

論文題目：“逐次拡張型ライフラインシステムの地震リスク解析”

著者：今井俊雄・星野真澄・小池武

掲載：Vol. 57A, pp. 309-317, 2011 年 3 月

◆討議 [党紀氏（京都大学）]

供用期間中にいくつかの規模の異なる地震が発生する可能性も有り得ることから、大地震ではないが、中規模の地震による損傷の累積を考慮する必要はあるのか？

◆回答：原則的には、供用期間中に来襲するすべての地震による損傷累積を考慮する必要がある。しかし、中小地震では弾塑性応答を引き起こす構造物応答が発生する可能性が小さいことが予測されるので、主として、大地震時の影響のみを考慮して、その結果にある程度の安全余裕度を考慮することで、地震時の損傷累積度を簡便に推定することが可能と推定される。本論文では、レベル1地震動とレベル2地震動の両方をそれぞれ別個に考慮できる耐震安全性照査式を提案している。解析精度の要求水準は、解析対象の地震リスクの要求精度との兼ね合いから決定されるべきであろう。検討対象地震動を増加させることで、その要求解析水準に応じた地震リスク解析が可能と考えられる。

論文題目：“地表位置の距離減衰式から工学的基盤位置の地震動を推定する簡易手法”

著者：坂井公俊・室野剛隆・桐生郷史

掲載：Vol. 57A, pp. 332-339, 2011 年 3 月

◆討議 [党紀（京都大学）]

回帰式を得ていますが、各地表の加速度の平均値を用いているため、バラツキに関して、どういうふうに、回帰式の概定率を定めるのか？

◆回答：ご指摘の通り、今回提案した回帰式は、基盤か

ら地表面までの地震動増幅の平均値を表現した式になります。そのため、地震動の確率論的な評価や、設計における安全側の配慮を行う際には、バラツキを考慮した検討を行う必要があります。このバラツキについては、図-6 に標準偏差という形で図示しておりますが、PGV、PGA の増幅率評価式が有する標準偏差はともに 0.30 程度となっております。よってこの値を用いることで、バラツキを考慮した増幅評価が実施できると考えております。

◆討議 [三神厚（徳島大学）]

PBA は基盤加速度ですが、地中基盤でしょうか？露頭相当の基盤のものでしょうか？

◆回答：PBA は、露頭基盤を想定しております。そのため、解析時の入力条件としては、基盤面上部にダッシュポッドを付けて、基盤に入力波を 2E の条件で入力した検討を行っております。

◆討議 [紺野克昭（芝浦工業大学）]

増幅率は地盤固有周期に依存している傾向が顕著に見られるが、なぜ、周期 0~1 秒の平均値で整理しているのか？また、設計での使用を考えた場合、地盤種別の周期範囲で増幅率の平均を求めて整理した方が順当に思えるが、いかがでしょうか？

◆回答：ご指摘の通り、増幅率は地盤の固有周期に大きく依存しております。そのため基盤地震動と対象地点の地盤条件を用いて地表面地震動を詳細に把握したい場合や、地盤条件が特定されている地点の地表面地震動から基盤地震動を推定する場合には、地点の固有周期や他の指標を用いて増幅率を評価することが妥当であるとと考えております。本研究はあくまで、多様な地盤構造の影響を総合的に含んだ地表面位置での多数の地震記録に基づいて設定された距離減衰式から、基盤位置での地震動を推定することが目的であります。そのため、特定の地盤や地震動を想定したものではなく、既往の研究に用いられている加速度増幅（1.4 倍）となるような地盤

(本研究では「平均的な」地盤と定義しております)を選定した結果,周期0~1秒の地盤増幅の平均増幅を用いるのが良いのではないかと、という結果に至っております。さらには、この「平均的な」地盤を用いて、入力レベルに応じた地表面位置での距離減衰式から得られる加速度を基盤位置へ補正する際の係数を算定したものであります。

論文題目：“位相を考慮したサイト特性置換手法の震源近傍地点での適用—2004年新潟県中越地震における検討—”

著者：秦吉弥・一井康二・丸山喜久・福島康宏・酒井久和・中村晋

掲載：Vol.57A, pp.340-353, 2011年3月

◆討議 [党紀 (京都大学)]

