

論文題目：“南海・東南海地震の大阪府域における強震動予測”

著者：鶴来雅人，趙伯明，Petukhin Anatoly，香川敬生  
掲載：Vol.51A，pp.501-512，2005年3月

討議 [ 佐藤忠信（早稲田大学） ]

この発表で仮定されている地震断層モデルについての不確定性の影響を評価することが必要と思いますが，それに関してはどのようにお考えでしょうか。

回答：断層モデルの不確定性の影響を評価することが重要であることは認識しておりますが，3次元差分法による長周期地震動の計算には多大な計算時間が必要であるため，今回の検討では断層モデルの不確定性の影響を検討しておりません。なお，奥村・ほか<sup>3)</sup>はアスペリティ総面積，アスペリティ配置，破壊開始点，破壊伝播速度といった震源パラメータのばらつきの影響評価をしています。また，海溝型地震については，そのアスペリティは過去の地震とほぼ同じ位置に出現することが多いという研究事例<sup>2)</sup>もあり，これらの研究が進展すれば今後断層モデルの不確定性の影響を小さくすることが可能になると思われます。

参考文献

- 1) 奥村俊彦・佐藤俊明・石井透，P.Somerville・R.Graves・N.Collins：断層パラメータの変動に伴う地震動のばらつきに関する基礎的検討，第28回地震工学研究発表会，No.167，2005。
- 2) 山中佳子：大地震アスペリティのマッピング，地震災害軽減のための強震動予測マスターモデルに関する検討第3回シンポジウム論文集，pp.69-76，2005。

討議 [ 清野純史（京都大学） ]

広域的な地表面の不規則性(山地地形など)はここでは考慮されてませんが，既往の研究などから判断して，地震動に与える影響はかなり大きなものなのか，あるいは無視できるものなのかどうか教えて下さい。

回答：地表面の不規則性が地震動に及ぼす影響に関して検討した事例としては，以下に示す事例がありますが，いずれもローカルな丘地形を対象としたものです。3次元差分法では地表面の不整形を考慮することが難しく，本検討では水平面として計算しています。FEMでは地表面の不整形性の考慮も可能ですが，計算が更に膨大になり広域の計算には適しません。近年，ボクセル要素を用いたFEM<sup>1)</sup>が地震動計算用に開発されており，計算に必要なメモリーや演算時間を大幅に減少させることが可能となってきています。秋山・ほか<sup>2)</sup>はこのボクセル型FEMと統計的グリーン関数法を組み合わせた強震動シミュレーターを開発し，その有用性の検討をしています。この検討では地表面の不整形性を考慮していませんが，今後，これらを用いた展開が期待されます。

<事例1> 北川・ほか<sup>3)</sup>は「地盤調査，常時微動観測，地震観測等のデータに基づき，丘地形を有した釧路地方気象台では，その地形効果や地盤特性により0.3秒より短周期領域で増幅が見られる。」としています。

<事例2> Pitarka and Irikura<sup>4)</sup>は神戸海洋気象台を対象に3次元差分法により数値シミュレーションを行い，「丘地形の影響により1~3Hzの周波数帯域で増幅がみられる。」としています。

参考文献

- 1) Koketsu, K.・Fijiwara, H. and Ikegami, Y. : Finite-Element Simulation of Seismic Ground Motion with a Voxel Mesh, *Pure and Applied Geophysics*, 161, No.11-12, 2463-2478, 2004。
- 2) 秋山伸一・池上泰史・アフリナル・瀧澤一起：大規模3次元地下構造のモデル化と強震動シミュレーション，第28回地震工学研究発表会，No.24，2005。
- 3) 北川良和・大川出・鹿嶋俊英，小山信：釧路地方気象台地盤・建物及びその周辺地域での地震動特性，第10回日本地震工学シンポジウム，pp.823-828，1998。
- 4) Pitarka, A. and Irikura, K. : Modeling 3D surface topography by finite-difference method: Kobe-JMA station site, Japan, case study, *Geophysical Research Letters*, Vol.23, No.20, pp.2729-2732, 1996。

論文題目：“地震入力エネルギーと必要強度スペクトルが損傷評価に及ぼす影響”

著者：木村至伸，佐藤 伸，河野健二  
掲載：Vol.51A，pp.521-528，2005年3月

討議 [ 高橋良和（京都大学） ]

簡単なモデルとしてバイリニアモデルを用いていますが，Parkらの損傷指標を用いている様にRCを対象としているのですから，少なくとも剛性劣化型を用いるべきではないでしょうか。また，バイリニアでは他のモデルに比べて残留変位がステップ状になりがちではないでしょうか（1次剛性の範囲で揺れる場合には残留変位は変化しない）。

回答：本研究で検討した残留変位の評価では下記論文の結果との比較を行った。この論文では，バイリニア型を用いた検討が行われており，比較を容易に行うためにバイリニア型モデルを用いて検討した。しかし，ご指摘のように，Parkらの損傷指標はRCを対象としており，剛性劣化型を用いた検討も必要であるとする。また，バイリニア型では他のモデルに比べて残留変位がステップ状になりがちではないかのご指摘であるが，これは，履歴モデルよりも入力地震動の振動特性の影響が多いと考えている。

論文(参考文献番号12)：川島一彦，星隈順一，長尾和宏：残留変位応答スペクトルの提案とその適応，土木学会論文集 No.501/ -29，pp.183~192，1994.10

