

液状化を考慮した基礎の耐震設計法の検討

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 ○澤田 亮  
同 上 正会員 西村昭彦

1. はじめに

現在、鉄道構造物の基礎の設計は、昭和61年制定の建築物設計標準：基礎構造物<sup>1)</sup>（以下、基礎標準）に基づいているが、制定後9年が経過しており、橋桁や橋脚躯体等の構造物は限界状態設計法に移行されている。

このような中、基礎標準の改訂が望まれ、限界状態設計法へ移行するための作業が行われている。この改訂作業の中で、液状化を考慮した場合の設計についても限界状態設計法に準じることが必要となり、その耐震設計法について検討することとなった。

筆者らはこれまでに完全液状化地盤中にある構造物の固有周期を算定し、設計水平震度について有効応力解析により検討を行い、液状化を考慮した基礎の耐震設計法について考察している<sup>2)</sup>。

本報告は、一般に液状化発生時は地震動の主要動以後である点などを考慮し、液状化を考慮した基礎の耐震設計法の確立のために、液状化後の地盤の挙動について検討した。

2. 検討方法

過去に液状化が発生した地盤に対して有効応力解析法<sup>3)</sup>により地震応答解析を実施し、液状化発生後の地盤の挙動について検討を行った。解析の対象とした地盤は、1964年の新潟地震、1983年の日本海中部地震の際に液状化の被害を受けた地盤とした。土質柱状図を図1に示す。

また、入力地震動には人工地震波をI種地盤における $M=8 \cdot \Delta=35\text{km}$ の加速度応答スペクトルに適合するように振幅調整（最大加速度220gal）したものをを用いた。波形を図2に示す。

なお、解析に用いた地盤定数は土質柱状図（N値）より推定<sup>4), 5), 6)</sup>し、応力～ひずみモデルはHardin-Drnevichモデルを用いた。

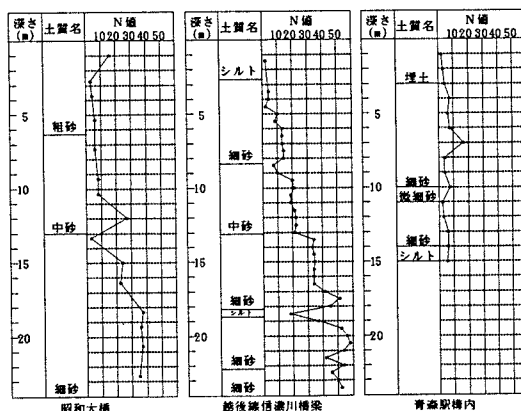


図1 土質柱状図

3. 検討結果

解析で得られた地表面付近の応答加速度と過剰間隙水圧の時刻歴を図3に示す。これによると、昭和大橋以外は液状化が発生してから、応答加速度が急激に減少している。また、液状化発生後の応答加速度を用いて、応答加速度スペクトル、応答変位スペクトルを算定した結果を図4に示す。これによると固有周期が1秒以上では応答加速度は200gal以下となっている。また、応答変位はいずれも12～14cm程度である。液状化した地盤中の構造物は固有周期が大きくなること推測されるので、これらの結果は、液状化を考慮して構造物を設計する際に、設計水平震度の値を小さい見積もれることを示唆している。

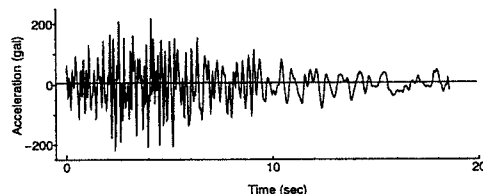
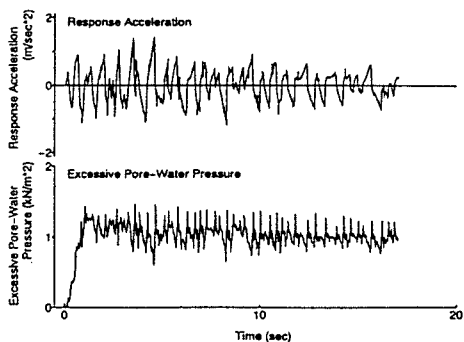
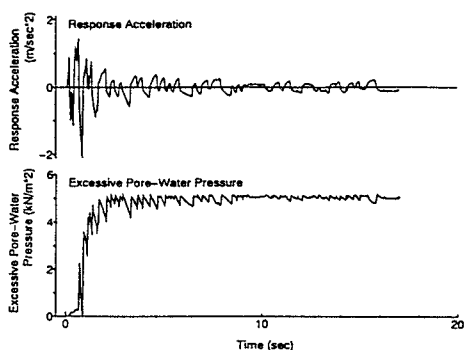


