

等価線形化法により算定される堤体応答特性に及ぼす減衰定数の影響 Effect of damping parameter of equivalent linear analysis on embankment's response behaviors

○林田洋一* 向後雄二** 増川晋* 田頭秀和*

Hayashida Yoichi, Kohgo Yuji, Masukawa Susumu, Tagashira Hidekazu

1. はじめに

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震等の大規模地震の頻発による社会的な関心の高まりを受け、既設ダムの耐震性能照査が実施されている。本研究では、耐震性能照査の高度化および堤体の地震応答メカニズムの解明の一助となるよう、数値解析(等価線形化法)で用いられる減衰定数が堤体の応答特性に及ぼす影響について比較検証を行った。

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。有限要素メッシュは基礎地盤の深さを堤高の3倍程度、幅を堤体底部の5倍程度と広く設定している。基礎地盤は線形弾性体を仮定し、堤体材料はひずみ依存による非線形材料とした。今回の解析では、地震動の強さによる堤体の非線形化が堤体の振動特性に及ぼす影響を検証するため、堤体の非線形特性および地震動の強さを変化させた複数のケースで実施した。設定した入力波の時刻歴波形を図-2に示す。なお、この波形は加振時間全体を通したフーリエスペクトルが、周波数0.1~10 Hzまでほぼ同じ値となるよう振幅調整している。数値実験には、図-2に示す波形に対し、振幅率(AR)を乗じた波形を設定し入力波とした。設定したARは1.0、1.5、2.0、3.0、4.0、5.0である。堤体材料は、ゾーニングを考慮せず均一な材料に設定した。非線形性は $\tau = G_0 \gamma / (1 + \gamma / \gamma_r)$ 、 $h = h_{\max} (\gamma / \gamma_r) / (1 + \gamma / \gamma_r)$ で表されるH-Dモデルに設定し、基準ひずみを $\gamma_r = 5.0 \times 10^{-4}$ とし、 h_{\max} を10%、15%、20%と変化させた3材料を設定した。初期せん断剛性 G_0 は、澤田式を参考に堤体表面からの深度に応じ要素ごとに値を設定した。

3. 解析結果とその考察

図-3にAR=1.0、5.0での堤体内におけるフーリエスペクトル比の比較を示す。AR=1.0ではフーリエスペクトル比の形状は堤体内の各点でほぼ同様であり、天端(43.8m)における卓越周波数は3.15Hzと同一であるが、そのピーク値は h_{\max} の増加により低下している。一方、AR=5.0ではフーリエスペクトル比の形状が異なり、天端(43.8m)での卓越周波数は h_{\max} が10%、15%、20%で、それぞれ2.42Hz、2.49Hz、2.51Hzとなっている。

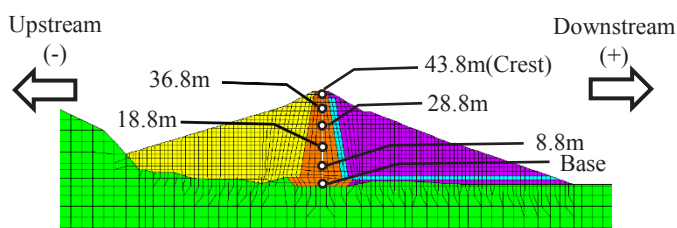


図-1 有限要素メッシュ (堤体周辺部)

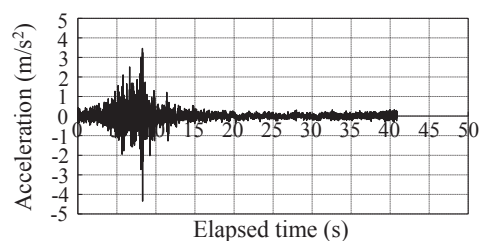


図-2 入力波 (AR=1.0)

* (国研) 農研機構 National Agriculture and Food Research Organization

**東京農工大学 Tokyo University of Agriculture and Technology フィルダム、等価線形化法、減衰定数

図-4 に堤体内での加速度増幅率、図-5 に各点での加速度増幅率減少比を示す。これらの図より $h_{\max}=10\%$ では AR の増加により天端（43.8m）での応答加速度が他に比べ高い値で収束することが分かる。このことは、減衰定数を過少に評価した場合、天端での応答加速度が入力加速度の増加に伴い十分に低下せず、高い値で収束する可能性を示唆する。

