

複数回地震動の発生順序を考慮した橋台背面アプローチ部の沈下に対する検討

九州大学 学生会員 ○福井誠司,学生会員 副島健太郎,正会員 梶田幸秀,フェロー会員 松田泰治

1. はじめに

2016年熊本地震では、河川を跨ぐ橋梁において橋台背面アプローチ部の段差が数多く報告されており、複数回の地震動が作用したことによって橋台背面部の段差が拡大したことも確認されている(写真-1参照)。地震直後はこの段差により、緊急車両が通行不可能になったり、通行時の速度制限が行われたりした。著書らは過去に、2016年熊本地震の前震と本震の2回の強震動を用いて河川を跨ぐ仮想の橋梁に入力した際の橋台背面アプローチ部の沈下現象に着目した地震応答解析を行っている¹⁾。本論文では地震動の発生順序に着目した検討を行った。



4月15日撮影(段差量約15cm)



5月13日撮影(段差量約30cm)

写真-1 宮園橋(益城町)における段差被害程度の比較

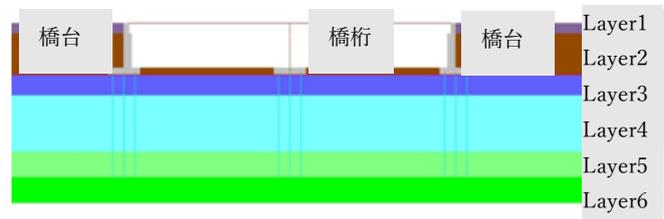


図-1 解析モデル

2. 解析概要

本解析では液状化による構造物被害予測プログラムFLIPを用いた²⁾³⁾。FLIPは有効応力法に基づく地震応答解析プログラムである。本研究では、図-1に示す解析モデルをFLIPを用いて解析を行った。解析条件として排水条件で行い、排水時間は2556秒で解析を行った。排水時間の設定については、排水が2500秒程度で完了することを事前の解析で確認したため、今回の排水時間となった。図-1において、Layer6は工学的基盤を想定している。地下水位面はLayer3の上端と同位置に設置しており、Layer3のみが液状化層となっている。地盤はカクテルグラスモデル要素でモデル化した。その物性値を表-1に示す¹⁾。図-2と図-3は今回の解析で用いた入力地震波を表し、100秒間入力した。図-2は2016年4月14日に発生した前震において、KiK-NET 益城観測点で観測された東西方向の地表面加速度をk-shakeにより工学的基盤に引き戻したものである。図-3は2016年4月16日の本震での地震動について同様の処理を行った結果である。本解析では前震を作用させたのち本震を作用させたものをcase-1とし、作用する順序を逆にしたものをcase-2とする。