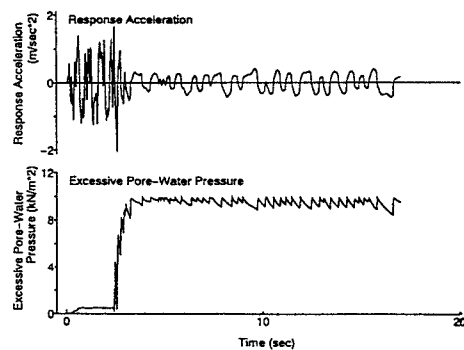
図2 入力波形



昭和大橋

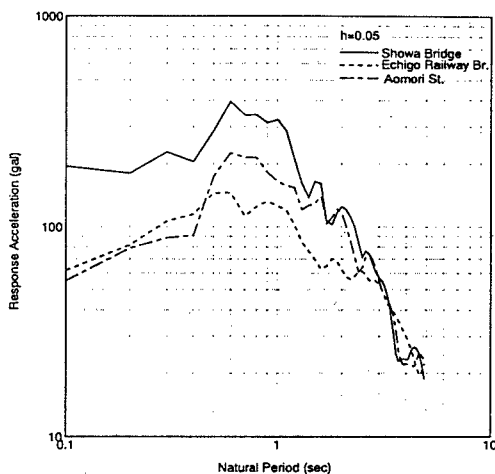


越後線信濃川橋梁

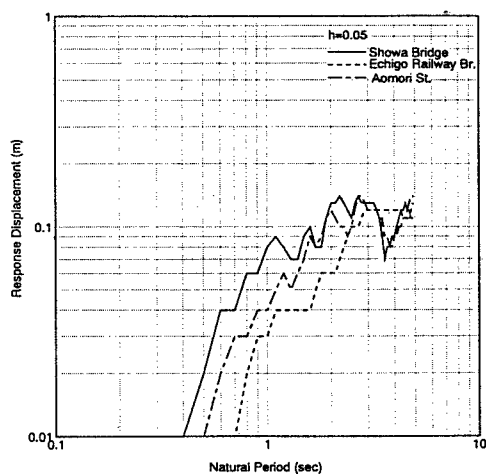


青森駅構内

図3 解析で求めた時刻歴応答



応答加速度スペクトル



応答変位スペクトル

図4 応答スペクトル

#### 4. おわりに

今回の検討はあくまで水平成層地盤中における液状化を考慮したもので、液状化による地盤の側方流動の発生が予想される地盤に基礎を設計する場合には適用できない。この場合には側方流動によって基礎に作用する荷重を評価する必要がある。また、サイクリックモビリティについても考慮する必要がある。

今後は、模型実験等を行い、液状化による地盤の側方流動等を考慮した設計についても検討を行い、液状化を考慮した基礎の耐震設計法を確立したいと考えている。

#### 参考文献

- 1) 日本国有鉄道：建造物設計標準解説（基礎構造物・抗土圧構造物），昭和61年3月
- 2) 澤田，西村：液状化を考慮した基礎の限界状態設計法の一試案，基礎構造物の限界状態設計法に関するシンポジウム，平成7年5月
- 3) 東畑，吉田：YUSAYUSA-2, SIMDL-2 理論と使用法，平成3年10月
- 4) 国生，吉田，長崎：密な砂地盤のN値による液状化判定法，第19回土質工学研究発表会，昭和59年6月
- 5) 草野，阿部，岩本：細粒分を含む自然堆積地盤の液状化特性，第22回地震工学研究発表会，平成5年7月
- 6) 藤井，福田，安田：液状化被災地における全応力解析と有効応力解析の有効性について，第22回地震工学研究発表会，平成5年7月