

日本鋼管(株)	正員 野 沢 逸 男
同 上	正員 亀 井 敏 雄
同 上	正員 有 馬 宏

1. まえがき

振動機械基礎を設計する場合、振動による基礎の動揺で機械本体や付帯電気機器などに障害が生じないようにするため、許容変位は片振幅で100μ程度の微小範囲に抑えられることが多い。このような微小変位のもとにおける基礎の振動性状は、地震時のように比較的大きな変位のもとにおける性状と同等に取り扱うには無理がある。

我々は、今回、日本鋼管(株) 扇島第1期サイジングプラント建設工事において、微小変位のもとにおけるクラッシャー基礎の振動性状を測定し、設計時の諸定数と比較を行ない、2,3の考察を試みたので、ここに報告する。

2. 基礎の概要

扇島第1期サイジングプラントの3つのクラッシャー基礎のうち、1例として、2次クラッシャー基礎の一般構造図を図-1に示す。この基礎は、 $\phi 711.2 \times 9.5 \times 50,000$ の鋼管グイ79本で支持されている。また、基礎上には定常振動数4.2Hz、速力4.77tonのハイドロコンクラッシャー(以下、機械と呼ぶ)2台、および、スクリーンなどの付帯機械が据えつけられている。なお、機械基礎近の土質柱状図は、図-2の通りである。

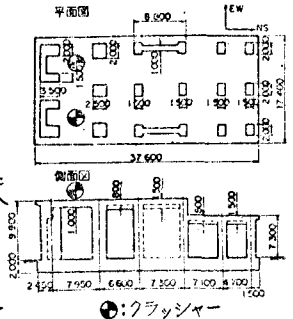


図-1 一般構造図

3. 単グイの静的水平交番荷試験

基礎設計に先立ち、設計資料を得るため、単グイの静的水平交番荷試験を行った。载荷は8通りの荷重段階で行なった。試験グイは地上突出長50cm、クイ頭自由の条件である。なお、試験グイ、反カグイとも2次機械基礎のクイを利用した。

図-3は試験の結果得られた荷重と変位の関係、changの式および篠原・久保の式による計算値と合わせ示したものである。

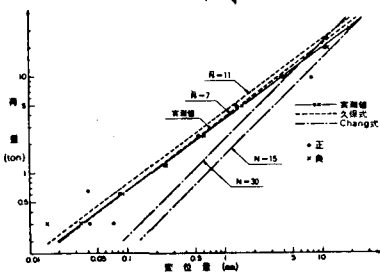


図-3 荷重と変位量の関係

30~50μ程度と推定されることから、篠原・久保の式において $N=7$ として求めた地盤反力係数をもとにして、変位30μに対するばね定数を算出し、それをもってクイ1本あたりの水平バネ定数とした。その際、機械基礎グイのクイ頭が固定であることを考慮すると、ばね定数は 0.23×10^6 kg/cmとなった。また、減衰定数は、等価粘性減衰と仮定し、履歴曲線から、 $\alpha=0.07$ とした。

4. 設計の考え方と設計に用いた諸定数

設計においては、構造物を1階の基礎部と2階の機械据付部の2質点系モデルに置き換え、セン断振動とロッキング振動を考えた。この時、基礎部と機械据付部とを結合コンクリート構造部(以下構造部と呼ぶ)のセン断

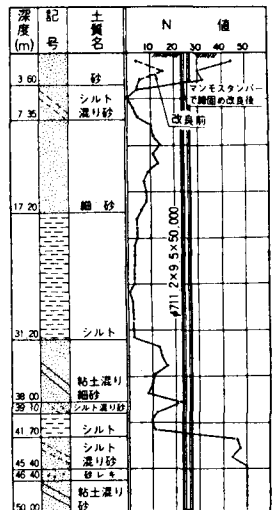


図-2 土質柱状図

ばね定数はD値法で求めた。また、基礎部での水平ばね定数は、先に実施した水平反力荷重試験の結果を用いた。その際、基礎部側壁の受動土圧による水平ばね定数も加算した。その大きさは、基礎部水平ばね定数全体の高々10%程度である。表-1は設計に用いた諸定数の1例として2次機械基礎の値を示したものである。

