九州工業大学大学院 学生会員 ○船倉玖彬 吉崎文朗 九州工業大学大学院 正会員 廣岡明彦 永瀬英生

<u>1. はじめに</u>

我々が生活する日本は世界有数の地震多発国であり, 過去幾度となく巨大地震と,それに伴う津波による甚大 な被害に見舞われている.この津波被害については多数 の被災事例が報告されており,その中には災害復旧時に 重要な役割を担う道路盛土,橋梁との接合部である橋台 背面盛土も含まれている.しかし,これらの被災メカニズ ムの解明は不十分であり,耐津波対策は未だ確立されて いない.そこで本研究では津波シミュレータにより発生 させた擬似津波に対して,張工の耐津波性能と本体損傷 について知見を得るために遠心模型実験を実施した.

2. 実験方法

本研究では、図-1 に示す津波シミュレータシステムを 遠心模型実験装置内に設置し,遠心加速度場 100G におい て実験を行った. 遡上台内部に盛土模型を所定の位置に 設置し,各測定位置にセンサーを取り付け,土槽内部に設 置する.その後遠心模型実験装置運転中に,電磁弁制御の シリンダーにより開閉する吐出工を有した水槽から,遠 隔操作により水を放出して擬似津波を発生させ,擬似津 波による盛土模型の損傷の形態や規模を観察する. 盛土



模型は全長 20cm, 幅 9cm, 高さ 4cm の台形盛土を使用し 図-6 張工模型(10mm) 図-7 改良張工模型(10mm) た. 試料は九州工業大学戸畑キャンパス内で採取したシルトと豊浦砂を乾燥重量においてシルト:豊浦砂= 1:1 になるように混合したものを使用した. 模型寸法を図-2~7 に示す.

<u>3. 張工の改良について</u>

本研究では、耐津波対策として張工の設置を採用している.しかし昨年度までの研究において、張工が流 失した場合、被害が甚大なものとなるという結果が得られている.この張工流失の原因として、張工表面を 流れる擬似津波と、盛土と張工のわずかな隙間から侵入した擬似津波との流速差によって圧力差が生じ、そ れに伴い発生した揚力が原因として挙げられる.この時、限界流速には張工の滑り落ちによる流失、張工の 浮き上がりによる流失の2つのモードがあると考えられる.そこでこの2つのモードについて張工表面を通 過する流速と張工裏面の流速差を算出したところ、以下に示す張工が滑り落ちる際の流速である滑落限界流 速 *V_{sl}*式(1)、張工が浮き上がりにより流失する際の流速である浮遊限界流速V_{fl}式(2)が得られた。

$$V_{sl} = \sqrt{\frac{2c}{\rho tan\phi} + \frac{2Wcos\theta(1 - tan\theta/tan\phi)}{\rho A}} \qquad \cdots \qquad (1) \qquad \qquad V_{fl} = \sqrt{\frac{2Wcos\theta}{\rho A}} \qquad \cdots \qquad (2)$$

(W:張工の垂直荷重、θ:法面勾配、A:張工面積、c:粘着力、φ:内部摩擦角)

これらの式より、本研究では新たに張工の面積はそのままに厚みを増やすことで重量を増加させ、限界流 速を上昇させる改良を施し、実験を実施した.

4. 実験結果及び考察

本実験の条件・結果を表-1に示す.ここで表中のtは 張工の厚み(実物換算), Hwは越流水深(実物換算), Vは 先端流速, Vfは浮遊限界流速(本実験ではモード判定の 結果全て浮遊限界を示した為), Pは平均すべり高割合 をそれぞれ示している.損傷判定については,宮本らの 研究¹⁾で用いられた平均すべり高割合による判定を採 用した.図-8には casePEC-1, caseRPEC-3,4における 水面形を示す.

case PEC-1(写真-1)に関して,実物換算で t=0.2m の張工を設置したが下流側法面 において張工が流失し盛土法面も越流波による侵食が確認され,平均すべり高割合 は 100%となり全般破壊と判定された.この実験結果について検証した結果,限界 流速判定の式より張工の浮き上がりによる流失が示唆されたため,以降の実験 case では張工の流失を防ぐため前述した改良方法により張工の流失を抑止することを試 みた.しかし, caseRPEC-4を除きすべての実験ケースにおいて張工が流失し,盛土 法面が損傷を受ける(写真-1~5参照)という結果となった.caseRPEC-1 については, 過去の実験より想定される先端流速とほぼ同程度に限界流速を設定したところ張工 が流失した.しかし, caseRPEC-2,3 についても,限界流速が先端流速を大きく上 回っているにも関わらず,張工が流失し盛土本体が損傷した.これらについては, 前述した限界流速判定の式には考慮されていない張工の厚みの影響が要因であると 考えられる.実験映像を確認したところ,張工の厚みを増したことにより擬似津波 が張工側面に衝突して張工を浮き上がらせており,その結果,張工が流失するに至 ったと考えられる.これは実際に張工の上部を天端面に合わせて切断した caseRPEC-4 では張工の流失を抑止することができたことからも明らかである.

次に casePEC-1, caseRPEC-1~ caseRPEC-3 の法面損傷について見ていくと,最も 損傷が小さい case は caseRPEC-1 であることが分かる.この要因としては,張工の 改良によって張工重量が増加し,盛土法面が締め固められたことによるものである と考えられる.しかし,以降の caseRPEC-2,3についてはより重量が増加している にも関わらず損傷が大きくなる傾向を示した.両ケースは限界流速の算出時に浮き 上がりによる流失を示唆していたが,この損傷の形態より滑り落ちによる流失が生 じたことが伺える.また,図-8 に示すように caseRPEC-3 については天端下流側に おいて再び水面形状が高くなることが観察されており,これもまた張工の流失と本 体損傷に大きく影響を与えているものと考えられる.

5. まとめ

本研究より張工の重量増加による改良の影響について以下の知見が得られた. ・現在の限界流速判定式には形状について考慮されていないため,張工側面への津 波の作用波圧にも配慮した限界流速判定式が必要である.

・張工が流失する際,張工の重量が大きいほど滑り落ちによる流失が生じやすくなり,損傷が増大する.

<参考文献>

 1) 宮本ら:種々の盛土の被災度に擬似津波流速が及ぼす影響について,平成25年度西部支部研究発表会,Ⅲ-23,353

表-1 実験条件・結果一覧								
case	張工	t	Hw	V	V _{fl}	張工	Р	損傷判定
		(m)	(m)	(m/s)	(m/s)	流失	(%)	原圖刊足
PEC-1	改良前	0.2	5.05	4.71	3.08	有	100	破壊
RPEC-1	改良後	0.5	4.00	4.85	4.81	有	17.6	非破壊
RPEC-2	改良後	0.8	6.00	4.81	6.04	有	48.0	部分破壊
RPEC-3	改良後	1	4.00	4.46	6.76	有	100	破壊
RPEC-4	改良後	1	4.30	4.89	6.57	兼	1	非破壊
- casePEC-1 - caseRPEC-3 - caseRPEC-4								
S								

図-8 水面形



写真-2 RPEC-1 実験後





写真-4 RPEC-3 実験後



写真-5 RPEC-4 実験後