

Ⅲ-B 66

流動化時における基礎の設計手法の遠心振動実験による検証

(株)建設技術研究所

首都高速道路公団

(財)国土開発技術研究センター

(株)建設技術研究所

正会員 松尾 隆志*

正会員 小笠原政文**

正会員 坂本 俊一***

正会員 谷 和弘*

1. まえがき

筆者らは、液状化に伴う流動化の影響を考慮した基礎構造物の設計手法として、FEM解析により地盤の流動量を推定し、応答変位法の考えに基づきこの流動量を基礎構造物に作用させて基礎の変位、断面力を算出する方法を提案してきた¹⁾。また、流動化現象の解明、基礎構造物の設計手法並びに対策工の効果確認のため、遠心場における模型振動実験を行っている²⁾。

本論文では、遠心振動実験により流動化の影響を受ける基礎構造物の設計手法の妥当性について検証した結果を報告する。

2. 模型実験の概要

せん断土槽を用いて、図-1に示す実験模型(実物との縮尺比1/30)を作成した。護岸は控え式の鋼矢板護岸、基礎構造物は杭基礎を想定し、杭頭はフーチングに剛結、杭下端は土槽底面に固定している。加振方法は、遠心加速度30

Gにおいて繰り返し回数10回のサイン波を実地盤換算2Hzで行い、目標入力加速度は150galとした。実験結果は加振中に液状化が発生して護岸が大きく変形し、加振終了後も変形は続いて残留変形が生じた。

3. 地盤の流動量

地盤の流動量の解析は、静的FEM解析を用いて算出する。なお、流動量の算出においては杭基礎はモデル化しない。手法の詳細については文献1)を参照されたい。地盤の液状化前後の変形係数は室内土質試験結果に基づいて設定した。また、液状化層の液状化後のポアソン比は等体積変形を仮定して $\nu = 0.499$ としている。図-2に変形図を示す。実験で

は護岸全体が前傾し、控え矢板背面の地盤が崩壊して大きく沈下しており、解析結果の変形モードはほぼ一致している。また、図-3に護岸背後の地表面の水平変位分布を示す。なお、本解析手法において、FEM