サイトの位相を余震で計測するのですが、余震の震源と本震の震源の位置とメカニズムが一致する条件は必要でしょうか？

◆回答:推定対象とする本震と中小地震観測で得られた余震の地震メカニズムが類似していたほうが、本震観測記録の位相特性(波形形状)を比較的良好に再現することができます。そのため、中小地震観測を行い得られた記録の中で、本震の地震メカニズムと比較的近いメカニズムを有する中小地震を経験的サイト位相の規定地震として採用したほうが良いと考えます。

◆討議 [三神厚 (徳島大学)]

高速道路のフラジリティーカーブを作るのが目的のことですが、堀之内 IC 以外でも余震観測を同時に行われたということでしょうか？ IC ごとの観測では、最低でも 10km は離れており、粗いのではないのでしょうか？

◆回答:同期間ではないですが、堀之内 IC 以外の IC や IC 間などでも中小地震観測を行っています。さらに、地震観測地点間が比較的離れている場合には、常時微動計測を数多く行うことによって補間しています。

◆討議 [紺野克昭 (芝浦工業大学)]

逆フーリエ変換をして地震波形を推定する際に、波形のフーリエスペクトルを Parzen Window を用いた平滑化処理をしています。したがって、推定される波形の振幅は、バンド幅に左右されると思われるが、どうでしょうか？

◆回答:バンド幅に左右されると思いますが、本研究で主に着目している 0.5~2.0Hz 速度波形の振幅値に大きな影響を及ぼさない比較的狭いバンド幅 (0.05Hz) の Parzen Window (経験的値) を採用しています。

論文題目：“滑走路地盤の部分的な液状化対策に関する実験的研究”

著者：池野勝哉・三藤正明・中澤博志・菅野高弘

掲載：Vol.57A, pp.354-366, 2011年3月

◆討議 [三神厚 (徳島大学)]

地盤改良を行うと、地盤の V_s はどの程度、向上するのでしょうか？

◆回答:本研究で用いた地盤改良(溶液型薬液注入工法)では、せん断剛性が 1.1 倍に向上するとされており、 V_s では約 5% 向上する程度です。本工法は間隙水を薬液に置換し、サンドゲルとして強度を発揮するものですが、薬液自体にはそれほど強度はありません。

◆討議 [大矢陽介 (港湾空港技術研究所)]

せん断履歴がない、BP を上げて液状化させた砂の圧密後体積ひずみは、 $e-\log p$ 関係で、弾性体(膨潤曲線)として、評価できるのか？

◆回答:本実験条件下で $e-\log p$ を整理すると、過剰間隙比 ~ 0.6 程度までは、弾性(膨潤曲線)の関係がありました。しかし、特に 0.8 以上の水圧比では非線形性が強い現象であるため、弾性モデルで扱うのは難しいと考えられます。そこで、本論文では数値解析の際に、既往文献を参考に図-22 にありますように、水圧比 ($\Delta u/\sigma_0$) と体積圧縮係数比 (mv/mv_0) の関係を直接用いて沈

下量を評価しております。

◆討議 [飯田毅 (大阪産業大学)]

1. 振動台 5Hz の正弦波 20 波加振に比して、現場実験での発破加振との関係について、波の経路の差異が大きいです。その点について、コメントを頂きたい。
2. 発破加振での地盤の振動波形が示されていないですが、かなり衝撃的波形と思われます。波形の具合はどの程度で、卓越振動数はどの程度でしょうか？
3. 発破間隔 $T=0.2$ 秒とは、パルスを連続的に与えて、約 5Hz を再現していると考えてよろしいでしょうか？

◆回答：

1. ご指摘の通り、入力波は模型実験では土槽の下端からせん断波として作用し、現場実験では発破によるせん断波と衝撃波の両方が作用しますので、異なる条件といえます。両実験の外力条件をそろえることは困難ですので、前者は実地震動における主要周波数が 1Hz と仮定し、1G 場の相似則を適用して周波数を 5Hz にしました。また、後者の発破実験では、地盤の卓越周波数 3Hz を避けるとともに（周辺環境への配慮）、試験体への悪影響がない程度の振動に抑える必要があります。これは、過去の発破実験（例えば、菅野ら：発破を用いた港湾・臨海部都市機能の耐震性向上に関する十勝港における実物大実験、日本地震工学シンポジウム論文集、11 巻、pp. 901-906, 2002）や予備実験によって決定されたものです。しかし、本研究ではポスト液状化挙動に着目しておりますので、いずれの実験も「液状化させる」ことを主目的に外力条件を決定し、液状化後の挙動について考察しております。
2. ご指摘の通り、水平加速度のピークは 4G、鉛直加速度は 6G を越えるような大きなスパイク状の衝撃的な波形が計測されております。実験では 0.2s で制御発破を行っておりますので、卓越周波数は 5Hz と原地盤の卓越周波数が 3Hz にもややピークが見受けられました。
3. 先述の回答 1 に述べましたが、現場実験での発破間隔を決定する際には、模型実験での入力地震動とは無関係に決定しております。

