

矢作川下流部地盤の動的変形特性を用いた地震応答解析の一例

国土交通省豊橋河川事務所 日比野 修
(株)建設技術研究所 楊 雪松；正会員 ○堀川太郎

1. はじめに

矢作川は、典型的な砂河川であり、切迫性が高まっている東海地震や東海・東南海連動型地震等の巨大地震による地盤の液状化・流動化に伴う堤防の耐震性能の確保が課題となっている。河川堤防の耐震性能の評価は、「河川構造物の耐震性能照査指針(案)」に基づきFEMを用いた静的照査法によるのが一般的であり、矢作川下流部堤防においても静的解析を実施して評価する。

ここでは、この検討に先だって実施した原位置の動的変形試験結果を用いた堤防基礎地盤の動的変形特性の基礎的検討について報告する。

2. 矢作川下流部の地盤特性

濃尾平野を含む伊勢湾岸地帯は、花崗岩類が基盤をなし、この上部に東海総群と呼ばれる第3紀層が分布し、これを覆うかたちで沖積層が分布している。矢作川下流部においては、図-1に示す沖積砂層(As1, As2)が花崗岩類の風化によって形成された砂層(真砂)であると推定される。

久保ら²⁾は、矢作川下流部を含む伊勢湾岸地域で採取した多数の試料を用いて動的試験を行い、H-Dモデルによってひずみに依存する動的変形特性²⁾(以下、伊勢湾式と称する)を整理した。図-2、図-3に示すように、矢作川下流部で採取した砂質土・粘性土の動的変形試験結果は、伊勢湾式によく合致していることがわかった。

一方で、砂質土では土木研究所の動的変形特性(以下、土研式と称する)とは乖離があり、土質によっては地域特性を考慮することが必要であると推定された。

3. 地震応答解析

図-1に示す矢作川右岸1.0k地点を例に取り、SHAKEおよびFLUSHによりその動的応答解析を実施した。

両手法は、地盤の応答解析法の基本として用いられる重複反射理論に基づく周波数領域の解析法であり、地盤の変形特性は等価線形化法によりひずみに依存した非線形性を考慮する。SHAKEは一次元、FLUSHは二次元のFEM解析手法である。

なお、入力地震波は「道路橋示方書」のレベル2タイプI(加速度波形I-I-3)を用いた。

4. 解析結果

土の動的変形特性として土研式と伊勢湾式を適用したSHAKEおよびFLUSHによる地盤の動的応答解析結果を比較すると以下のようにまとめられる。

地表面および地盤内の応答加速度やせん断応力については、両式による明確な影響が確認されていない。

一方で、図-6の変位分布図、図-7に示す法尻付近における深度方向の最大値分布図から、伊勢湾式においては、せん断ひずみは沖積砂層:As2層の下端付近においてかなり大きい値となっており、そこで水平変位が急増しており、結果として地表面変位が土研式より20%ほど大きくになっている。