キーワード：液状化、流動化、遠心振動実験、FEM解析、基礎の設計手法

* 〒980-0014 宮城県仙台市青葉区本町 2-15-1 TEL 022(261)6861 FAX 022(261)9831

** 〒100-0013 東京都千代田区霞ヶ関 1-4-1 TEL 03(3502)7311 FAX 03(3502)2411

*** 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 2-8-10 TEL 03(3503)0399 FAX 03(3592)2684

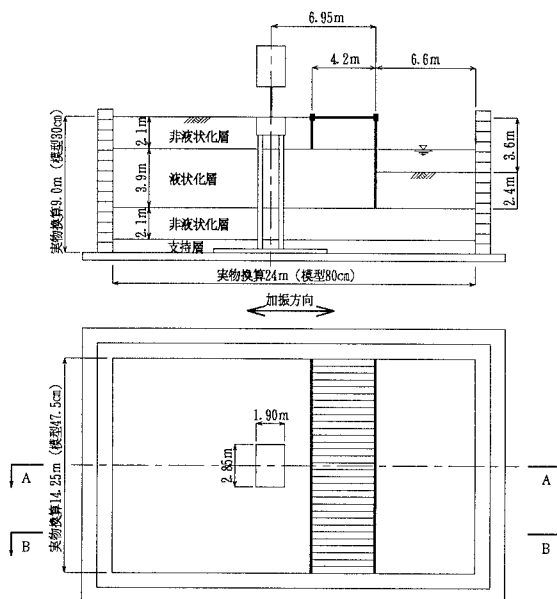


図-1 実験模型

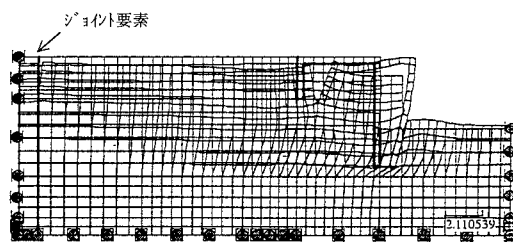


図-2 FEM解析結果 変形図

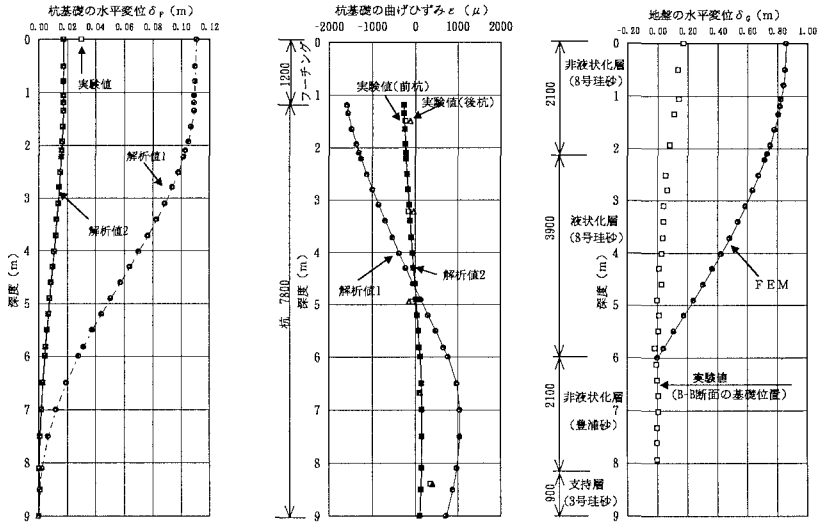
解析では護岸近傍の流動量は護岸に近づくほど小さくなる傾向がある。この理由として、実際には護岸近傍で慣性力の影響が卓越することと解析手法の特性の2点が考えられ、このため、被災事例による検証より護岸から離れた地点のFEM解析値を曲線により近似し、護岸近傍の流動量を推定することとしており、図中に近似曲線もあわせて示している。地表面変位は護岸付近で実験値とほぼ一致するが、護岸から離れるに従って実験値より大きな値となっている。

4. 杭基礎の変位及び曲げひずみ

流動量の算出結果を用いて、応答変位法的な考え方に基づいて二次元骨組解析により杭基礎の変位及び曲げひずみを算出した。

ここで、基礎構造物に作用させる地盤変位は、図-3より基礎位置の地表面変位を近似曲線により推定し、深度方向に $\cos$ 分布としている。図-4に解析結果を示す。図中、杭基礎の変位及び曲げひずみの実験値は護岸の変位が収束した加振終了600秒後（30G場）の値、地盤変位の実験値は実験終了後（1G場、B-B断面）における基礎位置前後の平均）の値を示している。解析の結果は実験値と数値的に若干の違いがあるものの、変形モードはほぼ一致

している。なお、地盤変位の解析値を用いた場合（解析値2）では基礎の変位が実験値より小さな値となっているが、この理由として、B-B断面の護岸の変位はA-A断面より小さく、また基礎位置前後の平均値を用いたことなどにより、地盤変位が小さく評価されたものと考えられる。



*) 図中、杭基礎の変位及び曲げひずみについて、
解析値1：地盤変位のFEM解析値を用いた場合
解析値2：地盤変位の実験値（B-B断面の基礎位置）を用いた場合

図-4 基礎の解析結果

5. まとめ

本論文で用いた設計手法は、いくつかの仮定のもとに、兵庫県南部地震の被災事例により検証を行ったものである。従って、設計手法の精度と実験の精度をあわせて考えるとモードが一致し、変位とひずみも概ね近い値であることから、本設計手法は妥当であると考えられる。

最後に、本研究の遂行にあたり貴重なご意見、御指導をいただいた「地盤流動に伴う高架橋への影響に関する調査研究委員会」（委員長：塩井幸武八戸工業大学教授）の方々に厚く敬意を表します。

【参考文献】1)小笠原、角田、牧田、坂本、松尾：地盤の側方流動を受ける基礎構造物の設計手法、構造工学論文集 Vol.44A、1998年3月、2)小笠原、角田、牧田、五瀬、佐藤、宮田：液状化に伴う流動化に関する遠心振動実験、第24回地震工学研究発表会講演論文集、1997年7月

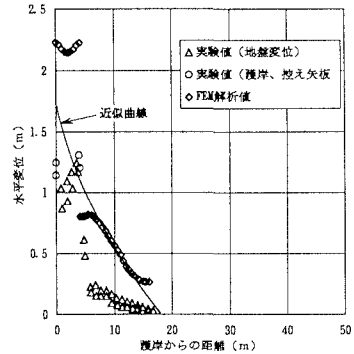


図-3 地表面の変位分布