南海地震想定液状化マップの高精度化に向けた沖積地盤動的特性の検討

高知工業高等専門学校　正員○岡林 宏二郎
高知工業高等専門学校　ﾌｪﾛｰ　多賀谷 宏三
香川大学工学部　正員　山中 稔
(株) 相愛　正員　中村 和弘
(株)旭シンクロテック　正員　長崎 慶

１．はじめに

南海トラフを震源とした海洋型地震（南海地震）は約 100～150 年の周期で発生しており、今後 30 年以内に 50%、50 年以内に 80～90%の確率でM8.4～M8.6 程度の地震が発生すると言われている[1)]。 我々の研究室では、地震時応答解析法(ＭＤＭ法)を用いて液状化判定を行ってきた[2)]。本研究では液状化の詳細判定法で液状化予測精度の向上について以下の点を検討した。解析対象地域は高知市内の市街地とした。

① **断層モデルによる南海地震を想定した地震波の影響**
② **繰返し三軸試験試験から求めた土の繰返し変形特性（せん断弾性係数、減衰定数）の影響**
③ **ＰＳ検層による土のせん断速度 Vs の影響**

２．液状化の予測法

本研究では、室内液状化試験および地震応答解析を行い**図１**に示す詳細法により液状化判定を行った。地盤の動的変形係数や繰返せん断強度比Ｒを振動三軸試験から求め、地盤に地震時に生ずる繰返しせん断応力比Ｌは**ＭＤＭ法**[3)]による非線形全応力地震応答解析により求め、液状化抵抗率 F_L値（F_L＝R/L）より算定した。

地層毎の液状化の判定は抵抗値F_L値を用い、平面的な各地点の液状化の判定はP_L値を用いた。

３．基盤の模擬地震波の推定

基盤層における加速度波形は、断層モデルから作成した南海地震の模擬地震波を用いた。Ｎ値が５０以上の支持層に模擬地震波を入力し、それ以下の層は半無限基盤であると考えた。模擬地震波の一例を**図２**に示す。

４．繰り返し三軸試験

繰返し三軸試験（土の変形特性試験）を行い、せん断ひずみγに対するせん断剛性比G/G_0と履歴減衰率ｈの値を求め非線形パラメタを決定した。はりまや町で 2 供試体、北本町で 2 供試体実施した。

4.1　試験方法

振動三軸試験装置は 10^{-5}レベルのひずみが測定可能な両振り載荷の中型三軸試験装置を用いた。供試体を飽和後（背圧 2.0 kgf/㎠、B値 0.95 以上を確認）、所定の拘束圧で等方圧密を行った。繰返し載荷試験は、振幅一定、周

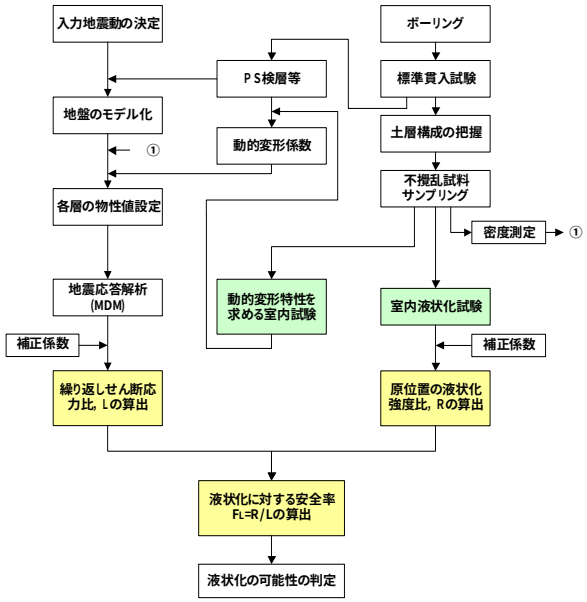

図１　液状化予測法（詳細法）

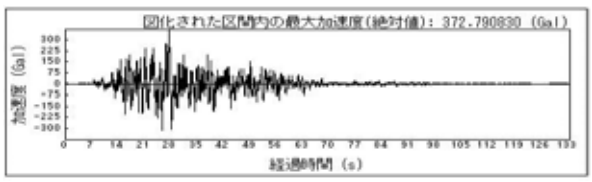

図２　加速度波形（はりまや町）

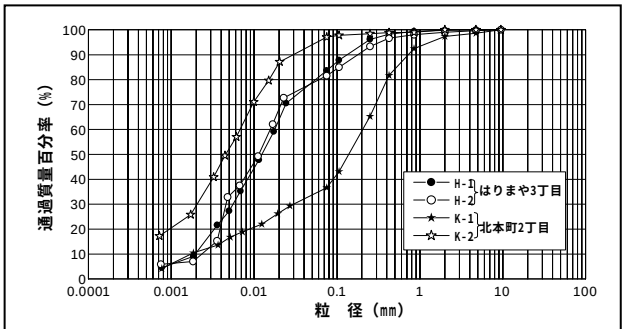

図３ 各試料の粒度分布

キーワード　液状化，南海地震，全応力解析，ＭＤＭ法，振動三軸試験
連絡先　〒783-8508　高知県南国市物部200-1　高知工業高等専門学校　TEL 088-864-5589

波数0.1Hzの正弦波荷重を11サイクル与えた後、再び圧密し、荷重を増加させて変形特性を求めるステージ試験によって行った。試験結果は、繰返し載荷10サイクル目で求め、等価せん断剛性率G_{eq}および履歴減衰率hによって整理した。**図３**に各試料の粒度分布を示す。