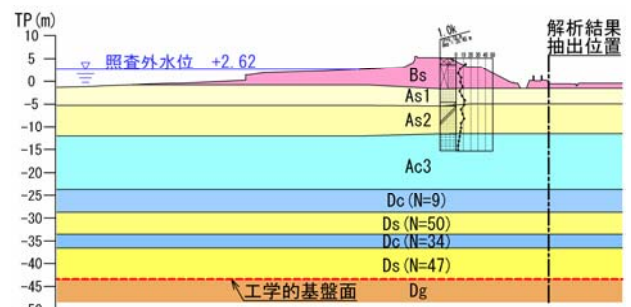


図-1 矢作川下流部(R1.0)の基礎地盤断面図

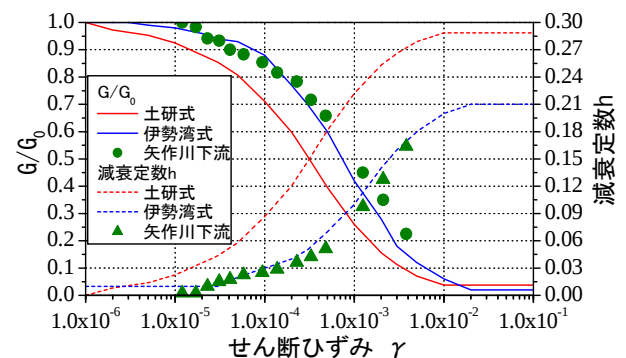


図-2 沖積砂質土の $G/G_0 - \gamma$ 関係

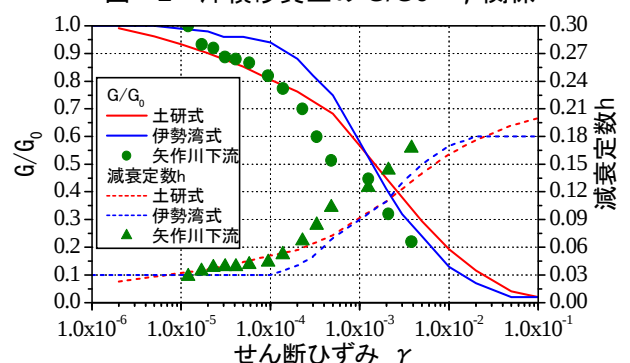


図-3 沖積砂質土の $h - \gamma$ 関係

キーワード 河川堤防, 土の動的変形特性, 地震応答解析

連絡先 〒330-0071 埼玉県さいたま市浦和区上木崎 1-14-16 (株)建設技術研究所 TEL 048-835-3674

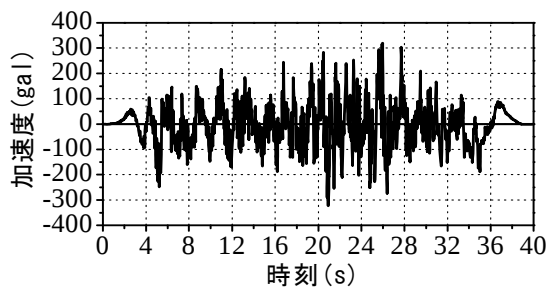


図-4 入力加速度波形

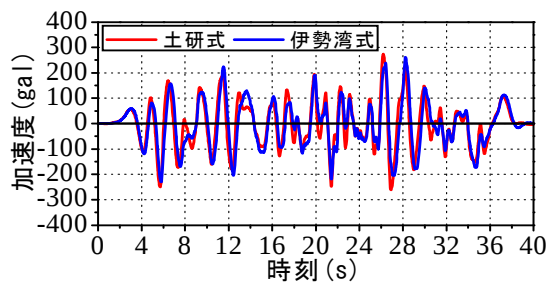
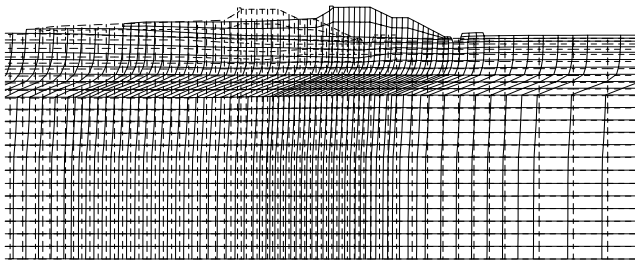


図-5 地表面応答加速度波形

変位スケール——20cm



変位スケール——20cm

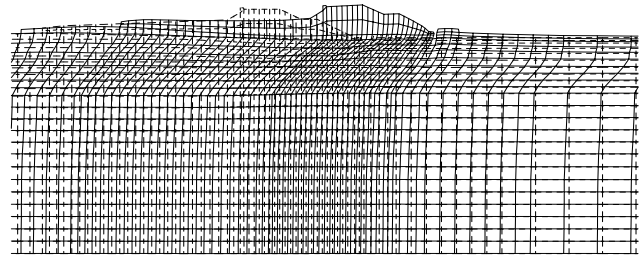


図-6 FLUSH 変位分布図 (左: 伊勢湾式、右: 土研式)