論文題目：“鋼矢板を用いた海岸堤防の液状化・津波対策に関する模型振動台実験 ”

著者：中澤博志・菅野高弘・吉田誠

掲載：Vol. 57A, pp. 367-377, 2011 年 3 月

◆討議 [飯田毅 (大阪産業大学)]

1. 模型矢板の下端固定条件について記述がないですが、どうなっているのでしょうか？
2. 恐らく下端は振動台底面に固定されていると思われますので、その際、矢板下端の鉛直変位とは矢板が水平に変位した際の鉛直量ですか？
3. 今回は、検討対象外ですが、津波が矢板天端を超えた際に、裏埋土が洗掘されますので、矢板の支持地盤が無くなると思われます。その事も今後の検討して必要があると考えますが、コメントを頂ければありがたい。

◆回答：模型矢板の下端固定条件は、振動台底面に固定です。鋼矢板の鉛直変位につきましては、矢板が水平変位をした際のたわみによる変位を示しております。また、津波が矢板天端を越流する場合ですが、本研究ではもともと堤防機能を消失しても、残存した鋼矢板でもたせる仕様を想定しておりますので検討は行っておりません。ただし、津波に対する構造的な安定性については、今後検討したいと考えております。

◆討議 [三上卓 (群馬高専)]

東日本大震災の被災状況では、津波の越流や回り込みにより、堤防の背面土が引き波でえぐられているのが見られたが、その場合も性能を確保されるのか？また、対策は考えられるのか？

◆回答：今回は想定される津波高に対し、面的防護が確保できるという前提で検討しております。性能につきましては、地震と津波を一体的に評価する必要があるため、今後、検討する予定です。

◆討議 [三神厚 (徳島大学)]

海岸堤防が液状化により被害を受けても、背後の矢板で津波に抵抗するとのことですが、今回の大震災を受けて、その見解に変化はありますか？

◆回答：同様な構造形式を見ておりませんので、東日本大震災をモデルケースとした地震・津波による複合的な被害について、実験的に検討するつもりです。

論文題目：“土骨格との相互作用を考慮した地震時動水圧のモデル化”

著者： 大矢陽介・吉田望・菅野高弘・小濱英司

掲載：Vol. 57A, pp. 378-385, 2011年3月

◆討議 [三神厚 (徳島大学)]

1. 土骨格の積分点の数を2, 間隙の積分点の数を1としていますが, 土骨格の積分点数を2としても妥当な答えが得られるというのは, 土骨格を剛体として扱っているからという理解でよろしいでしょうか?
2. 透水係数の大小によって, 土骨格と間隙との相互作用の程度が変化するわけですが, 積分がうまくいったり, いかなかったりするのでしょうか?
3. また, 砂時計不安定ながらもオーバーフローせずに計算ができた場合の答えは, ある程度, 妥当なものだったのでしょうか?

◆回答：

1. 土骨格は完全な剛体ではなく, 剛体を想定した大きな剛性を設定しています. このような剛体を想定した土要素に対する積分法の検討は行っていません. 剛体ではない土骨格の積分点数が2としても妥当な答えが得られることを, 静的な問題でも確認しています. 参考文献をご参考下さい.
2. 論文で示した計算がうまくいかなかった例は, 透水係数が大きく相互作用がほとんど無い条件でした. 透水係数が小さく相互作用が大きくなれば, 計算は安定するものと予想していますが, 確認はしていません.
3. 例題の砂時計不安定を示し, オーバーフロー直前までの結果は妥当なものでした. また, 砂時計不安定が発生すると変形が不適切になり, 個々の節点変位は異常な値を示しますが, 周辺要素で平均化した変位や, 本論文のような動水圧は, 適切な値を示すと考えています.