堤防湾曲部での横断亀裂に関する一考察

広島大学大学院	学生会員	榎野	予光
広島大学大学院	フェロー会員	佐々オ	、康
広島大学大学院	正会員	加納	誠二
広島大学大学院	学生会員	秦	吉弥

<u>1. まえがき</u>

平成 12 年 10 月 6 日に発生した鳥取県西部地震により、ジオグリッドを敷設した中海湖岸の荒島堤防が被災 した。荒島堤防の直線部では約 20cm 程度の天端沈下が発生したものの、堤体に変状は認められなかった。し かし堤防湾曲部では約 1.2m の天端沈下、複数の横断亀裂が発生したが、通常の地震被害で見られる縦断亀裂 は発生しなかった¹⁾。過去の地震においても堤防湾曲部で横断亀裂が発生したことが報告されている。

ここで本研究では、横断亀裂の発生原因が堤防湾曲部の三次元的応答にあると考え、小型振動台を用いた模型実験を行い、堤防湾曲部における横断亀裂の発生機構について実験的に検討を行った。

<u>2. 振動台堤防模型実験</u>

本研究では、堤防模型及び軟弱地盤にゼラチンと牛乳の混合体 を材料として用いた。この材料の物理特性は、せん断弾性係数 G=1.99×10⁶N/m²及び減衰定数x=4.6%であった。

振動台は電磁式の小型振動台を用い、模型を振動台に直接設置、 または軟弱地盤上に設置して実験を行った。堤防天端及び軟弱地 盤に 10mm 間隔で標点を設け、加振中に堤防天端の挙動を上方よ り高速 CCD カメラを用いて撮影し画像解析²⁾によりその変位量を 求めた。ここで、加速度一定条件で加振すると高周波数領域にお いて振幅が小さくなり、本システムでは変位が計測できなくなる ため、加振振幅一定条件のもとで実験を行い、実験後模型材料の 線形性を仮定して 10Hz の加速度を基準として同一加速度レベル のときの応答振幅に換算した。

現実の堤防湾曲部は曲線形状をなしているが単純化し、実験モ デルは二つの直線部を交角 で接続した。本報告に用いる用語を 図1のように定義した。堤防交点の天端を原点とし、加振直角方 向にX軸、加振方向にY軸をとる。また、X軸と右側直線部の交 角を とし、 と を変化させることにより、交角 の違い及び 振動の入射角(90°-)の違いによる湾曲部の応答の変化を調べた。 堤防の形状は中央部分から延長方向に両端までを240mm、堤防の 幅を 80mm、堤防高さを40mm とし、軟弱地盤の形状は縦480mm、 横 480mm、高さ40mm とした。実験パターンを表1に示す。

<u>3.実験結果及び考察</u>

図 2 に Case1~5 の加振方向の堤防天端の振幅を、加振周波数に 対してプロットしたものを示す。この図より、軟弱地盤がない場 合(Case1~4)には、直線堤防(Case1)の振幅が最も大きく交角 が

キーワード:堤防湾曲部,地震時応答,振動台模型実験,横断亀裂 連絡先:〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1,TEL&FAX0824-24-7785



図1 堤防模型設置状況の定義

表1 実験パターン

	(°)	(°)	軟弱地盤
Case1	180	0	無
Case2	120	30	無
Case3	90	45	無
Case4	60	60	無
Case5	90	45	有



小さくなるにつれて振幅が小さくなっており、また固有周波数が 大きくなっていることが分かる。この原因としては、堤防への振 動の入射角(90 -)が小さくなるにつれ加振方向の堤防断面積が 大きくなることで、堤体の剛性が変化しているためと考えられる。 また、Case3 と Case5 を比較すると、軟弱地盤のある Case5 の方 が振幅が大きくなり、固有周波数が小さくなっていることが分か る。これは軟弱地盤と堤防の動的相互作用が原因であると考えら れる。

隣り合う標点のせん断ひずみを図3のように定義した。ここで 検討するひずみは天端近傍の堤防内部の水平面内におけるひずみ

xyである。画像解析により得られた X 方向及び Y 方向の変位 を用いてせん断ひずみ及び引張ひずみを算出した。

図4は Case3 及び Case5 の時間平均最大せん断ひずみのベクト ル図を示したものである。この図により湾曲部中央付近では、計 測位置により、ひずみが発生する方向及びひずみの大きさが異な っていることが分かる。

図 5 は Case3 の 1 周期間のモールのひずみ円を 1/4 サイクルご とに示したものであり、天端の振幅の絶対値が最大になるときに 引張ひずみが大きくなっていることがわかる。また、1 周期間で 堤防の引張ひずみの値が著しく変化していることから、この引張 ひずみの発生により横断亀裂が発生するものと考えられる。

図 6 は Case2~5 の計測時間内で最大となるモールのひずみ円を それぞれ示したものである。この図により、Case5 のほうが堤防 の形状が等しい Case3 と比較して、ひずみ円が大きくなっている ことが分かる。これより、堤防の横断亀裂の発生には、地盤・堤 防の動的相互作用が影響を及ぼしていることがわかる。

<u>4.結論</u>

1)湾曲堤防では引張ひずみの大きさが1周期中にも著しく変化し、 振幅の絶対値が最大になるときにせん断ひずみ及び引張ひずみが 最大になる。

2)湾曲堤防では交角 で交わる他方の堤防の応答との相互作用の 結果、堤防延長方向の引張ひずみが発生することにより、横断亀 裂が発生する可能性があるものと考えられる。

<u>参考文献</u>

 1)佐々木康・福渡隆:ジオテキスタイルを敷設した堤防の鳥取県 西部地震時の沈下、ジオシンセティックス技術情報、vol.13. No.3、 国際ジオシンセティックス学会日本支部、pp15-20、2001.11.
2)加納誠二・佐々木康:土の骨格構造の破壊過程を追跡するための画像解析の精度検討,広島大学工学部研究報告,第49巻,第1 号,pp57~67,2000.



-232-