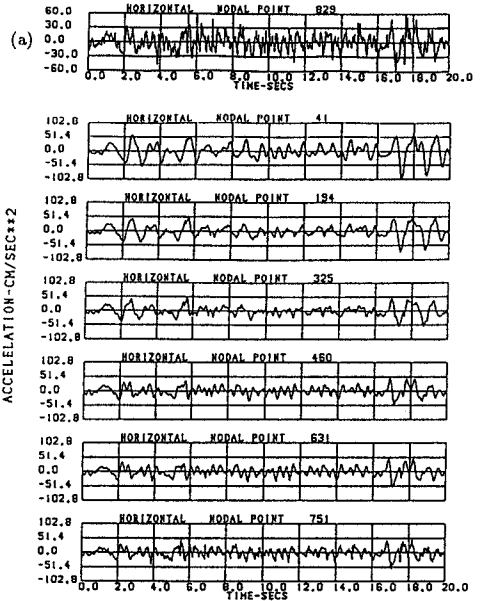
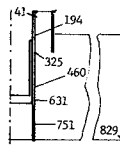


図-5 加速度応答波形(CASE-1、連壁)

的に近い波である。連壁に沿う点の応答では、やはり上部になる程応答が大きくなっている。

表-3 連壁及び本体側壁の最大応力(kg/cm ²)	連壁	側壁
--	----	----

図-6には各CASE毎に最大応力が発生する時刻の連壁の内側及び外側の軸方向応力の軸方向分布図を示した。いずれの場合も、連壁

の応力は基礎本体の底部付近で最大となり、上部に向い徐々に減少している。また連壁のほとんどの部分で軸力が卓越し曲げ成分は基礎本体底部及び上部付近に僅かに見られる程度である。

各CASE毎の連壁及び基礎本体側壁の最大軸方向応力を表-3に示した。連壁の応力は図-7からも明かであるが、基礎本体側壁の応力は連壁の半分以下でありかなり小さい。

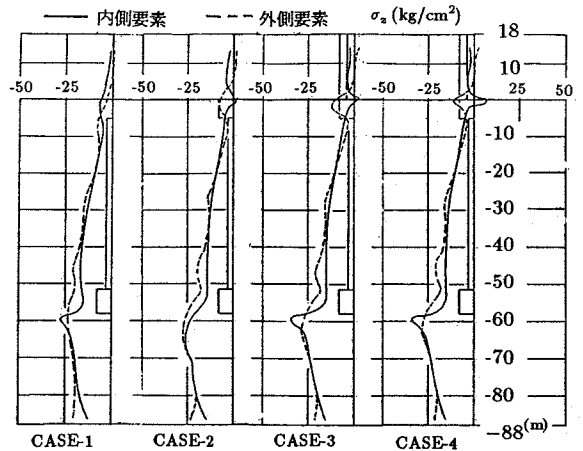


図-6 連壁の軸方向応力分布

5. まとめ 白鳥大橋の主塔部に対して地盤、連壁、基礎本体及び主塔をそれぞれリング要素にモデル化し、各施工段階における地盤と構造物を一体化した地震応答解析を行った。その結果、1). 一次の固有周期は、主塔を含めた橋軸方向の振動(CASE-3)に対して長周期となるものの他の場合にはそれほど変化はない。2). 時刻歴応答解析結果では加速度は上部において大きく、入力加速度に対して約2~3倍の加速度となっている。3). 応力の最大値はいずれも、連壁では基礎本体底部付近で約30kg/cm²、基礎本体で約15kg/cm²となっている。

以上、本解析ではモデル化に多少問題があるものの、これにより地盤、基礎、塔を一体とした三次元応答解析を行うことができ、全体としてより実際の地震時挙動を把握することができるものと思われる。

参考文献

- 1) 能町他：土木学会北海道支部論文報告集，第45号，pp165-170，1989。
- 2) 松岡他：土木学会第44回年次学術講演会講演概要集，第I部，pp954-955，1989。
- 3) 岸他：構造工学論文集，Vol.36A，pp1329-1336，1990。