

高知市街地の液状化解析

高知高専土木工学科 正員 吉川正昭 竹内光生
高知県庁土木課 ○池田一弥

1. はじめに

我が国は、近年関東大震災に匹敵する地震がたびたび起こった。1995年1月17日に起こった兵庫県南部地震では、多くの構造物の被害が発生した。特に、ライフラインなどの液状化の被害によるものも多くみられた。液状化の被害がもっとも大きかったポートアイランドでは、島全体が液状化により30～80cm程度地盤沈下している。1993年1月15日に起こった釧路沖地震では、地中に埋設していたマンホールが凍土を破って浮上した。マンホールの移動量が大きい場合には地下管路との継手部が離脱し、電気通信、水道管への影響などもおこり、都市のライフラインに大きな被害を与えた¹⁾。

高知県でも南海地震が何百年かに1回起こっている。まず、高知市街地での液状化簡易判定を行い、次いで、ポートアイランドでとれた波形を用い、液状化すると判定された判定地点で液状化解析を行なった。

2. 方法と予備解析

地盤の液状化簡易判定では、高知市街地(図-1)を東西に11地点、南北に10地点を取り、南海トラフで地震が起こったと仮定し、マグニチュード(M)8；地下水の平均深さをGL-2m；地盤卓越周期(T_g)0.753秒；地表最大加速度(α_{max})92.6ガルとした。道路橋示方書・建築基礎構造設計指針・国鉄建造物設計標準解説を用い、N値；飽和密度；湿潤密度；平均粒径；細粒分含有量から、液状化に対する抵抗率 F_L を算出した。港湾施設の技術上の基準・同解説では、等価加速度；有効上載圧を考慮した等価N値；粒径から限界N値を算出し、判定表を用いた²⁾。

以上4種類の判定方法を用いて液状化の判定をした。次いで、液状化と思われる地点を選び、液状化解析を行った。液状化解析では、本解析手法が妥当かどうかを検討するため、水平成層地盤の15質点モデルを用いて、液状化による観測結果が得られているポートアイランドで比較した、結果を図-2に示す。同図より、GL-16mと地表での両者が近似するため、本解析手法が妥当であることがわかる。次いで、ポートアイランドの地中で求められた観測波(GL-32m)を入力波形(図-3)として、高知の地盤柱状図³⁾を参考に高知市街地で水平成層地盤のモデル化を図-4に示すように行い、このモデルを用いて解析した。

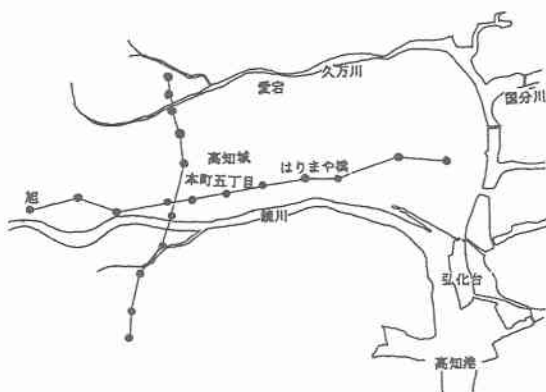
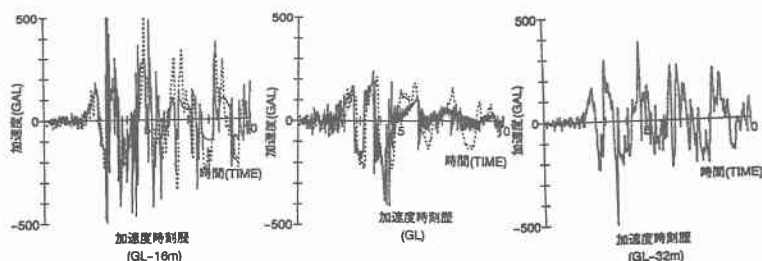


