

建設省土木研究所 正会員 千野 啓次

" 正会員 光家 康夫

" 正会員 塩井 幸武

1. 概要

矢板式基礎は各鋼管矢板を継手によって一体化した合成構造物であるため、従来の基礎構造物に比べその構造特性は複雑である。特に動的な挙動については未知の点が多く、現時点において十分に把握されているとはいえない。今回、矢板式基礎の細長比、矢板継手部の剛度および井筒内部土の重量に注目し、それらの諸要素が地震応答量（変位、加速度、軸力、曲げモーメント等）に与える影響を設計々算を実施し明らかにした。設計々算には、土木研究所において開発した継手剛性を考慮できる多層質点系モデルに、実地震波を入力として与え応答を求めた。

2. 研究手法

解析に用いた基礎モデルは、円形断面の1重矢板式基礎で、井筒径 $D=15\text{m}$ 、鋼管は径 $\phi 1000\text{mm}$ 、肉厚 15mm 、継手管は $\phi 165\text{mm}$ 、肉厚 11mm とした。細長比は $D/L=0.25, 0.5, 0.75$ の3種類とし、モデルA、B、Cとした。図-1にモデルBを示す。地盤のN値は支持層50、周辺地盤と一律に決定した。図-1において、 K_{H0} は基礎-地盤間水平バネ定数、 k_n は周辺地盤のせん断バネ定数、 K_m は基礎底面の回転バネ定数である。

構造要素である継手のせん断剛度(GJ)は、実験より得られた 120000t/m^2 を100%の値とし、50%、10%、0%の4種類で比較するものとした。井筒内部土(W)については、100%を考える場合、75%、50%、0%の4種類で比較するものとした。基礎-地盤間水平バネ定数は、水平地盤反力係数より、底面の回転バネ定数は、底面の鉛直地盤反力係数より求めた。ここで用いる水平および鉛直地盤反力係数の決定は耐震設計上の大きな課題といえるが、今回の解析では、それについて考慮する二が目的ではないので、矢板式基礎の設計と施工指針(S.47/矢板式基礎研究委員会)によって求めた。なお、入力地震には、観音崎地中120m地点で得られた加速度記録(千葉県南部に発生した地震1971.12)の実最大加速度6galであったものを最大加速度100galに拡大して20秒間抽出して用いた。

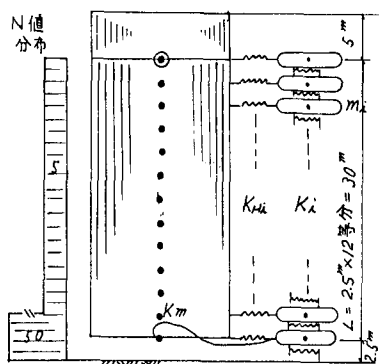


図-1 解析モデルB

3. 解析結果

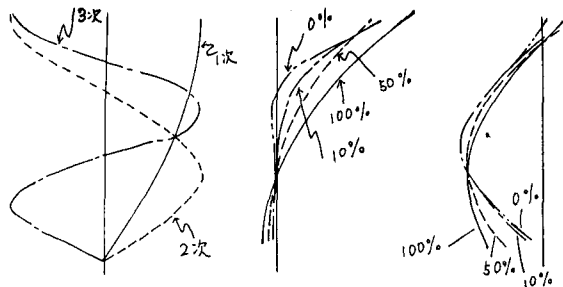


図-2 地盤モード図

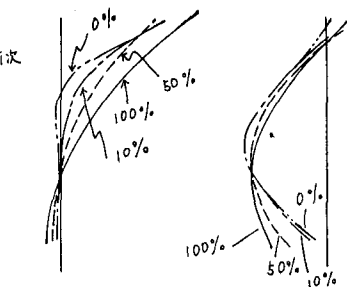


図-3 GJの変化に

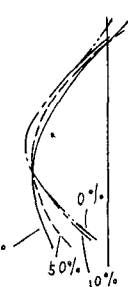


図-4 GJの変化に

モード分析の1例としてモデルA($D/L=0.75$)で内部土 $W=100\%$ の場合を図-2~4に示す。図-3を見れば、1次モードが継手のGJが大きくなるにしたがって、剛い基礎的なものから剛性基礎的なものへと変化しているのがわかる。モード寄与率の計算の結果、GJ Wなどの組合せであっても、ほぼ1次および2次のモードが卓越しており、2次モードまでで、応答する基礎の1次モードの変化による2次モードの変化がほぼ決まっている二が確かめられた。

