

粒子法による河川堤防盛土の地震時安全性に関する基礎的検討

九州大学大学院 正会員 ○平野 翔也

九州大学大学院 正会員 梶田 幸秀

1. 目的

平成 28 年熊本地震では、広範囲にわたって河川堤防が被災した。この中には堤防機能を失うような大規模な被災も含まれていた。平成 28 年 3 月に発刊された河川構造物の耐震性能照査指針・解説¹⁾では、河川堤防の耐震性能照査としては、地震による堤防の変形、沈下に伴い、外水位（河川の水位）が堤防高を超えないことを照査するが、基本的に、堤防盛土本体の地震による損傷は考慮されていない。

既往の研究として、実験的検討によって盛土の被災形態には大きく分けて図-1 のような 4 種類あり²⁾、その変形挙動の違いによって天端沈下量や堤体本体に対するクラックの生じ方の違いが確認されている。しかし、解析的検討では基本的に沈下量に主眼をおいており、堤体盛土本体の地震による損傷については十分な知見が得られていない。

このような背景をふまえ、本研究では粒子法により河川堤防の地震における変形の進行形態を再現し、その上で河川堤防の地震時安全性に関する基礎的検討を行うことを目的とした。

2. 実河川堤防モデルを用いた振動解析

図-2 に示す実河川堤防モデルに対して表-1 に示す 3 種類の正弦波をモデル底面に入力し、振動解析を行った。対象盛土は天端幅 6.0m、高さ 6.5m、傾斜勾配 3:2 である盛土を用いている。(a) 照査外水位は 2.5m、(b) 計画高水位は 5.6m とする。解析結果について、照査外水位モデルに関しては目立った損傷は見られなかった。一方、計画高水位モデルでは、入力波の違いによって被災形態に異なる挙動が見られた。wave1 では左側のり肩から右側のり面中央部にかけて大きくせん断ひずみが生じ、すべり面が見られ、図-1 の被災形態におけ

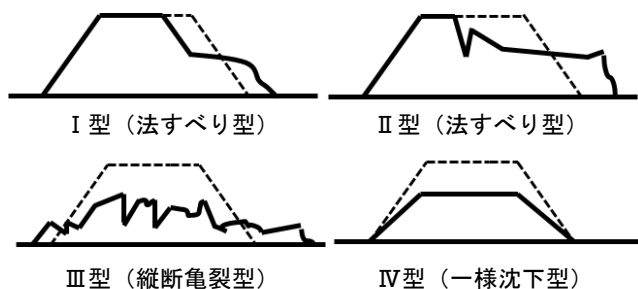


表-1 入力正弦波

	最大加速度(gal)	周期(s)
wave1	600	0.5
wave2	200	0.5
wave3	600	1.0

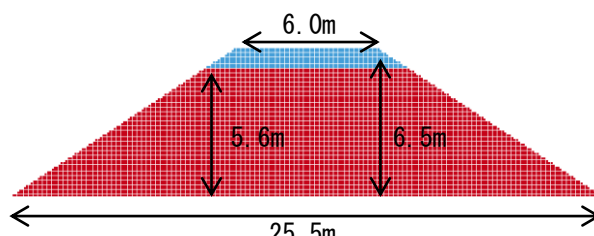
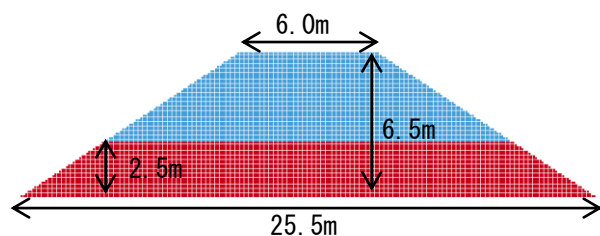


