

建設省土木研究所 正 岩崎敏男
 東京大学生産技術研究所 正 龍岡文夫
 (株)長大橋設計センター 正 高月廣行

1. まえがき 杭の設計に際して、一般には流動化の予想される上層部を全く無視した方法がとられている。しかしながら、地盤が流動化現象を呈する場合、杭挙動に与える影響は地盤剛性、支持力低下、杭に与える力、減衰機構等、現状では計り知れない要素が影響しよう。この様な現象について飽和砂層中に杭を設置した模型実験が行われ、杭の動的挙動に関してその現象を確認している。本稿ではこの現象に基づいて杭に着目した力学モデルを設定して応答計算を行い、実験で得られた応答倍率と比較した。

2. 流動化現象とモデル化の考え方 模型実験から、a)非流動化時での杭の応答は地盤特性の支配を強く受ける。b)完全流動化地盤内では水中での杭応答特性とほぼ同じ挙動を示す。c)流動化過程では入力に対する杭の応答倍率の急激に増加し杭の共振振動数が低サイクル側に移行する現象が認められた。この様な現象に基づいて流動化過程を有効地盤面の時間的低下、上層部の流動化に伴う地中有効圧の低下の二項目でとらえた力学モデルを設定した。地盤の力学モデルは多層のせん断柱とし、流動化過程では上層から順に有効砂層面が低下すると考える。地盤剛性 κ の変化は本来、有効圧、歪等により変化するが、今回は流動化時の歪を一定として有効圧の変化でとらえた。減衰定数は実験結果から文献(1)に基づいて全層一定とし、時刻により変化させた。

杭の力学モデルは図-1に示す実験杭を水平一自由度とし固有振動数が一致する様な単杭モデルに置換した。杭と地盤間の水平バネ定数は杭基礎の設計篇の算式を採用した。減衰定数は杭の内部減衰、地盤に伝散する減衰も含めて初期値を地盤のそれと同じくし、完全流動化時では、実験結果から得られた杭頭応答倍率から算出、その間は時間変化と共に直線的に減少するとした。

3. 計算結果 計算は表-1に示す様に振動数10Hz(TEST.4)と20Hz(TEST.3)の正弦波50gal入力とし時系列応答計算を行った。計算での時間区ごみは各モデルで異なるが収束に応じて自動的に決定している。地盤は14貫入のせん断モデルで4T秒毎に流動化が進むとし、その際の地盤歪は $5\sqrt{D^3}$ と仮定している。図-2に流動化過程に対する減衰と固有振動数変化の一例を示した。計算モデルは地盤剛性 κ 、完全流動化時刻 T_L を変えてその影響をみた。さらにNO.2とNO.6での減衰は、流動化程度に着目する意味で完全流動化後も10%から3%に減少する場合を考えた。計算結果を図-4、5に時系列で、図-6に応答倍率を実験値と比較している。

4. あとがき 図-4、5から流動化現象を呈する地盤内の杭挙動を本力学モデルによって定性的に捕えることができると考えられる。図-6の様に $f_0=10\text{Hz}$ では良い近似が得られた。しかしながら20Hzでは κ の変化による影響も無視できないが、それにも増して流動化時刻とそれによる減衰機構の影響が大きいと思われる。即ちNO.3とNO.4の違いより、NO.4とNO.5の違いの方が明らかに大きい。

その要因として、減衰変化が今回の様な単純な直線変化では表現し得ないのではなかろうか。流動化現象とその過程における減衰機構の評価を今後の課題として検討する必要がある、それにより本モデルの考え方の適用性に関する判断材料にもなる。

図-1 実験杭モデル

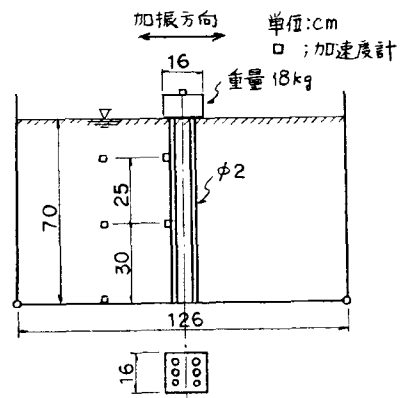


図-4 TEST. 3 ($f_0=20\text{Hz}$)
杭頭応答加速度 (g_{aL})

