

建設省土木研究所 正員 沢田健吉

〃 〃 〃 〇古賀泰之

〃 〃 〃 〇角見清己

1. まえがき

軟弱地盤上に建設された堤防の耐震性を検討する場合に、地盤の動的強度とならんで、堤体の揺動挙動がいかなるものであるかは一つの重要な点である。このために、現実の堤防において地震動観測を行ない、観測データの特徴を把握し、何らかの解析手法による比較検討を試みることが意味のあることであろう。堤体の揺動挙動として何に注目するかは、目的によって異なるであろうが、例えば震度法により安定解析を行なうとすると加速度の時間経過乃至は最大値を知ることが必要となる。したがって、ここでは主として堤体の最大加速度値と地盤表面、堤体法先における最大加速度値との比較について述べる。

2. 観測場所・方法

ここに紹介するデータは、東京都下荒川右岸河口付近のコンクリート法覆3面張河川堤防、茨城県下流荒瀬川古河付近の土堰堤式河川堤防におけるものである。荒川堤防の堤高は9m、地盤は地表面から順に9mの砂質土、その下に37cm厚の中粒粘土、その下に洪積砂レキという構成である。渡良瀬川堤防の堤高は8.5m、地盤は地表面下30mまで細砂、ミルトの互層となっておりその下に土丹が見られる。観測点は、荒川において、天端、堤内法尻、堤内法尻から50m離れた堤内地表面である。渡良瀬川においては、天端、法尻に近い堤内小段、堤外法尻から100m離れた高水敷地表面である。地震計は、電磁式であり、観測成分は、それぞれ点において堤防法線に直角方向の水平加速度その他である。

3. 観測データ

現在までのところ、行なわれた観測したデータは地表面において20gal以下の弱震以下に属するものである。各地震において、各測定の加速度最大値のみに注目した比較図を図1,2に示す。図1は荒川におけるもの、図2は渡良瀬川におけるものである。図1から次のように言える。地表面加速度より天端加速度が小さいことがある。天端加速度と法尻加速度はほぼ等しい。すなわち、堤体の存在は、周辺地盤の揺動に影響を与え、堤体全体の揺動が周辺地盤表面の揺動より小さくなることがある。法尻と天端の加速度があまり変わらないということは、堤体での変形が生じにくいことを示している。一方、図2からは次のように見られる。天端加速度は、地表面及び法尻加速度より大きく、堤体での増幅現象が見られる。この点には、先の荒川の場合と異なる点がある。このような揺動挙動の差は、入力地震動の揺動数特性、地盤及び堤体の揺動特性(剛性、減衰、層厚)に依存するものであり、どのような条件の下に上述したような挙動を示すかは簡単に言えないが、堤体周辺地盤は自由地表面より揺動が小さいこと、堤体での増幅はそれほど大きくないこと、後者の現象は荒川の場合に特に著しいのは、堤体表面の厚さ20~40cmの法覆コンクリートの剛性の影響があるといえることと推定される。最後に述べたことから、耐震上、三面張構造が有利なものと推定される。

