

建設省土木研究所 正会員 島西敏孝

須賀堯三

吉野文雄

1. はじめに

現況堤防は多くの場合、越水を考慮していないが、越流破壊のメカニズムを明らかにすることが出来れば、治水安全度の向上をはかるための堤防補強対策の策定に役立つものと考えられる。そのため、これまでに、現地の越流による破堤事例の調査、および小・中規模模型実験を実施した。特に、小・中規模の実験では、越流水による法面の崩壊特性の検討を行った。しかし、越流破壊に及ぼす土の力学的性質の変化、あるいは補強対策工法の開発やその評価をする場合には、大規模な模型、すなわち現寸大に近い堤防モデルを用いて越流破壊特性を把握する必要がある。ここでは、2,3の大規模模型実験において見られた堤体の越流破壊特性、および保護工の効果について、報告する。

2. 実験の概要

実験は、図1に示したような実験施設に、堤内地盤から直高2.8m、天端幅4m、法面勾配2割、越流幅5mの大きさの堤体を、人力施工によって製作して行った。また、堤体上の土質特性は、液性限界56%、塑性限界27%、単位体積重量 $1.6 \sim 1.7 \text{ g/cm}^3$ 、最適含水比27%、粘着力 0.3 kg/cm^2 、内部摩擦角 3° 、粘土分40%、シルト分40%、砂分20%のものである。

以上のような堤体形状と堤体土を用いて数ケースの実験を行った。そのうち、ここでは、①裸地(実験No.A)、②天端をアスファルトによって保護した実験(実験No.B)、③裏法面を蛇ガゴによって保護した実験(実験No.C)、の3ケースについて主に述べる。

なお、現地における洪水前の降雨、あるいは水位上昇に伴う浸透水を考慮して、通水前に川裏側に7日間の湛水をした。その結果が図2である。

また、通水流量は $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$ とした。

3. 実験結果

3.1 実験No.A 裸地の場合の越流破壊状況

を示したものが図3であり、図中の棒グラフは時間毎の洗掘深を表わしている。この図からわかるように、まず最初に、裏法面の空気の混入域直前から裏法肩にかけてほぼ鉛直に洗掘され、また、これをほぼ同時に裏法尻が洗掘された。次に、裏法面の浸食とともに、川裏側の天端にクラックが発生し始め、裏法肩が完全に崩壊した。さらに、天端全体にクラックが発生し、そのため、3分目には天端のほとんどが崩壊し、堤防の機能を失った。このように、保護工を設置しない場合には、裏法面の空気の混入域直前から洗掘が始めに起り、次にクラックの発生に伴って裏法肩、天

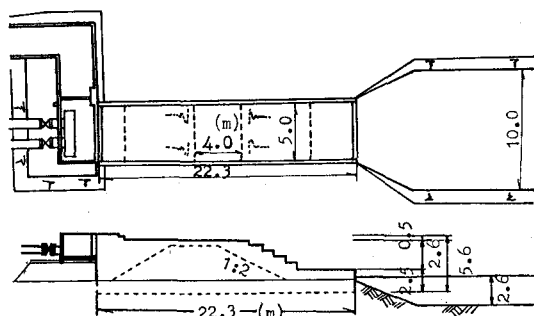


図1 実験施設の概要

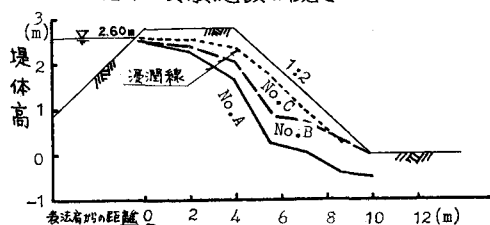


図2 通水前の湛水位と浸潤線

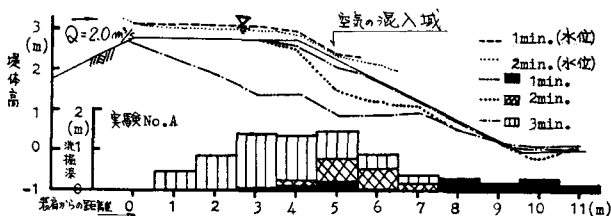


図3 堤体変化(裸地)

の混入域直前から裏法肩にかけてほぼ鉛直に洗掘され、また、これをほぼ同時に裏法尻が洗掘された。次に、裏法面の浸食とともに、川裏側の天端にクラックが発生し始め、裏法肩が完全に崩壊した。さらに、天端全体にクラックが発生し、そのため、3分目には天端のほとんどが崩壊し、堤防の機能を失った。このように、保護工を設置しない場合には、裏法面の空気の混入域直前から洗掘が始めに起り、次にクラックの発生に伴って裏法肩、天