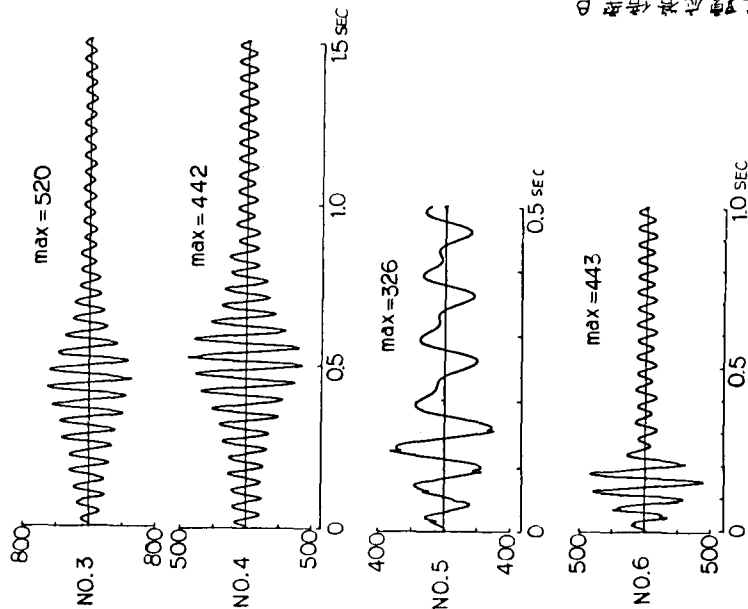


図-3 TEST. 4 ($f_0=10\text{Hz}$)
杭頭応答加速度 (g_{aL})

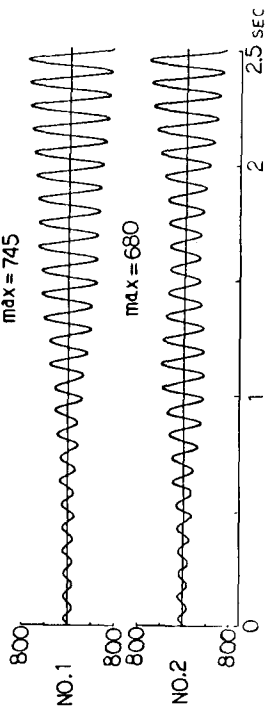


図-5 実験値と計算値の比較

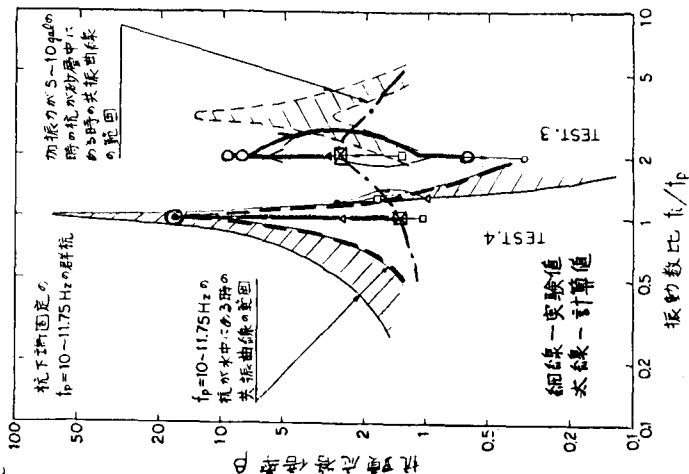
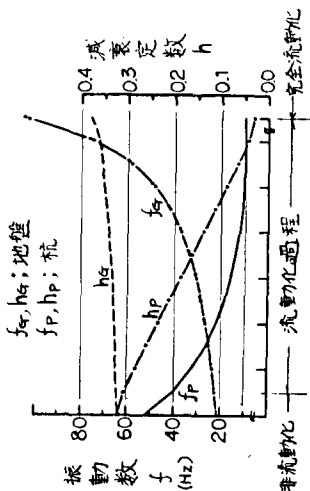


表-1 計算ケース

項目	TEST 4			TEST 3		
	NO. 1	NO. 2	NO. 3	NO. 4	NO. 5	NO. 6
加振振動数 (1/5 秒後)	10	10	20	20	20	20
最大加振力 m(gal)	50	50	50	50	50	50
計算振動数 m/sec	6.25	6.25	3.125	3.125	3.125	3.125
基礎地盤剛性係 kg	1	1	1	1	2	2
完全流動化時刻 T ₀ (sec)	2.0	1.5	1.0	1.0	0.2	0.3
流動化時刻 T ₀ (sec)	0.15	0.12	0.075	0.075	0.015	0.023
基礎初期 振動定数	h ₀	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
基礎定数	h ₀	0.03	0.10	0.03	0.03	0.03
基礎定数	h ₀	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03

図-2 時間変化に対する減衰、振動数の変化



- 参考文献
- (1) 文徳、岩崎、龍岡、他；土木研究所振動研究室における最近の研究 (1977)
土木研究所資料 NO. 1264
 - (2) 岩崎、龍岡
；砂層中の杭の動的挙動に関する模型振動実験
昭和 51 年 2 月土木研究所資料 第 1253 号
 - (3) 岩崎、龍岡、他；
；砂層の流動化に与える入力周波数の影響に関する
模型振動実験
1977 年第 12 回土工学会研究発表会
 - (4) 岩崎、龍岡、他；
；流動化中の杭の動的解析の数値解析
1978 年第 13 回土工学会研究発表会