図-2 対象河川堤防のモデル図

キーワード 河川堤防, 地震応答解析, 粒子法

連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 TEL 092-802-3374

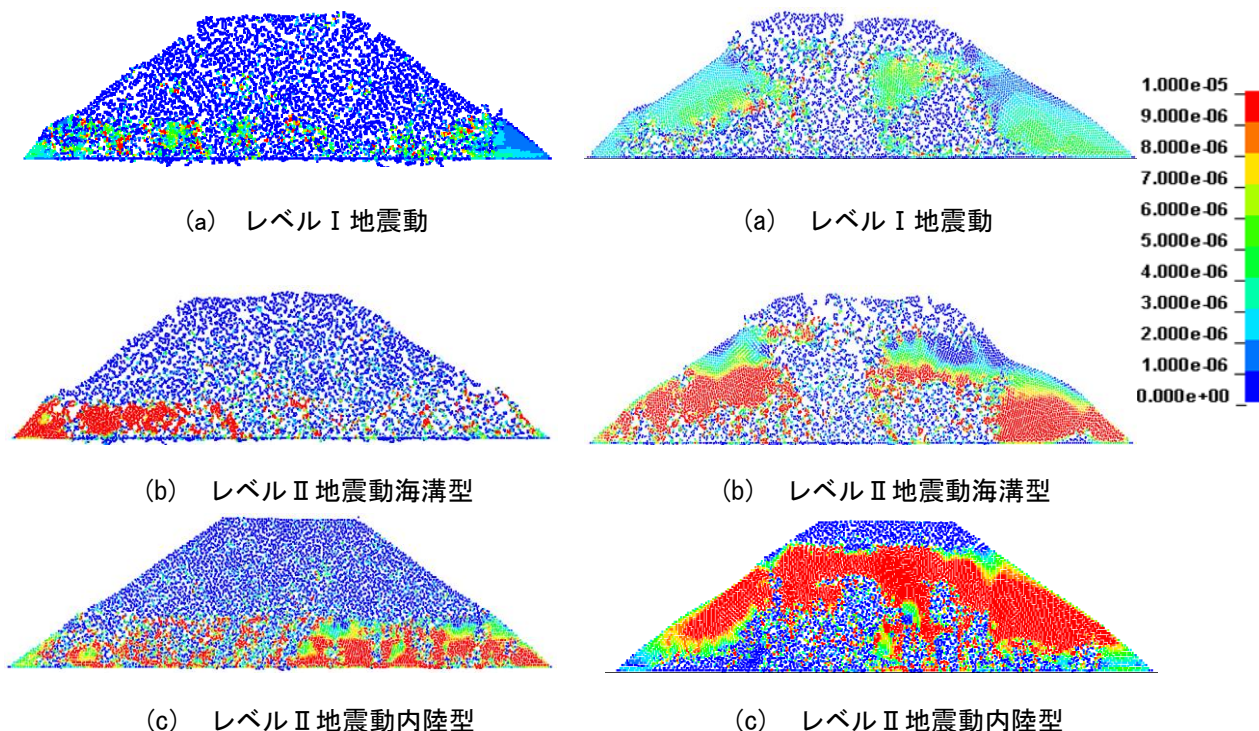


図-3 照査外水位モデルにおけるコンター図

図-4 計画高水位モデルにおけるコンター図

るⅡ型に分類される．一方 wave2 では加速度が小さいことから堤体内に発生する応力が小さくなる，そのためすべり面は発生せず，Ⅳ型の一様沈下型に近い挙動となった．wave3 では周期が長いことから最大変位が大きくなる．そのため，地表面で局所的に大きく変形し，堤防の水平方向への変形により縦断クラックが多数生じ，Ⅲ型の縦断亀裂型となると考えられる．

3. 実河川堤防モデルを用いた地震応答解析

図-2 に示すモデルを対象に，Ⅲ種地盤用のレベルⅠ地震動，レベルⅡ地震動の海溝型，内陸型用の設計地震動を入力し，解析を行った．せん断ひずみに関するコンター図を図-3 と図-4 に示す．照査外水位モデルでは地表面付近にひずみが集中し，のり面では間隙水圧を考慮する領域で左右への大きな変位が確認できた．計画高水位モデルでは図-1 の被災形態におけるⅠ型とⅢ型の中間のような損傷が発生し，沈下量はレベルⅠ地震動において 1.0m 発生したことから残存高が水位高さを下回ることが確認された．また，両モデルにおいてレベルⅡ地震動海溝型を入力した際に，地震動ピークを経過した後においても沈下量の増大が見られ，進行性破壊が起こっていると考えられる．

4. 結論

本研究では，実堤防モデルを対象に正弦波を用いた振動解析を行った．その結果，入力波の違いによって盛土本体の被災形態に違いがあることがわかった．また，設計地震動による地震応答解析によって，進行性破壊の発生が確認できた．以上の解析結果より，地震後の堤防の機能を保持する上で被災形態や進行形態について考慮する必要があるが，水位高さと地震動の大きさによって盛土本体が異なる被災形態になることや進行性破壊が発生することが考えられることがわかった．

参考文献

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局治水課：河川構造物の耐震性能照査指針・解説，2016.
- 2) 日本道路協会：道路震災対策便覧（震災復旧編），pp318., 2002.