4. 解析結果

上述したような揺動挙動について解析的に検証するため、次のような手法で若干の検討を試みた。

(1) 地表面加速度記録から重複反射理論によって基盤の入力地震動を推定(プログラムSHAKE¹⁾を利用)。

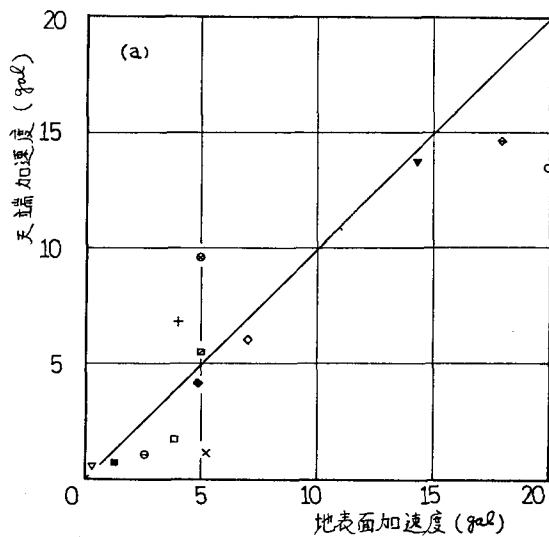


図-1

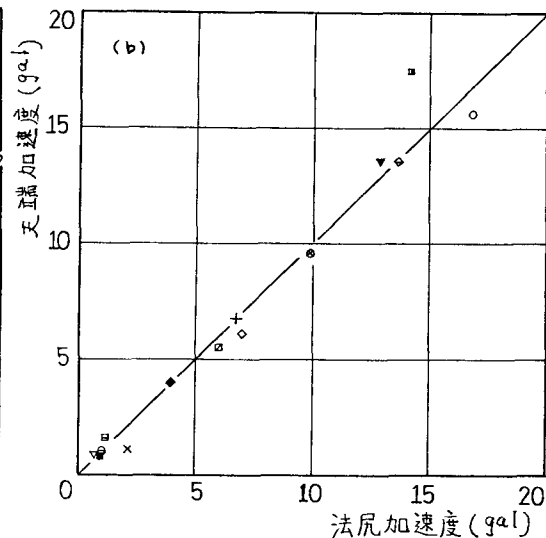


図-1 荒川堤防において観測された最大加速度

図-2 渡良瀬川堤防において観測された最大加速度

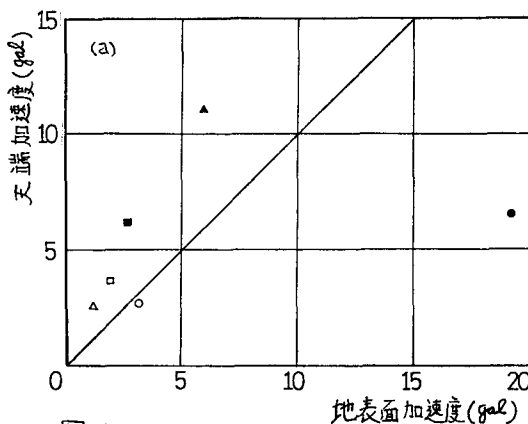
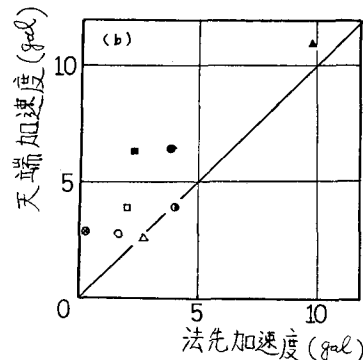


図-2



(2) (1)で推定した基礎での地震動と地盤及び堤体の有限要素モデルに入力し、地盤、堤体の地震動を算定(プログラム LUSH を利用)。

地盤の動的性質には、付近の弾性波速度結果、同様の土に対するみずみ依存特性を用いて計算した。現在までのところ、荒川での記録について若干の計算例を行うために過ぎないが、表-12の一部を示す。有限要素モデルによって

表-1 計算結果例

	SHAKEに入力した地表面加速度 (gal)	SHAKEによる基礎加速度 (gal)	堤体の V_s (m/sec)	LUSHによる地表面加速度 (gal)	LUSHによる法尻加速度 (gal)	LUSHによる天端加速度 (gal)
1	36.3	23.0	15.0	40.6	20.0	79.0
2			18.0	41.3	22.3	100.0
3			21.0	42.9	15.6	79.0
4			30.0	35.8	24.5	65.4
5			45.0	41.5	24.0	35.0

算定された地表面加速度は重複反射理論を用いた地表面加速度と10%程度の誤差のみであり、有限要素モデルの範囲はほぼ妥当なものと思われる。法尻加速度は地表面加速度の40~60%程度になる。堤体の剛性が高くなった場合(これは法尻工の剛性効果を取り入れたもの)、天端加速度は地表面加速度より小さくなることになり、その場合には、法尻加速度より不足し、堤体での増幅のみ。

参考文献 1) EERC, 72-12 2) EERC, 74-4