

ゼロメートル地帯の3地区の護岸・堤防の地震時における変状の解析

東京電機大学理工学部 フェロー会員 安田 進

東京電機大学大学院 学生会員 清水 優匡

東京電機大学理工学部 学生会員 下枝 浩徳

1 はじめに

東京や大阪などの低地では、明治時代以来の地下水の過剰揚水により、最大で4.5mにも達する大きな地盤沈下を生じてきた。このため、周囲の河川や湾の水位より地表面が低い“ゼロメートル地帯”が広い地域で形成されている。このような低地では、地震時の液状化による背後地盤の流動が発生し、護岸のつなぎ目がはずれてしまうと、海や川の水が堤内地に浸入してくることによる浸水被害が危惧される。そこで筆者たちは中川の堤防と柳原の堤防を対象に解析を行ってきた¹⁾。

東京のゼロメートル地帯を対象にした場合、これ以外にも護岸や堤防のタイプがある。そこでさらにもう1種類の堤防の解析を付け加え比較を行った。

2 検討対象箇所の選定

これまでに検討対象とした箇所は、“ゼロメートル地帯”の中から1923年の関東大震災の際に付近で液状化した地域とした。今回は護岸タイプから江東区枝川地区を検討箇所として追加選定した。比較を行なう三箇所の風景を写真1-3に示す。原地盤の方が低く護岸が変形すると浸水の被害が危惧される。この検討箇所に対して、ALID/Win²⁾にて液状化にともなう変形解析を行った。



写真-1 枝川の護岸



写真-2 柳原の護岸



写真-3 中川の護岸

3 解析断面の選定および解析条件の選定

今回、各解析断面に用いたN値や地質データには東京地盤図³⁾のデータを使用した。枝川の護岸の構造は不明であるが江東地区内部護岸標準断面図⁴⁾と同じものと仮定した。枝川は矢板護岸である。現地調査にてこの盛土や旧堤防の断面形状を測定した。また川底の形状が図面に記されていないため、近くの橋から水深を測定した。目盛りを付けたひもに石をつけ、2mピッチで橋の上からおろして目測で測定した。従って、10cm程度の誤差は含んでいる可能性はある。水深は堤防の高さとの相対標高から、APに直し、運河底面を決定した。

液状化強度比の推定は「道路橋示方書・同解説」の推定方法が一般的であるが、「道路橋示方書・同解説」の液状化強度 R_L 推定法は全国のデータが元となっているため、東京低地に特化したものになっていない。そこで、細粒分含有率 F_C が液状化強度に大きく反映されるように修正した式⁵⁾を用いた。レベル1地震動における設計水平震度 $k_{hg}=0.24$ 、レベル2地震動タイプにおける設計水平震度 $k_{hg}=0.4$ 、首都圏直下地震を想定したレベル2地震動タイプにおける設計水平震度 $k_{hg}=0.6$ の3種類で行った。これらは地表最大加速度で235Gal, 392Gal, 588Galに相当する。また、阪神・淡路大震災前の「道路橋示方書・同解説」に用いられていた設計水平震度 $k_{hg}=0.18$ でも推定した。これは、地表最大加速度176Galに相当する。これら4種類の地震動に対して解析断面内の F_L の分布を計算し、それをもとに解析ソフトALID/Winによる変形解析を行った。

4 解析結果と考察

今回行なった解析のうちレベル2タイプの結果を図1, 図2に示す。枝川の場合、長さ7m, 内陸方向に5

キーワード 液状化, 流動, 変形, 解析, 地盤沈下

連絡先 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 TEL 0492 - 96 - 2911 (2748) FAX 0492 - 96 - 6501

度の傾斜がある矢板が建設してある。表層から5mほど砂質土層があり、その下部はシルト層となっている。矢板先端の層が非液状化層のため、レベル2地震動タイプで解析した場合、護岸は0.31m沈下し、内陸側へ0.28m変動する結果となった。

水平震度の違いによる護岸の沈下量と天端の水平変位量を図3に示す。図3に示すように水平変位量は大きくなく、このゼロメートル地帯では、背後地盤が川側へ大きく流動する結果とはならなかった。

さて、今回の解析と中川と柳原における既往の検討結果¹⁾を合わせて図3に示す。レベル2タイプ地震動において比較した場合、中川や柳原の場合では運河方向にそれぞれ0.76m、0.18m移動したのに対して、枝川の場合には内陸方向に0.28m移動した。内陸側に動いたのは、背後地盤が堤防の背後3m地点で1.3mも下がっていることが要因であると考えられる。

