L2 地震下で顕著になる河川堤防直下の軟弱粘性土の揺すりこみ沈下挙動

名古屋大学 (正)〇中井健太郎, (フェロー)野田利弘, (学)黒口拳四朗

1. はじめに

日本の国土は起伏に富んでいるため、可住地が狭く、都市機能が沖積平野に集中している.平野部は一般的 に地下水位が高いことに加えて、堆積年代が若いことから地盤が軟弱であることが多く、地震時に液状化をは じめとする地盤災害が発生する危険性が高い.人口・資産が集中した区域で河川堤防が被災し、決壊すると、 甚大な浸水被害につながってしまうため、河川堤防の耐震性照査および適切な対策が重要である.本報では、 小規模河川を対象に、河川堤防の地震時の地盤変状予測を行うことを目的とする.当該地を含めて各自治体で 公表されている津波浸水深ハザードマップの多くは、最大クラスの津波発生時における河川堤防の取り扱いに ついて、一律的に地震発生時に現在の堤防高が75%喪失し、越流時に破壊するという条件のもとでシミュレー ションを行っており、悪条件化での安全側評価を行っている.このような簡易手法の妥当性や問題点を抽出す るために、本報では、現位置での調査結果をもとに詳細な弾塑性モデル化を実施し、異なる外力シナリオ下(L1 相当地震動およびL2 相当地震動)での地震応答解析を実施した.使用した解析コードは、土の骨格構造とそ の働きの差異によって砂から粘土、両者が混在した中間土を同じ理論的枠組みで記述する土骨格の弾塑性構成 式 SYS カムクレイモデル¹⁾を搭載した水~土骨格連成有限変形解析コード *GEOASIA*²⁾である.

2. 解析条件

解析に用いた有限要素メッシュを図-1に示す.沖積層厚が薄く砂質土が支配的なA断面と,沖積層厚が厚 く砂質土層の下に粘性土層が厚く堆積しているB断面を対象とした.ともに表層の埋土と砂層1はN値が小 さく液状化の危険性が高い.また,B断面の粘土1層はシルト分が多いことに加えてN値が0~2と小さく, 軟弱な状態にある.解析に用いた弾塑性性状は原位置の地盤調査結果をもとに決定した.また,左岸川表側に 設置されている矢板は線形弾性体としてモデル化した.水理境界は,側面および底面は非排水境界,地盤およ び堤防の表面波大気圧境界(常に水圧ゼロ)とした.両側面には側方要素単純せん断境界を採用し,地震中は 底面に粘性境界を設けている.図-2に2つの入力地震動を示す.L1地震動は,国土交通省国土技術政策総合 研究所³⁾で公開されている地方港湾L1地震動の1つを用いた.L2地震動は,内閣府が公開の当該地点周辺に おける南海トラフ地震に長周期成分を新たに含めた想定地震動⁴⁾を用いた.L2地震動はL1地震動に比べて, 最大加速度が大きく継続時間が長いことに加えて,1秒以上の長周期成分を多く含む.





〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 TEL: 052-789-5203, FAX: 052-789-3836

3. 解析結果

図-3,4 に断面 A および断面 B に L1 地震動を入力した時の解析結果を示す. 両断面ともに表層の埋土および 砂質土で平均有効応力が低下して液状化に近づくため(図は省略),表層部でせん断ひずみが発生しているが, 堤防周辺や地盤深部ではほとんど発生していない. また,堤防の沈下量は,断面 A で 0.6m,断面 B で 0.75m

(それぞれ初期堤防高の20%喪失)減少しているが、その沈下量のほとんどは盛土部で生じている.本解析で は盛土部を飽和土としてモデル化している(豪雨などの影響で盛土に十分水が浸透しているような状態)ため、 変形は大きめに生じているものの、堤防の変形は小さく、L1 地震動では河川堤防は健全性を保つ.

図-5,6に断面 A および断面 B に L2 地震動を入力した時の解析結果を示す.両断面ともに,表層砂質土の液 状化が甚大化し,堤防自身と堤防直下のせん断ひずみは L1 地震動と比べて増大する.堤防の沈下量は,断面 A で 1.2m(初期堤防高の 40%喪失),断面 B で 1.9m(47%喪失)と大きくなっているが,内閣府等における 浸水被害予測で用いられる堤防高 75%喪失にまでは至らないことを確認した.ただし,断面 B を見ると,堤 防直下の粘性土層でせん断ひずみが大きくなっている.従来,粘性土は地震時に安全であるとも言われてきた が,本解析のように軟弱粘性土の場合,堤防直下のように偏荷重を受けている場所では,長時間,長周期の強 い揺れが継続すると,地盤が乱され,地震被害が発生しうることがわかった.



図-6 断面 B に L2 地震動を入寮した時の解析結果(せん断ひずみ分布,右岸堤防の沈下量)

参考文献 1) Asaoka, A. et al.: An elasto-plastic description of two distinct volume change ..., *S&F*, **42**(5), 47-57, 2002. 2) Noda, T. et al.: Soil-water coupled finite deformation analysis based on a rate-type ..., *S&F*, **48**(6), 771-790, 2008. 3) 国土 交通省国土技術政策総合研究所 http://www.ysk.nilim.go.jp/kakubu/kouwan/sisetu/sisetu.html 4) 福井優太ら: 仮想現実 技術と振動台を組み合わせた..., 日本建築学会 2017 年度大会学術講演梗概集, 407-408, 2017.