*本研究は科研費（18K05892）の助成により実施いたしました。

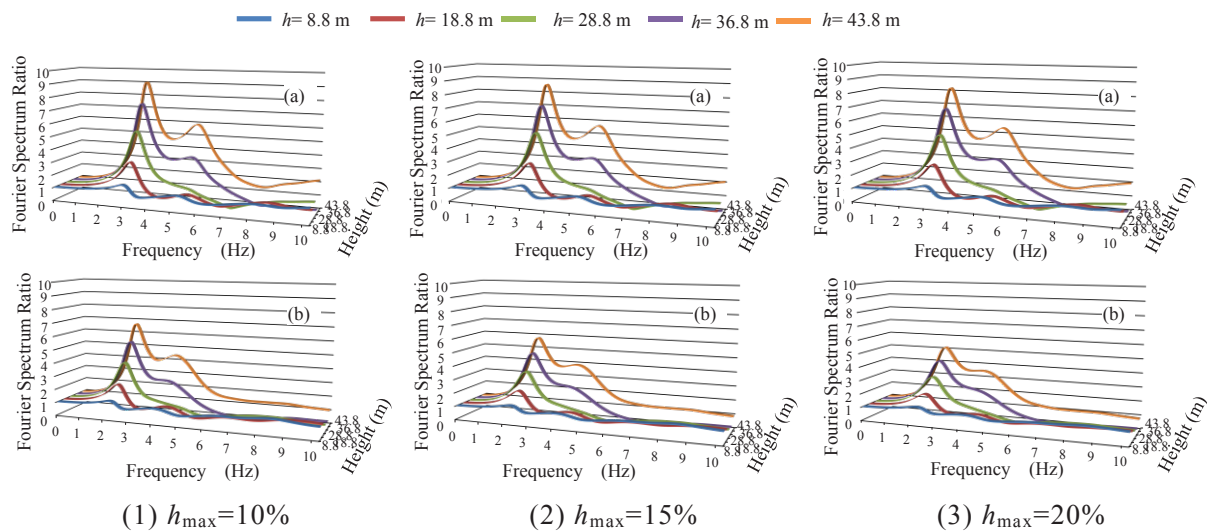


図-3 堤体内におけるフーリエスペクトル比の比較 (a) AR=1.0、(b) AR=5.0

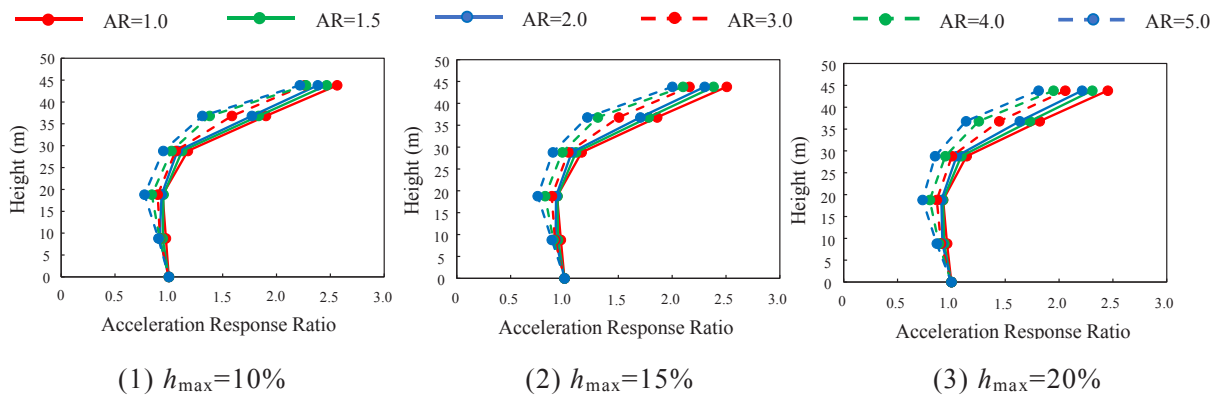


図-4 堤体内における加速度増幅率の比較

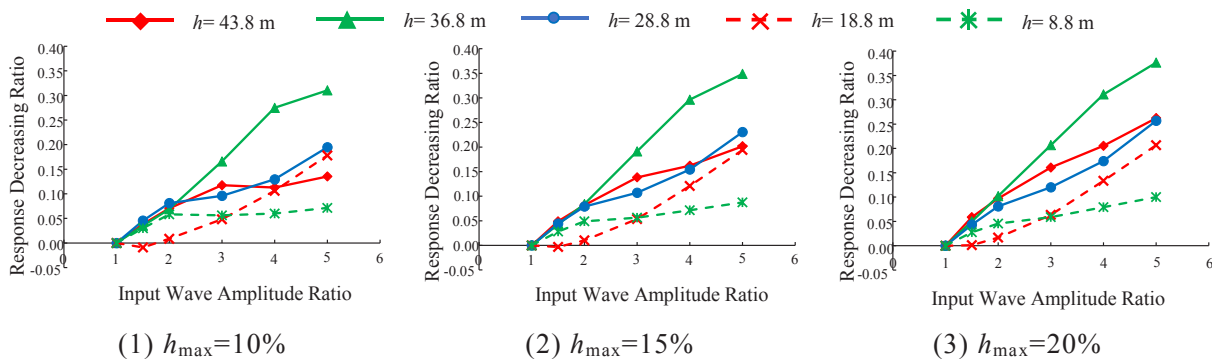


図-5 堤体内における加速度増幅率減少比の比較