

建設省土木研究所 正会員 葛西敏彦
建設省土木研究所 正会員 須賀堯三
建設省土木研究所 正会員 石川忠晴

1. はじめに

河川堤防は一般に土で造られているため、洪水で越水が生じた場合には容易に破壊する。破壊にともなう被害は単なる浸水被害に比べて甚大であり、僅かな越水によって破壊しないように既存堤防を強化することが望まれている。そこで土木研究所では昭和54年度より実大に近い堤防模型を用いた越水実験を行い、堤防を耐越水化するために有効な工法を検討している。ここでは、前報に引続き主な実験結果について報告する。

2. 実験の概要

実験は、図1に示した実験施設に堤体および保護工を製作して、これまで15ケース行った。これらの実験のうち、ここでは表1に示した裸地、全面芝張りおよび天端アスファルトの実験について、主に述べる。なお、前期降雨および川表側の水位上昇にともなう浸透水による強度低下を考慮し、各ケースとも川表側に約7日間の湛水をしたのちに越水実験を行った。

3. 実験結果

3.1 裸地および全面芝張り (No. 1, 2, 6, 8, 11, 12)

前報等において報告したように、裸地および全面芝張りの場合には、越水による堤体の浸食は、ごくわずかであり、天端部に発生するクラックによる崩壊が大きい。赤井・中川らによれば、裸地の場合の初期堤体法面の洗掘深(浸食深) Z_s の時間変化は、掃流力 τ と粘着力 c の関数、すなわち次式で近似的に表わることが出来るとしている。

$$(\partial Z_s / \partial t) = 6 \times 10^{-2} (\tau / c), (cgs) \dots (1)$$

本実験では、クラックの発生による裏法面あるいは天端の崩壊が主であったため、上式の約 $10^2 \sim 10^3$ 倍の堤体変形があった。また、図2は裏法面の堤体断面変化率(崩壊断面積÷初期断面積)と天端のそれとの関係を示したものであり、裸地の場合には裏法面の崩壊が初期の断面の2割に達すると、天端の崩壊が始まることわかる。一方、芝の場合には芝の根の成長状況によって異なり、根のあまり成長しなかったNo. 8では約3割、根が約30cm成長したNo. 12では約5割裏法面が崩壊した時点で天端の崩壊が始まっている。このことは、芝が成長することによって、裏法面および天端にクラックが入るのを防いだためである。

3.2 天端アスファルト (No. 3, 9, 13, 14, 15)

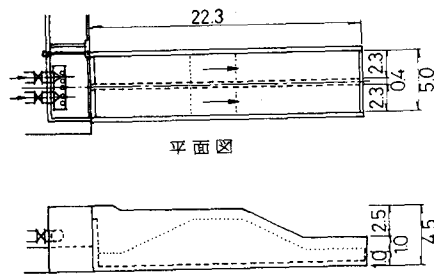


図1 実験施設

表1 実験条件一覧表

実験No.	保護工の状態	越流幅(天端)	流量	備考
1	全面芝張り	5.0	4.0	0.26
2	裸地	5.0	4.0	0.4
3	天端アスファルト	5.0	4.0	0.26
6	(裸地)	2.3	4.0	0.1
8	全面芝張り	5.0	4.0	0.2
9	(天端アスファルト)	5.0	4.0	0.86
11	裸地	5.0	4.0	0.26
12	全面芝張り	5.0	4.0	0.4
13	天端アスファルト	5.0	4.0	0.2
14	〃	5.0	8.3	0.52
15	〃	5.0	4.0	0.86

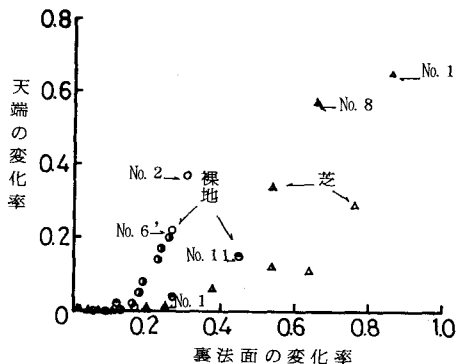


図2 堤体断面変化図

天端アスファルトはブロック等の保護工に対して費用、施工、維持・補修の面ですぐれており、また天端に発生するクラックをある程度防止することが出来る。しかし、前報において報告したようにアスファルト下層の砕石が水みちとなり、最終的にこの部分が貫通して破壊した。そこで実験No.13~15では堤体中央部に図3に示したような遮水壁を設け強度の増加を図った。さらに天端幅の効果を評価するためにNo.14, 15では天端幅を約8.3mとした。これまで実施した天端アスファルトの実験結果を簡単にまとめるとつぎのようである。

