

部分的に地盤改良を行った堤防の地震時三次元応答に関する研究

広島大学 学生会員 ○横田 誠之
 広島大学 正会員 加納 誠二
 広島大学 学生会員 横井 芳輝
 広島大学 学生会員 多賀 正記

1. 目的

1995年兵庫県南部地震以後、構造物の耐震性が見直され、土構造物においても地震対策が進められている。しかし、堤防のような長大構造物に対し、全線にわたり耐震対策を行うことは経済的に現実的ではない。これが河川堤防の耐震対策が進んでいない原因の一つにもなっているため、長大な構造物の弱点に対して対策工を施していく等の効果的な対策が必要である。

加納らは実被害事例と振動台実験から地震時の堤防の崩壊に及ぼす三次元応答の影響について指針している。そこで、本研究では、コスト削減を目的に堤防下にある軟弱地盤の一部を改良した場合について振動台実験を実施し、堤防及び下部地盤の地震時応答特性について検討した。

2. 実験方法

本実験では、小型振動台を用いて牛乳とゼラチンで作製した堤防模型および模型地盤を加振する。堤防模型については牛乳とゼラチンの重量比を 100:7.5(約 5.0kPa)とし、法勾配 1:1、高さ約 40mm の三角形断面とした。模型地盤については改良しない部分の重量比を 100:7.5 とした。加振条件として振幅を片振り 0.25mm とし、加振周波数を 5~35Hz とした。堤防天端と法尻に 10mm ごとに標点を設け、また法尻から 0~50mm の範囲の地盤表面上にも 10mm 間隔で標点を設けた。加振中のそれらの標点を高速 CCD カメラを用いて撮影し、画像解析によりその変位量を求めた。堤防天端の振幅、固有周波数及び改良地盤表面上の振幅について検討する。

また、各実験ごとに要素試験により模型のせん断弾性係数等を求めた。Table1 に実験条件を示す。

Table1 実験条件

実験ケース	改良延長(mm)	重量比	せん断弾性係数(kPa)	改良幅(mm)
Series1	93	(100:15)	14.0	
Series2	61	(100:15)	15.4	450
Series3	120	(100:15)	15.9	450
Series4	184	(100:15)	18.2	450
Series5	90	(100:15)	16.8	
Series6	90	(100:15)	12.9	
Series7	90	(100:15)	20.0	
Series8	90	(100:10)	11.2	450
Series9	90	(100:12.5)	13.0	450
Series10				
Series11				

3. 実験結果及び考察

Fig1 に実験条件である改良延長(a)、改良幅(b)及びせん断弾性係数(c)と固有周波数及び堤防天端の振幅比との関係について示す。ここで振幅比とは各実験条件における堤防の天端振幅を改良しない場合の振幅で割って正規化したものである。

Fig1(a)より、改良延長が長くなると固有周波数は高くなる傾向にあることがわかる。改良地盤上の堤防天端の振幅については改良延長を長くしても変位は変わらず、全面改良したもの(450mm)と比べても差はあまりないことがわかる。また、未改良地盤上の堤防天端振幅に関しては、改良延長を長くすると振幅が小さくなる結果が得られた。これについては、模型の大きさ

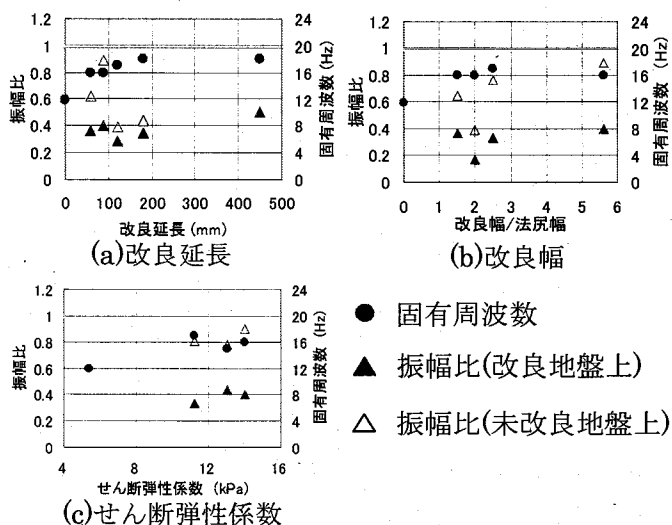


Fig1 実験条件と固有周波数および振幅比との関係

の制約から両端の固定条件の影響を受けているものと考えられる。

Fig1(b)より、改良幅を長くした場合、固有周波数にはあまり違いが現れなかった。次に堤防天端の振幅について、改良地盤上では改良幅を長くしても振幅にはあまり違いがなかった。未改良地盤上では改良幅が長くなるほど振幅が大きくなったが、模型の剛性のバラツキがあり、実際はあまり変わらないと考えられる。いずれのケースも改良しない場合より小さな値となり、改良の効果が得られた。

