

浸透流による堤体破壊に関する研究

岡山大学工学部 正会員 河野伊一郎
 岡山大学工学部 正会員 西垣 誠
 岡山大学工学部 学生員 ○番場伸幸
 金 築 組 金築 章

1. はじめに

洪水時の破壊の原因には、越流、洗掘および浸透の3種類に大別できる。この中で浸透水による破壊現象特に土粒子の流出によって水径が拡大し、全体破壊に至る進行性破壊のメカニズムは明らかにされていない。本研究では、洪水時の漏水による堤体の局部破壊および進行性破壊について実験的に破壊機構を究明することを目的とし、また、水防工法の1つである「月の輪」工法の効果と問題点について均質および層状堤体を対象として考察する。

2. 実験装置および試料

実験装置は、図-1に示す長さ160cm、高さ80cm、幅11cmの鉛直二次元モデルの土槽で、片面が厚さ2cmのガラス張りである。また、間隙水圧を測定するために裏面に小孔を設け、マンメーターを接続する。「月の輪」を施すための器具として厚さ1cmのアクリル板によって15cmの高さまで流れを遮水する矢板状のものを使用した。

実験に用いた試料は、川砂であり、準不透水層としてマサ土を使用した。それぞれの試料の粒径加積曲線を図-2に示す。

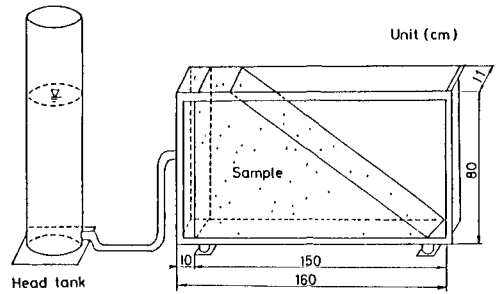


図-1 堤体破壊実験装置

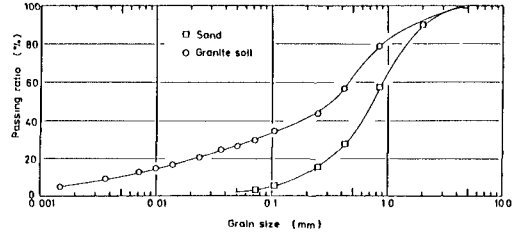


図-2 粒径加積曲線

3. 実験内容

本研究では大別して3種類の実験を行った。

(a) 均質な堤体の破壊実験 (H型)

急勾配の川砂斜面における破壊機構並びに安定勾配を推測し、その斜面勾配における崩壊を観察する。

(b) 三層状堤体の破壊実験 (L型)

実際の堤防には層を成しているものが少なくなく、また、特定の弱点箇所を考慮して、ある一層が透水性に優れている堤体の破壊を観察する。

(c) 堤体基盤の破壊実験 (B型)

透水性の基礎地盤上に準不透水性の堤体を考え、基礎地盤の進行性破壊を観察する。

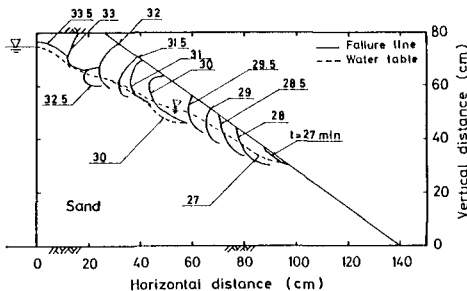


図-3 破壊形態 (H型, 35°)

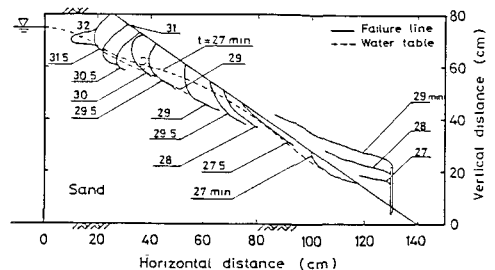


図-4 破壊形態 (H型, 35°)

4. 実験結果および考察

4-1 破壊形態

H型実験において斜面勾配 35° では浸出点の下部で小規模なすべり破壊が生じ、逐次、破壊が上流側に進行し完全破壊に至る(図-5)。この破壊は浸透圧によってわずかな局部破壊が生じ、この境界条件をもとに次のすべり破壊に発展する。こうして破壊は進行していくものと考えられる。