① 図4は単位幅きり流量と耐久時間との関係を示したものであり、図中の点線は総流量が一定(840 m^3/m)となる線である。この図から耐久時間が単位幅流量にほぼ逆比例していることがわかる。

② 天端幅の狭い実験No.13では遮水壁の目立った効果が見られなかったがNo.14, 15では効果が確認された。

③ 実験No.14では崩壊が裏法局より2m程度進行した段階で遮水壁上流の一部のアスファルトが約20cm浮き上った。これは、浸透水が遮水壁で遮断されることによる揚圧力のためと考えられる。しかし、アスファルト下層からの漏水がなかったため、なかなか全面崩壊しなかった。

④ アスファルト舗装を施した各ケースの天端幅と破堤までの総流量の関係を示したものが表2であり、天端幅の広い実験No.14, 15では総流量が4~8倍となるまで持ちこたえており、天端幅の増加が耐越水には効果的であると考えられる。

⑤ 図5は通水時間と崩壊距離を示したものであり、通水時間と崩壊距離の関係は流量によらずほぼ一定となっている。また、図6は総流量と崩壊距離の関係が一定とならないことを示している。

これらの結果は①で述べた結果と矛盾していると考えられる。この原因として堤体等の施工状況、浸透水あるいは遮水壁の効果のバラツキが考えられ、今後の検討事項である。

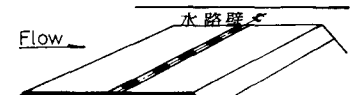
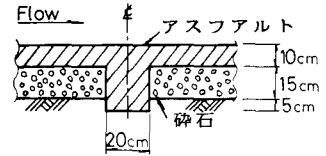


図3 シャ水壁

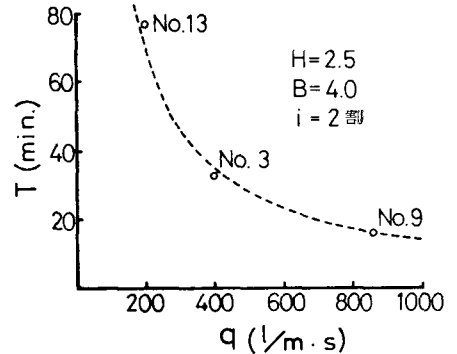


図4 単位幅流量と耐久時間

表2 天端幅の効果

実験No.	単位幅流量	天端幅	総流量
3	0.4 $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$	4 m	792 m^3/m
9'	0.86	4	826
13	0.2	4	924
14	0.52	8.3	6,989
15	0.86	8.3	3,251

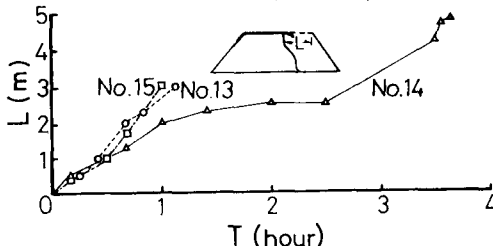


図5 通水時間と崩壊距離

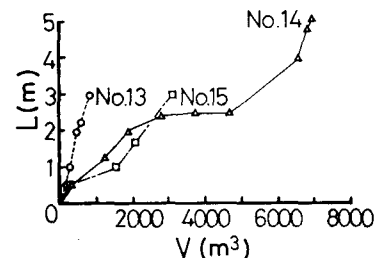


図6 総越流量と崩壊距離

4. おわりに

本報告では、裸地、全面芝張りおよび天端アスファルトについて述べた。これらのうち天端アスファルトの場合、耐久時間に及ぼす主要素は、流量、天端幅、遮水壁と考えられる。これらを系統的に解析するためにはケース数がまだ十分でないため、今後さらに検討を行う予定である。

参考文献： 1) 須賀・石川・葛西：越流水による堤防破壊特性，第25回水溝

2) 赤井・中川ら：河川堤防護岸の破壊研究，自然災害特別研究研究成果，No.A-57-1，昭和52年2月