また沈下量を比べてみると、中川と柳原がそれぞれ0.87m、0.74m沈下したのに対して枝川では0.31mとやや小さい値となった。

5 まとめ

東京のゼロメートル地帯における堤防として中川、柳原の堤防に対してこれまで地震時における変形量について解析を行ってきた。今回、枝川の矢板護岸の場合を追加してみた。

いずれの堤防でも川の水位が背後地盤よりも高いため、盛土部の沈下と護岸の変形により、川や運河の水が宅地に侵入する浸水被害が生じ易いことが懸念される結果となった。しかし、枝川における堤防の移動方向は他の二箇所と異なった。大都市内の護岸や背後・前面地盤の形状は多種多様であり、流動に関する広域のシミュレーションを行う場合、護岸・堤防形状に加えて背後地盤のこのような地形も考慮する必要があることが分かった。

参考文献

- 1)安田進・清水優匡・小松佳祐:地盤沈下地帯の護岸における地震時の変形解析,第62回年次学術講演会, pp109-110, 2007
- 2)安田進・吉田望・安達健司・規矩大義・五瀬伸吾・増田民夫:液状化にともなう流動の簡易評価方法,土木学会論文誌, No.638/ -49, pp.71-89, 1999.
- 3)東京都土木研究所:東京都総合地盤図, 1977
- 4)阿部克敏・落合真:東京港海岸保全施設 pp.62~76, 1984.
- 5)亀井祐聡・森本巖・安田進・清水善久・小金丸健一・石田栄作:東京低地における沖積砂質土の粒度特性と細粒分が液状化強度に及ぼす影響,地盤工学会論文報告集, Vol.42, No.4, pp.101-110, 2002.

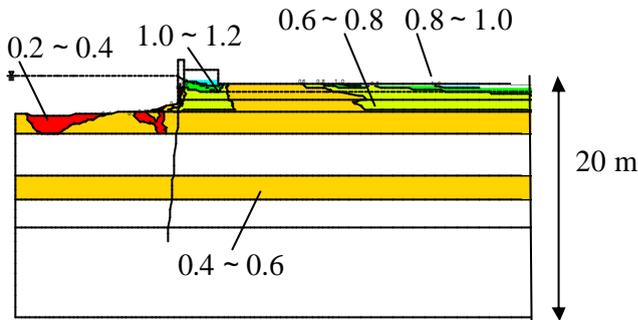


図1 レベル2タイプ 地振動による液状化安全率分布図(枝川)

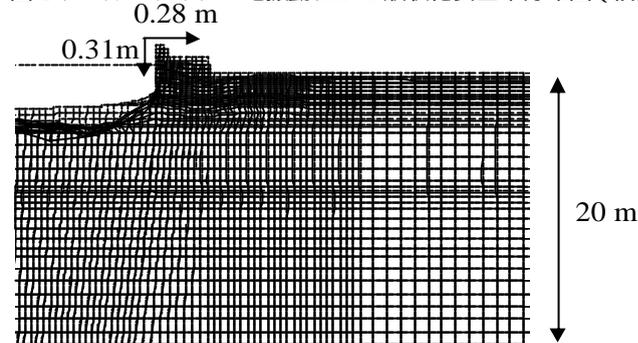
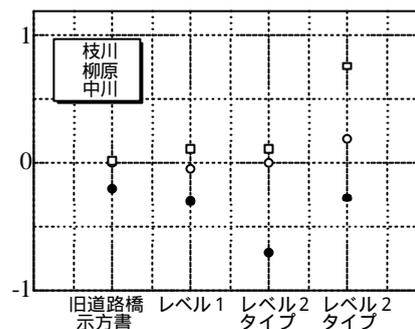
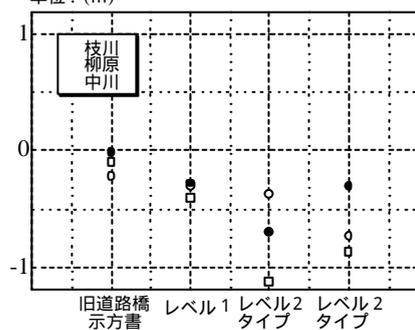


図2 レベル2タイプ 地振動による変形図



単位:(m) (1) 水平変位



(2) 沈下量

(注) 護岸水平変位と沈下量の+は川側への変位と上方向変位を表す

図3 堤防沈下量、水平変位と地振動の関係