端の崩壊という破壊過程がみられた。

3.2 実験No.B この実験では、天端のクラックを防ぐために、天端をアスファルト舗装(厚さ10cm)し、その効果を検討した。その結果を示したものが図4であり、初めの1,2分は実験No.Aとほぼ同様の傾向であった。その後、裏法面の崩壊量は徐々に減少し、特に、崩壊面が裏法面から鉛直になってからの崩壊は著しく減少し、天端アスファルトの効果が十分に発揮された。しかし、天端アスファルトは、越流水によって川裏側へ押され、そのため、アスファルトと堤体土の境界面から浸透水が流出し、境界面の浸食によって約40分で崩壊した。

3.3 実験No.C 裏法面に蛇カゴを設置した場合の実験結果を示したものが図5であり、これまで述べたような崩壊はみられず、堤体が徐々に削られ、また、蛇カゴの一部は吸出しによって低下する傾向があった。

4. まとめ

以上、大規模模型実験の主なケースについて堤体の破壊過程を説明したが、これまで報告済みの中規模実験をも含めて堤体の破壊過程を簡単に取りまとめると図6に示した時間-崩壊量曲線で表わすことが出来る。また、この図およびこれまでの報告結果から、次のことが定性的に言える。

① 裸地・芝生等の保護工がない堤体は、クラックが入り始めると一挙に崩壊する。また、その崩壊面は鉛直に近い。② 浸透水の影響を受けた堤体は非常に早く崩壊し、逆に、影響のない堤体は、芝生程度で浸食を減少することが出来る。

③ 天端アスファルトあるいは裏法面を蛇カゴ等で保護した場合には、堤体の崩壊量を減少させることが出来、効果的である。しかし、堤体土とアスファルトとの境界面の処理方法を今後検討する必要がある。④ 堤体土の締固め度、あるいは単位幅流量によって法面の浸食速度が異なる。

5. おわりに

堤体の破壊特性、あるいは保護工の効果を実験によって検討し、以上の結果が得られた。しかし、土の力学的性質の変化も検討するまでには至らなかった。そのため、今後は、この点と保護工の効果についてさらに検討を重ねる予定である。最後に、本報告の取りまとめには、当所の山本晃一氏の協力があつた。

参考文献 1) 山本(祐), 吉野; 越流水による堤体法面の浸食特性, 第33回年講, 2) 吉野土屋, 須賀; 越流水による堤防法面の破壊特性, 第24回水講

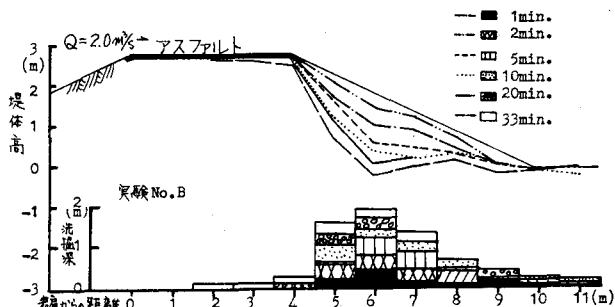


図4 堤体変化(天端アスファルト)

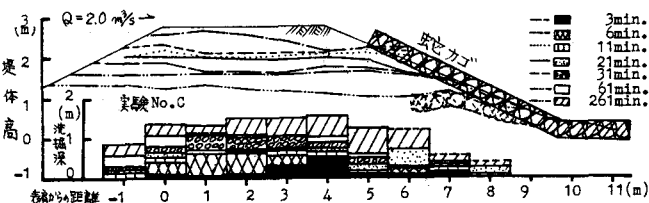


図5 堤体変化(裏法蛇カゴ)

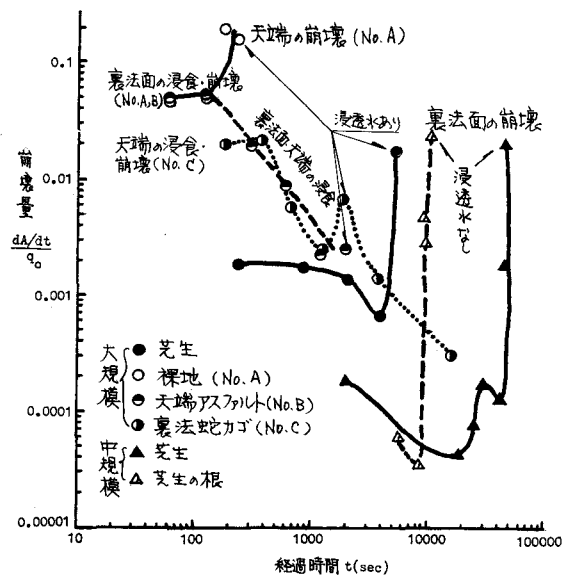


図6 崩壊量の時間変化