図-1 高知市街地地図



——観測値 -----計算値
図-2 地震波形の観測値と計算値

図-3 入力波形

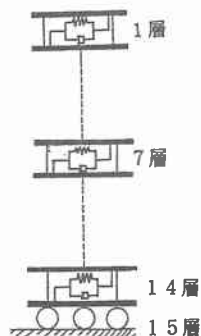
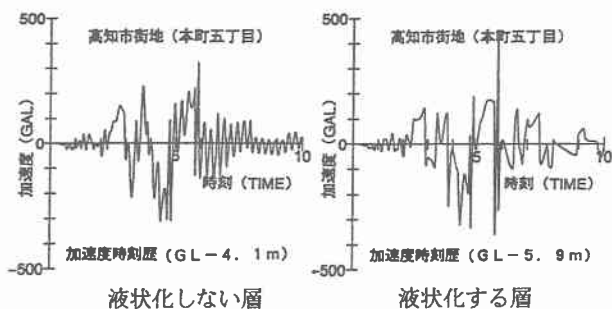
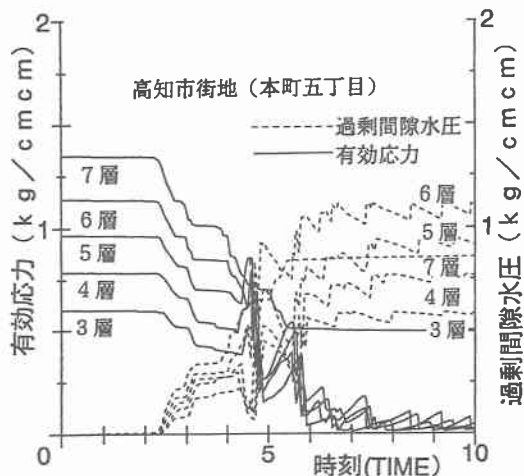
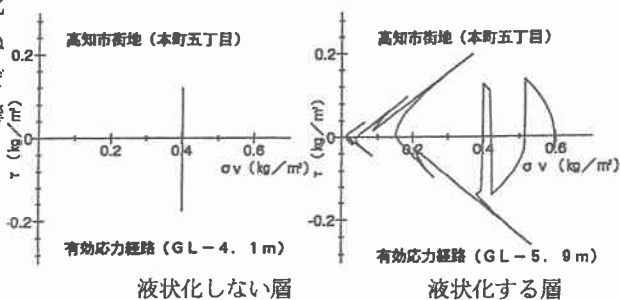
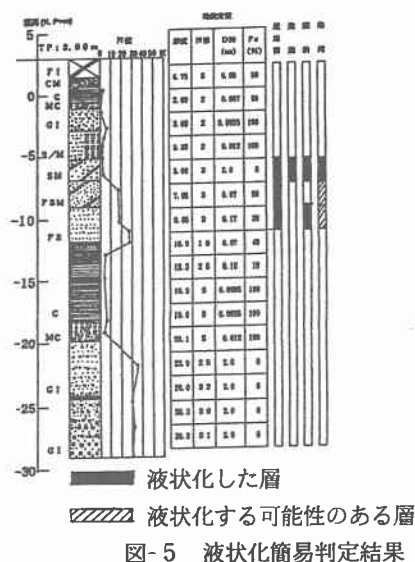


図-4 水平成層地盤のモデル化

3. 結果・考察

高知市街地での4種類の液状化簡易判定ですべてが液状化したのは、3ヶ所(本町五丁目、月の瀬橋付近、鴨田地区)である。一例として図-5には、高知市本町五丁目の液状化簡易判定の判定結果を示した。4種類の判定手法により若干異なるが5m付近の砂層部で液状化が起こることがわかる。

有効応力解析による液状化解析を行ったときの有効応力と過剰間隙水圧の時刻歴を図-6に示す。2.5秒付近から、地中から地上にかけて有効応力が減少し過剰間隙水圧は上昇している。有効応力が0になると液状化現象が起こるので、3～6層目までは液状化することがわかるが、7層目は有効応力の減少が 0.6 kg/cm^2 で止まり液状化には至っていない。液状化が起こった層(3層)と起こらなかった層(2層)の有効応力経路を図-7に示す。液状化しない層は、有効応力が減少しないが、液状化する層は有効応力が徐々に減少していることがわかる。同様に、図-8に両者の応答加速度時刻歴を示す。液状化が起こらなかった層と比べ、液状化する層は波形が崩れて長周期化している。このことから、この層の水圧が地表にぬけ、噴砂現象により、地表地盤が沈下することなどがわかる。特に不等沈下が生じると構造物に悪影響を及ぼすため液状化防止対策が必要であろう。



謝辞)

本研究を行うにあたり(株)奥村組筑波研究所には多大な助言をいただいた。ここに記して謝意を示す。

参考文献)

- 1) 吉川正昭他：マンホールの浮上対策に関する実験的研究、土木学会論文集第1部門、1989.10
- 2) 土質工学会編：液状化対策の調査・設計から施工まで、1993.2
- 3) 高知県建設設計 監理協会編：高知地盤図、1992.3