4.2　試験結果

試験結果G～γ、h～γ関係の一例を**図４**に示す。いずれも等価せん断弾性率G_{eq}は、せん断ひずみγの増加に伴って低下するとともに、微小ひずみレベルにおいては、ほぼ一定の値に収束する傾向を示している。また、履歴減衰率hについてみると、せん断ひずみの増加とともに増加し、微小ひずみレベルにおいては、ほぼ一定の値に収束する傾向を示しており、ひずみ依存性が認められる。

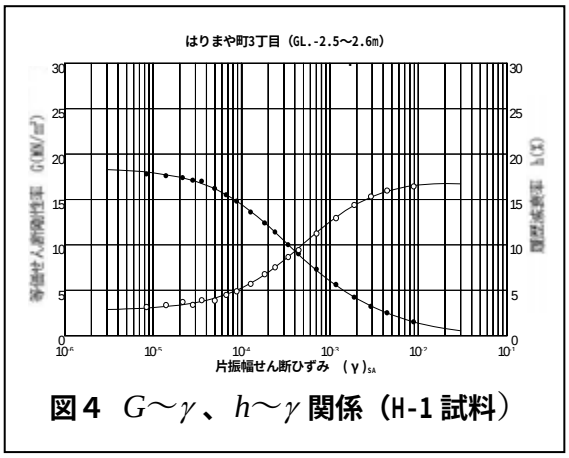

図４　G～γ、h～γ関係（H-1試料）

５．液状化強度試験による液状化特性

液状化試験結果の一例を**図５**に示す。これは両振幅軸ひずみがDA=5%の時の繰返し回数Ncと繰返しせん断応力比R_L（=σd/2σo'）の関係を示したものである。液状化強度は小さく、繰返し回数Nc=20回におけるせん断応力比は、R_L=0.19程度である。

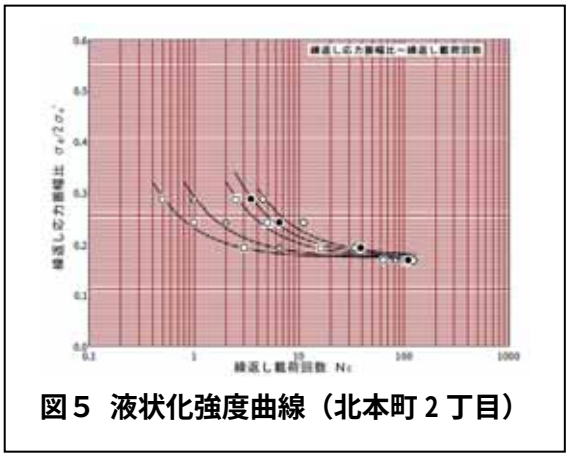

図５　液状化強度曲線（北本町２丁目）

６．解析精度の検討

図６に高知市高須地区の解析結果を示す。図中の（１）が①~③すべてを考慮した結果で、（２）は経験的手法により作成した模擬地震波を用いた結果である。（３）は、h,G～γ関係に既存のデータを用いた場合の解析結果で、（４）はＶｓをＮ値から推定した解析結果である。結果として以下の点が明らかとなった。

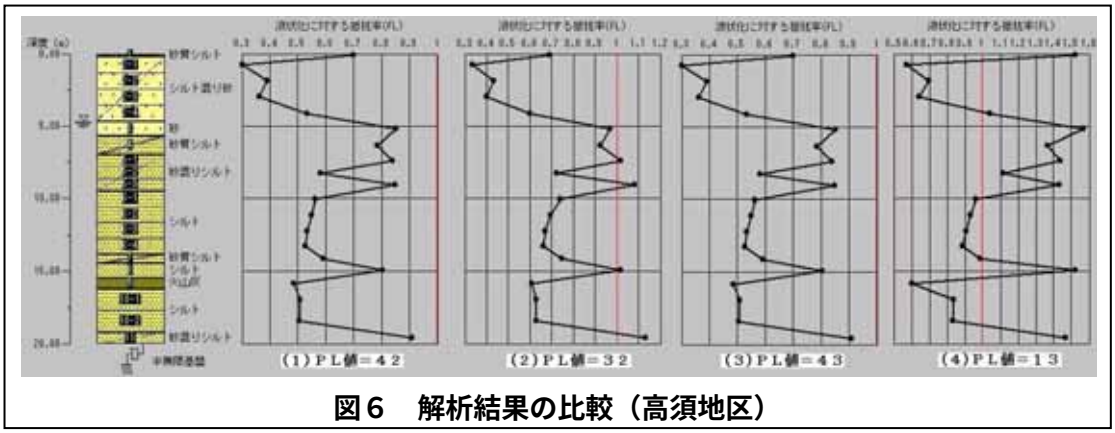

図６　解析結果の比較（高須地区）

１）振動三軸試験の結果を適用したが、解析結果に殆ど変化が見られなかった。したがって、実地盤と既存値（土研や港研値）との対応関係を確認すれば、既存値が適用できると考える。

２）ＰＳ検層の値から液状化判定を行うとＰL値が２～３倍高くなり、危険側の判定結果である更に他地点についても実施し比較検討をする必要がある。

なお、本研究は社団法人**四国建設弘済会**の『平成１５年度建設事業に関する技術開発支援制度』による助成を受けて実施したものである。

参考文献　１）今西清志他：来るべき南海地震に備えて，高知県地盤工学研究会テキスト(講演要旨集),2001.5,pp1～2,pp16～18.　２）竹中佳，岡林宏二郎：南海地震を想定した高知県内地盤の MDM 法により液状化予測，平成 16 年度土木学会第 59 回年次学術講演会，概要集 3-199　pp99～120,2004.　３）熊崎 幾太郎：微小ひずみ時剛性の最大ひずみレベル依存性を考慮した土と鋼の履歴モデル，土木学会論文集 No．743／III-64，1-20，2003.9.