L型実験においては、飽和安息角(約 25°)まではすべり破壊が生じ、その後、川砂層とマサ土層との境界面で進行性破壊(ルーフィング)が生じた。これを有限要素法による浸透解析を行った結果を図-8に示す。川砂層とマサ土層の境界面において、下部の流速(0.016 cm/s)に対し、上部の流速(0.018 cm/s)が幾分大きい。また、流れの方向は下部は斜面に沿って下向きであるのに対し、上部では境界面にほぼ平行である。このため上部境界面での細粒分流出が多く、ルーフィングが生じたものと考えられる。

B型実験での破壊形状はL型とほぼ同様であり、破壊機構もL型と一致すると考えられる。

4-2 月の輪工法の影響

H型実験においては月の輪工法を施したにもかかわらず、月の輪より下流側での水の流出が激しくなり、月の輪の底部で洗掘が生じ、完全崩壊に至った。

一方、L型実験においては、わずかに崩れが生じたものの、それ以上の破壊の進行は見られなかった。

これらの結果より、月の輪工法は、広範囲にわたって漏水を生じるような均質な堤体においては効果は期待できないが、透水性の良い層が狭い範囲で存在するような堤体においては破壊の進行を遅らせ、さらには停止も可能であると思われる。

5. あとがき

本研究では3種類の堤体モデルを考え、その破壊形態を実験によって観察し、数値解析によりそのメカニズムについて考察を行ってきたが、今後、鉛直流と水平流による安全性の評価の違いなど詳しい検討が必要であると思われる。

<参考文献>

- 1) 宇野尚雄：堤防護岸の浸透破壊と非定常不飽和浸透解析に関する研究，河川堤防護岸の破壊条件の研究 自然災害特別研究研究成果，No. A-51-1，1977，PP. 19~21.
- 2) 赤井浩一，大西有三，西垣誠：有限要素法による飽和-不飽和浸透流の解析，土質学会論文報告集，第264号，1977，PP. 87~96.

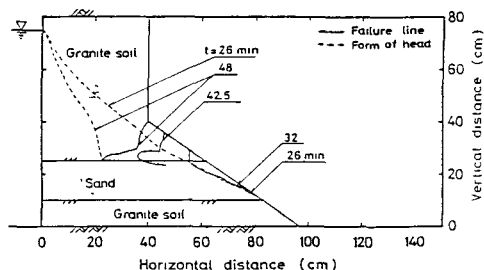


図-5 破壊形態 (L型, 35°)

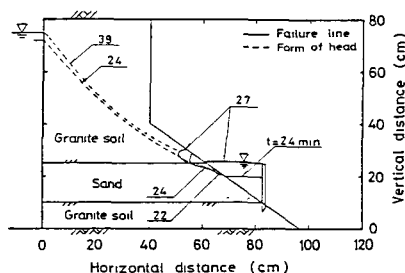


図-6 破壊形態 (L型, 35°)

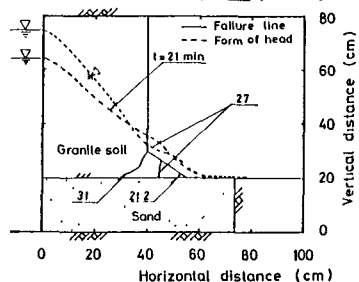


図-7 破壊形態
(B型, 35°)

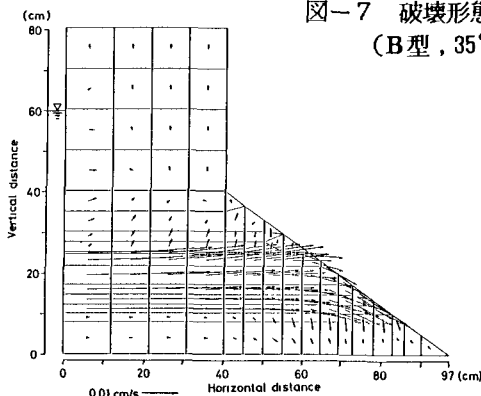


図-8 解析例 (L型, 35°)