5. 振動測定とシミュレーション解析

設計値と実測値との対応を調べるため機械振動時における振動測定を行い、更に、振動性状を詳しく知る目的で、起振機による強制振動試験も行った。また、強制振動試験結果についてシミュレーション解析を行なった。図-4、図-5は強制振動試験結果とそのシミュレーションによる共振曲線を合わせて示したものである。表-2はシミュレーションの結果得られた諸定数である。また、表-3はそれらの諸定数を用いて各機械基礎について計算した値と機械振動時の実測値とを比較したものである。これらの結果によれば、以下のことが言える。

- (1)2次機械基礎のシミュレーションの結果得られた諸定数を1、3次の機械基礎に適用して計算した結果は実測値とおおむね等しい。
- (2)基礎部における粘性減衰は、載荷試験から求めた等価粘性減衰を大きく上まわる。
- (3)基礎部のばねの大きさは、載荷試験結果から推定したクイ1本あたりのばね強さに基礎ゲイ79本のうちの10〜20本分を乗じた値に相当する。
- (4)構造部のセン断ばねの大きさは、ラーメン構造における水平力の略算法として知られているD値法によって算定した値のほぼ60%程度となっている。
- (5)附加質量の割合は振動方向によって異なり、設計時の基礎部質量に対して、EW方向で30%弱、NS方向で140%弱となっている。

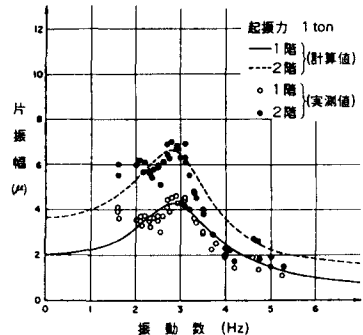
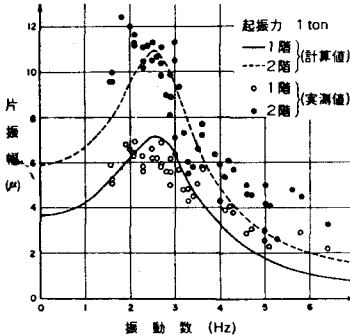


図-4 共振曲線 (EW方向) 図-5 共振曲線 (NS方向)

表-2 シミュレーションモデルでの諸定数

	質量 ($\frac{\text{kg} \cdot \text{sec}^2}{\text{cm}}$)		ばね定数 ($\frac{\text{kg}}{\text{cm}}$)		減衰定数	
	基礎部	構造部	基礎部	構造部	基礎部	構造部
EW方向	5,600	3,642	2.7×10^6	4.5×10^6	0.3	0.1
NS方向	10,370	3,642	5.0×10^6	6.0×10^6	0.28	0.1

表-3 定常稼働時の最大変位(片振幅) (単位: μ)

階	方向		1次機械室	2次機械室	3次機械室
			実測値	計算値	計算値
2	EW方向	実測値	3.13	6.75	6.75
		計算値	6.16	6.62	8.31
	NS方向	実測値	1.88	3.00	5.25
		計算値	3.05	4.93	6.23
1	EW方向	実測値	2.38	5.25	48.0
		計算値	3.85	4.47	66.0
	NS方向	実測値	1.63	2.25	39.8
		計算値	2.33	3.39	49.7

6 あとがき

以上の結果から、微小変位を対象とした基礎の振動性状は、一般の振動性状と同様に論じられたいということがわかった。しかし、以上の結果は、あくまでも1つの事例にすぎないので、今後多くの追加実験を行ない確かめるとともに、諸定数を定量的に把握していくことが必要であろう。今後同様の振動性状を解析するにあたってこの結果が1つの参考資料となれば幸である。

参考文献

- 1) 武蔵 清「耐震計算法」 丸善
- 2) 山原 浩「動的解析における地盤の考え方」 土と基礎, 昭和46年8月 PP. 7~15
- 3) 田治見宏「建築振動学」 コロナ社