論文題目：“質量変化が損傷同定手法の制度の与える影響と初期値に依存する同定結果への集団学習の適用”

著者：古川愛子，清野純史，大塚久哲  
掲載：Vol.51A，pp.537-548，2005年3月

討議 [ 庄司 学(筑波大学) ]

初期値のサンプルの方法について，具体的に解析対象システムに対してどのようにして決めているのでしょうか。

回答：5.3(1),(2)にございますように，質量減少率・減衰増加率・剛性低下率の初期値として，0~1.0の一樣乱数を発生させて初期値のサンプルを作成いたしました。初期値のサンプル数N，推定値のサンプル数Mの設定については，N，Mの値が大きいほど多くのサンプルの推定量を組み合わせることになり，精度の向上が期待されます。本研究では，N，Mの値を徐々に増やして，これ以上増やしても結果に変化が見られなくなったときの値を選択いたしました。

論文題目：“応答変位法を用いた沈埋トンネル縦断方向の耐震設計における地盤変位の評価法および杭・継手・地盤剛性の影響に関する考察”

著者：橋 義規，大塚久哲，宮森保紀，矢野恵美子  
掲載：Vol.51A，pp.549-559，2005年3月

討議 [ 五十嵐 晃(京都大学) ]

立坑・トンネルの構造モデルにおいて，右端部ではどのような境界条件を用いていますか。また，境界条件が，得られる結果に与える影響についてはどのように考えておられますか。

回答：本研究で使用した立坑・トンネルモデルの右端部境界条件は自由境界としており，それ以外の節点と同じ自由度（鉛直面内の2次元問題における3自由度）としています。境界条件が解析結果に及ぼす影響について定量的な把握はしてありませんが，本研究で実施した立坑・トンネルモデルの解析は，別途3次元FEM解析で算定した地盤変位を静的に与えており，入力地盤変位が図-4に示すようにモデル右端で一定値に収束しておりますので，境界条件の影響はさほど大きくないと考えております。

論文題目：“堤防盛土に隣接する半地下RC道路トンネルの地震時挙動”

著者：小野祐輔，清野純史，浜田信彦，李圭太，玉井達毅  
掲載：Vol.51A，pp.569-578，2005年3月

討議 [ 松本敏克(株)ニュージェック ]

躯体の平均的な見かけの重量を考えた場合，周辺地盤に比べて小さいと考えられます。重量の大きな盛土部分と重量の小さな躯体部分が隣接する場合，重いものが沈下し，軽いものが浮き上がるように思われますが，重量の観点から

考察されているのであればお教え下さい。

回答：本論文中で示した解析では，重力の影響は初期応力状態を決めるためだけに用いており，地震動が作用している間の影響は考慮していません。ご指摘の現象は，液状化が発生し大規模な変形が生じる際には大きな問題となると考えられますが，本論文では半地下RCボックスとそれに隣接する盛土の動的相互作用の解明に主眼を置いており，液状化の発生は考慮していません。したがって，ご質問のような考察は行っておりません。

論文題目：“先端翼付き鋼管杭の先端部挙動及び復元力特性に関する研究”

著者：大塚久哲，棚邊 隆，土淵貴臣，山崎智彦  
掲載：Vol.51A，pp.585-592，2005年3月

討議 [ 澤田純男(京都大学) ]

実験での杭の設置は回転させて行ったのでしょうか。そうでなければ，回転させて設置すると周りの地盤を乱すので，この実験とはかなり挙動が違ってくるのではないのでしょうか。

回答：本実験では，本文2.4 模型杭概要にも述べたように，杭下端レベルまで試験土槽内の地盤を作成した後，試験杭を設置し，所定高さの地盤に仕上げており，試験杭を回転貫入したものではありません。

御指摘のように，回転貫入される杭の周辺地盤は先端翼により乱され，この実験の挙動と異なるかもしれないという想定は否定できません。

しかし，本件は砂地盤を対象としており，砂地盤の強度特性が相対密度に依存すること，および回転貫入杭は無排土で施工される（周辺地盤は杭の体積分締め固められる）ことを考慮すれば，本実験は設計的には安全側の結果を与えているものと考えています。

論文題目：“摩擦杭による免震基礎構造の可能性”

著者：澤田純男，永田正人，室野剛隆  
掲載：Vol.51A，pp.593-601，2005年3月

討議 [ 松本敏克(株)ニュージェック ]

摩擦杭と支持杭で，解析上のモデル化の違いはどのようなところでしょうか。

回答：解析モデルでは杭を1m毎に分割し，それぞれに質点と地盤バネが付いていますので，摩擦杭モデルでは質点20個に地盤バネが20個，支持杭モデルでは摩擦杭モデルと同じ質点20個と地盤バネ20個に加えて更に質点10個と地盤バネ10個が付いていることとなります。また杭先端にも鉛直方向の地盤バネが付いていますが，摩擦杭モデルは先端が支持層に達していないので，支持杭モデルの杭先端に付いている地盤バネより剛性の小さな地盤バネが付いています。フーチングに水平力が加わった場合には，主に地盤の浅いところが変形しますので，摩擦杭モデルと支持杭モデルではあまり差がありません。

一方フーチングにモーメントが作用した場合には、支持杭モデルでは杭先端付近の硬い地盤バネが反力を受け持つのに対して、摩擦杭モデルではそれらの地盤バネが存在しないため変形量が大きくなり容易に降伏してロッキング角が大きくなります。