深さ方向応答分布の1例としてモデルA、 $W=100\%$ の場合について、深さ方向の曲げモーメント、軸力分布図を図-5、6に示す。図-5において、くい頭部における曲げモーメントは、 G_T の増加によって著しく減少していることがわかる。逆に図-1の軸力についてみると、 G_T が増加するにしたがって、くいの深さ方向中間部付近で顕著に増加している。これらは、矢板式基礎が外力に対して、群ぐい的抵抗を示すケース($G_T=0$)から、矢板が一体となった剛体的挙動を示すケース($G_T=100\%$)へと抵抗機構が変化していることを示している。また、多くの計算ケースの検討から、最大応力はくい頭付近において現われ、その応力レベルは、曲げモーメントによって主に決定されることがわかった。

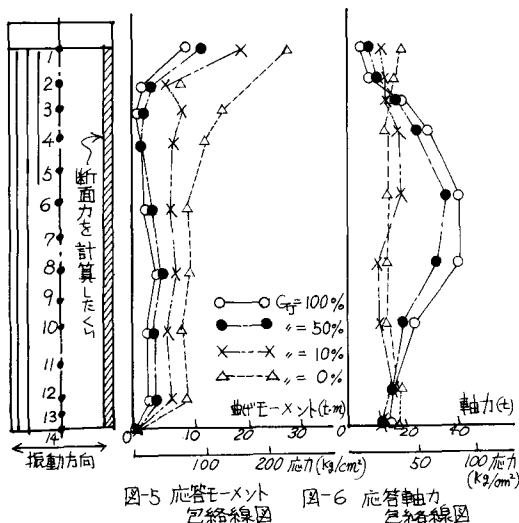


図-5 応答モーメント
包絡線図

図-6 応答軸力
包絡線図

図-7、8に G_T の変化による、くい頭変位量およびくい頭曲げモーメントの変化を $W=100\%$ の場合について示す。くい頭の変位は、図-7より G_T の増加によって減少する傾向にあるといえる。くい頭曲げモーメントについては、図-8より G_T の増加によって減少することが確かめられる。このことは、モデルA、B、Cに共通して見られる。この性質は、静的な解析において知られていたが、今回の動的な解析でも同様の関係が成り立つことが確かめられた。

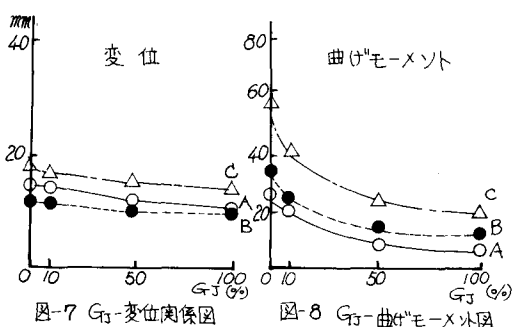


図-7 G_T -変位関係図

図-8 G_T -曲げモーメント図

W の変化による応答量の変化を図-9、10に示す。モデルBについては、 W の変化によって大きく応答量が異なっている。これは、 W を考慮することによって、基礎-地盤系の共振点は大きく変動するが、モデルBにおいて、その変動の範囲がちょうど入力波のスペクトルのピーク付近にあったため大きく応答に影響したことが判明した。このように、内部土重量 W の考慮の問題は、その系の振動特性を決定する上で、入力地震波の特性とのかかわりにおいて、非常に重要な要素であることが確かめられた。内部土の扱いに関しては、今回は重量としてのみ扱ったが、内部土による地盤反力は十分考えられるものであり、今後明らかにする必要がある課題である。

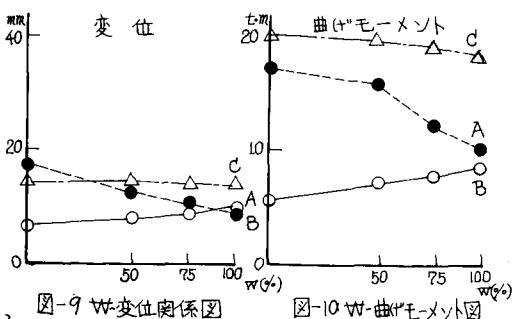


図-9 W -変位関係図

図-10 W -曲げモーメント図

4. 結論

- (1) 地震時の断面力の計算において、くい頭付近に大きな曲げモーメントが生じることがわかった。
- (2) 継手管のせん断抵抗 G_T の増加にしたがって、矢板式基礎の挙動は、単ぐい的なものから、剛体基礎的なものへと変わることがわかった。
- (3) 設計において G_T を考慮すれば、たとえば実験値の10%や50%であっても、断面応力の計算において非常に有利になることが明らかとなった。
- (4) 内部土重量を基礎体重量と考えた場合、基礎地盤系の振動特性が大きく変化し、入力特性との関連によって応答値に大きな変化を生ずる。内部土地盤反力の扱いは今後の問題である。

参考文献 * 矢板式基礎の特性とその設計法に関する研究；土木研究所報告，駒田敬一他，昭和53年3月