表-1 地盤物性値

N値	層厚
	m
5	2.1
10	7.9
2	5
10	10
20	5
50	5

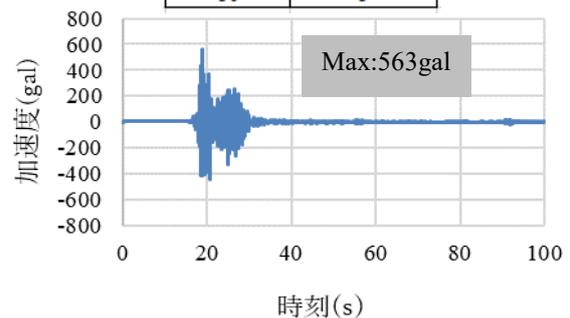


図-2 前震引き戻し波

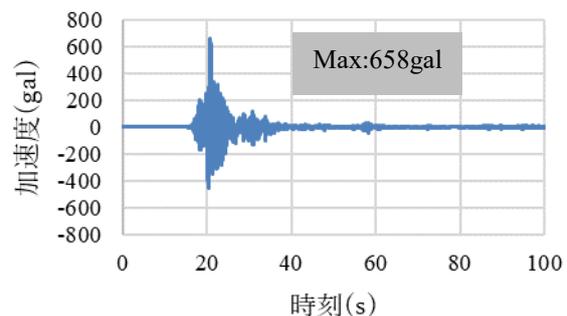


図-3 本震引き戻し波

3. 解析結果

解析の結果,段差量時刻歴は図-4,図-5 に示す.図-4 は case-1 における時刻歴,図-5 は case-2 における時刻歴を示している.今回は橋台天端部とそこから 6m 離れた背面地盤との沈下量の差を段差量と定義した.強震動単体の段差量は表-2 に,2 回の強震動における段差量を表-3 に示す.表-3 から分かるように左右平均の段差量にほとんど違いが見られないことから地震動を入れ替えたことによる段差量への影響は本解析では少ないという結果であった.地震動の順序に関わらず,与えた総エネルギーはどちらも同じであるため,段差量に大きな差は発生しなかったと考えられる.前震後本震の解析では右側の段差量が大きかったのに対し,本震後前震の解析では,左側の段差量が大きいという結果になった.これについては,1 段階目で入力地震動による左右の段差量の違いが 2 段階目に引き継がれているのを確認できる.これより,1 段階目の最終状態が左右の段差量の違いに大きな影響を与えていると考えられる.

4. まとめ

今回の解析結果より複数回地震動を考慮した地震応答解析において,入力地震動を作用させる順序を入れ替えても,段差量に大きな違いは確認できなかった.つまり複数回地震動における安全性を考慮する際は,地震動の順番はあまり影響しないと本解析では考えられる.

参考文献

- 1) 梶田幸秀, 斧田和樹, 宇野州彦, 北原武嗣, 松田泰治, 複数回地震動作用時における橋台背面アプローチ部の沈下に対する検討, 第 9 回インフラ・ライフライン減災対策シンポジウム, 2019.01.
- 2) 森田年一,井合進,Hanlong LIU,一井康二,佐藤幸博: 液状化による構造物被害予測プログラム FLIP において必要な各種パラメタの簡易設定法,港湾技研資料, No.869, 1997.
- 3) Susumu IAI, Yasuo MATSUNAGA and Tomohiro KAMEOKA: ANALYSIS OF UNDRAINED CYCLIC BEHAVIOR OF SAND UNDER ANISOTROPIC CONSOLIDATION, SOILS AND FOUNDATIONS, Vol.32, No.2, pp.16-20, 1992.

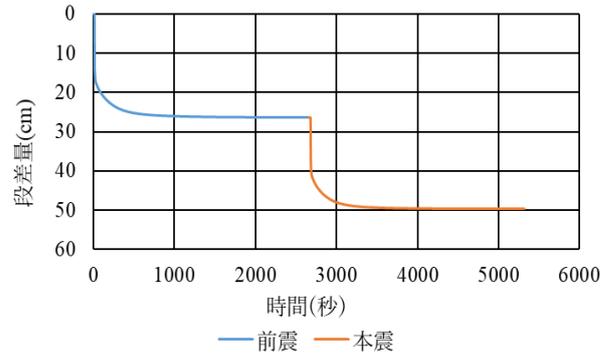


図-4 別震後本震(case-1)の段差量時刻歴

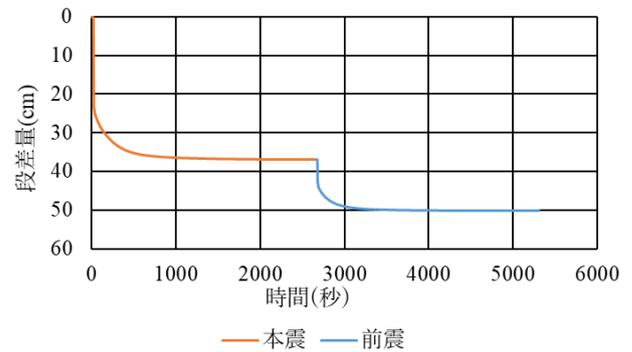


図-5 本震後前震(case-2)の段差量時刻歴

表-2 地震動単体における段差量

	前震終了後	本震終了後
左側	25.0cm	38.2cm
右側	27.3cm	35.6cm
左右平均	26.1cm	36.9cm

表-3 複数回振動における段差量

	前震後本震終了後	本震後前震終了後
左側	48.2cm	52.6cm
右側	51.0cm	47.7cm
左右平均	49.6cm	50.1cm