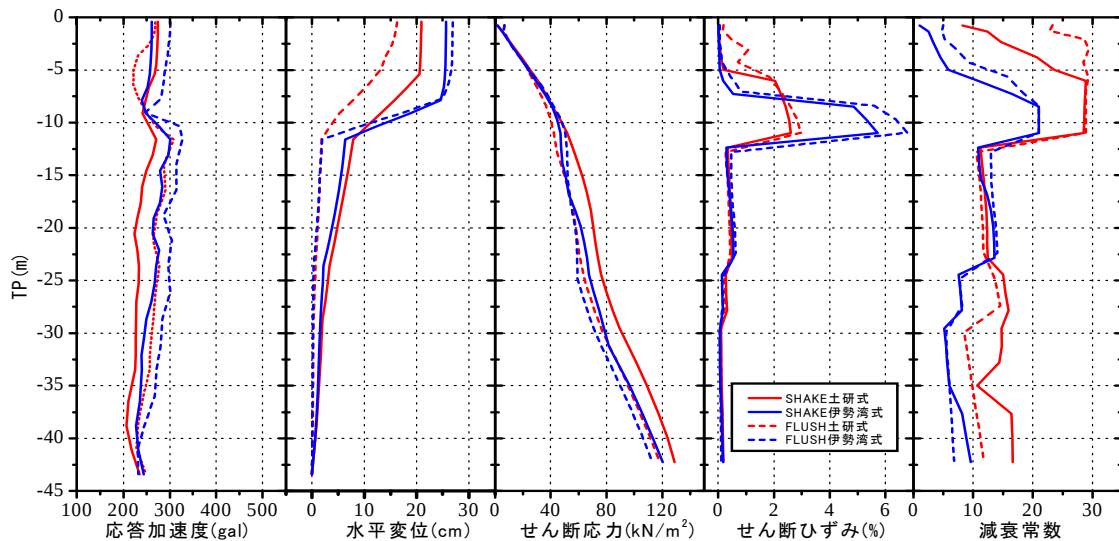


図-7 地盤応答解析結果 (堤内側法尻付近: 最大値)

5. まとめ

地盤の動的変形特性が堤防の沈下・変位に及ぼす影響について検討した。本検討は土の一部に応力集中の影響があると考えられるような外力条件であり、土の動的変形特性の影響が大きかった。土質によっては、“その動的変形特性に地域固有の特性を考慮する必要がある、検討地点における不攪乱試料採取による動的変形特性を得ることが必要である”と考える。

なお、紙面の都合でここには記述していないが、東海地震や東海・東南海連動型地震等の海溝型の地震では、地盤の液状化に主要動の継続時間の影響が大きいと考えられており、静的解析によって評価することは難しく、既往の液状化の簡易判定式では危険側の評価になるといわれている。吉田・澤田・中村³⁾は、道路橋示方書の液状化の簡易判定式を活用し、継続時間の影響を動的せん断強度比: R の地震動特性による補正係数: C_w で評価する方法を提案している。矢作川の下流部でこれを用いた試算を実施し、妥当と推定される解を得た。海溝型地震に対しては、この提案法を採用するのが望ましいと考える。

参考文献

- 1) 岩崎敏男、龍岡文夫、高木義和：地盤の動的変形特性に関する実験的研究（Ⅱ）—広範囲なひずみ領域における砂の動的変形特性—、土木研究所報告第153号、昭和55年3月。
- 2) 久保 裕一、坪田 邦治：伊勢湾岸地域における動的変形特性について（その1）、（その2）、全地連「技術e-フォーラム2007」札幌。
- 3) 吉田望、澤田純男、中村晋：浅層地盤の非線形地震応答および液状化予測に関する研究 平成18年度。