Fig1(c)より、改良部のせん断弾性係数を変化させた場合、固有周波数に違いは表れなかった。しかし、せん断弾性係数を増加させると固有周波数も増加することが過去の研究¹⁾で明らかになっており、それと矛盾する結果となった。この原因としては堤防などのせん断弾性係数の違いなどが考えられ、さらなる検討が必要である。次に堤防天端の振幅について、改良地盤上、未改良地盤ともにあまり違いが見られなかった。この原因としては、先述通り堤防や地盤のせん断弾性係数の違いや、また実験条件での改良部の剛性の差が小さかったことが影響したものと考えられる。

次に地盤表面上の変位振幅について、紙面の都合上、図は省略するが改良地盤上においては改良なしの場合に比べ、どの条件でも振幅が同程度に減少した。

Fig2 に(a)改良延長、(b)改良幅、(c)改良部せん断弾性係数をそれぞれ変化させた場合の法尻からの距離と振幅比との関係を示す。ここでの振幅比は、改良地盤表面上の各点の振幅を法尻の振幅で正規化したものである。

Fig2(a)および(c)より、振幅の減衰する割合を見た場合、改良延長及びせん断弾性係数を変化させても、あまり変わらなかったが Fig2(b)より改良幅を変化させた場合、減衰の割合に違いが発生した。改良部と未改良部の境界付近において違いが出てくると推測したが、実際には境界部分から離れた場所で振幅に違いが出たりしており、予想と若干異なる結果となった。この原因については明らかにできなかった。

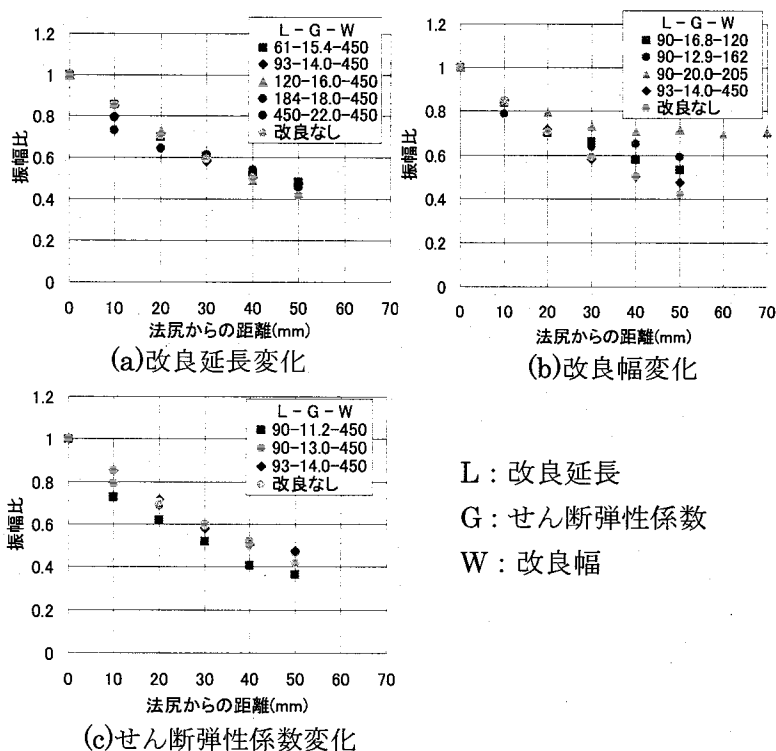


Fig2 法尻からの距離と振幅比の関係について

4. 結論

改良延長、改良幅、改良部のせん断弾性係数のそれぞれを変化させた場合、改良地盤上の天端の振幅においては 3 つの場合とも改良効果が明瞭であり、またこれらの部分改良した場合と全面改良の場合の振幅は同程度の効果が得られた。未改良地盤上での振幅は、改良地盤上ほどではないがいくらか改良効果は得られており、特に改良延長を変化させた場合で改良効果が見られた。しかし、これは固定端の影響があったと考えられる。本研究では、堤防などの剛性にバラツキがあったため今後更に検討していきたい。

改良地盤表面上では法尻から離れるに従い改良延長及びせん断弾性係数を変化させても減衰する割合は未改良のものとはあまり違いがなかった。ただ、改良幅を変化させた場合、地盤条件が変化する境界部分で減衰の割合に違いが発生したがその原因がはっきりと解明できなかったので今後検討が必要である。また、未改良部分の地盤表面上についても検討していきたい。

参考文献：1) 秦吉弥：地震時における三次元応答に関する実験的研究，広島大学大学院工学研究科修士論文，2004。