

護岸の機能に関する基礎的検討

京都大学防災研究所 正員 村本 嘉雄 正員 藤田 裕一郎

三井建設株式会社 ○正員 中野 慎一

1. はしがき 本文では、河岸侵食防止の構造物として一般に施工される護岸の機能と破壊過程について、既往の基礎実験¹⁾に緩勾配河岸斜面での実験を追加し、水理諸量を評価して考察を加える。

2. 実験の概要 実験には、河川堤防欠壊実験装置²⁾を図1に示すように仕切って、幅1.55m、長さ6.5m、深さ0.3mの水路として用い、図2のように、実験W、Nで河積を変えて河床を水路底よりも5cm高くし、平均粒径0.88mmの淀川の河川砂を数均した。模型護岸を設置した偶数Noの実験では、厚さ0.27mm、幅453mm、所定長のトタンを先端が水路底に達するまで河岸斜面に沿わせて注意深く挿入した。1回目の通水は水位が河岸の頂部よりも1~2cm高くなるよう(高水位通水)に、2回目は1~2cm低くなるよう(低水位通水)に下流端の堰で調節し、流下方向4点の水位を容量式波高計で、初期と各通水後の河床高を触針式砂面計で測定した。

3. 実験の結果と考察 本実験では水面の波立ち等で水位の測定精度に疑問が残ったので、それを直線回帰した水面形及び実測流量を用いて水力諸量を計算した。既実験についても同様の計算を行い、その結果の流下方向平均値を、表に示す。この表によれば、流速は既実験のW, Nシリーズの高水位通水時でそれぞれ25~30cm/s、35cm/s前後である。水深・砂粒径比から流速係数を15~16とすると摩擦速度は2cm/s以下となって実験砂の限界値 $u_{*c}=2.19\text{cm/s}$ よりも低くなり、河床砂の移動のない観察結果と一致する。本実験でも高水位通水時は25~30cm/sであって、水路幅を狭くすることによる増加は3cm/s程度で、斜面勾配が小さいので、模型護岸の無いRun W5, N5でも、図3のように、横断形状はほとんど変化しない。したがって、模型護岸を設置したRun W6, N6では、図4のように、高水位通水では形状には全く変化は見られず、護岸が多少とも変形した既実験とは異なり、

護岸は充分にその機能を発揮しうるといえる。一方、低水位時では実験条件に応じてかなり広い範囲にわたっており、Wシリーズで45~50cm/s、Nシリーズで60~75cm/sとなって、後者では活発な砂移動が期待

Yoshio MURAMOTO, Yuichiro FUJITA, Shinichi NAKANO

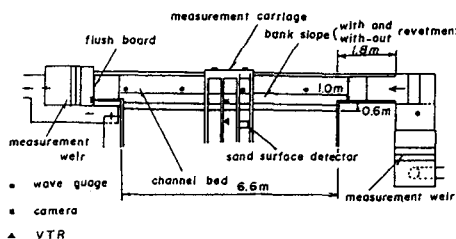


図 1 実験装置

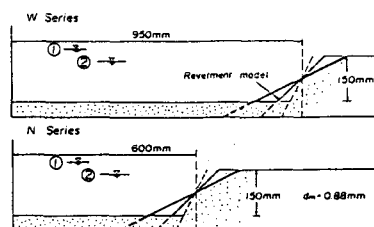


図2 水路の横断形状と模型護岸設定の模式図

表 実験条件と平均水理量

Run	河岸 勾配	護岸 模型	水位 h	流量 Q	水面 勾配 i	水面 幅 B	平均 水深 h _r	径深 R	平均 流速 u _c	1/30 ^{1/2} 糙率 n ₀	摩擦 速度 u _*	マンロ の係数 K ₁₂
			(cm)	(l/s)	$\times 10^{-3}$	(cm)	(cm)	(cm)	(cm/s)	$\times 10^{-3}$	(cm/s)	(1/s)
W1-1	1割	無	21.02	45.72	1.213	128.6	11.32	9.86	31.44	1.013	3.12	0.0216
-2			18.52	44.04	3.465	103.6	9.23	8.21	46.24	2.638	4.57	0.0211
W2-1	1割	有	21.40	46.48	2.700	130.0	11.55	8.81	31.03	2.359	4.51	0.0311
-2			18.29	48.24	2.681	100.6	10.82	8.02	44.06	1.966	3.90	0.0187
W3-1	5分	無	24.02	48.67	1.171	130.0	14.23	12.16	26.31	1.130	3.67	0.0314
-2			16.34	47.10	2.634	103.1	9.07	8.09	50.33	1.875	3.63	0.0181
W4-1	5分	有	24.64	48.58	0.374	130.0	15.41	10.50	24.77	0.376	1.94	0.0172
-2			16.61	49.15	2.236	98.9	10.48	6.96	49.44	1.616	3.12	0.0129
W5-1	2割	無	24.89	52.03	-0.417	150.0	13.59	11.79	25.52	0.000	0.00	0.0000
-2			16.42	48.40	2.900	98.5	9.83	8.61	50.18	1.233	2.66	0.0111
W6-1	2割	有	24.71	52.61	0.035	150.0	13.46	11.58	26.05	0.020	0.29	0.0034
-2			16.47	46.33	1.930	95.6	10.08	8.82	48.17	0.662	1.82	0.0082
N1-1	1割	無	24.64	53.36	1.566	131.9	10.95	9.32	36.45	1.040	3.85	0.0224
-2			19.05	52.18	3.279	91.2	9.08	7.81	63.34	1.586	3.15	0.0106
N2-1	1割	有	25.71	56.31	2.720	141.7	11.11	7.75	35.85	2.755	4.56	0.0266
-2			20.59	55.61	5.160	91.1	9.84	6.39	82.98	4.107	4.65	0.0151
N3-1	5分	無	24.86	53.17	1.188	129.7	11.13	9.44	36.83	1.096	3.15	0.0185
-2			19.19	55.10	5.261	90.9	8.80	7.61	69.52	2.152	3.85	0.0116
N4-1	5分	有	25.08	54.10	0.943	125.8	11.84	8.00	36.58	0.932	2.67	0.0153
-2			18.89	54.60	4.568	80.3	10.87	6.87	64.18	3.035	4.40	0.0143
N5-1	2割	無	25.24	49.30	-0.500	150.0	11.49	9.68	28.61	0.012	0.13	0.0011
-2			17.92	46.33	5.410	97.5	9.78	7.63	64.09	3.027	3.93	0.0123
N6-1	2割	有	25.16	48.85	1.930	150.0	11.27	9.68	28.92	1.255	2.89	0.0212
-2			19.98	47.09	16.648	115.6	9.17	7.90	50.07	5.610	5.12	0.0229
N6'	2割	有	15.66	52.51	8.450	85.8	7.88	6.71	75.87	5.372	4.76	0.0123

43.

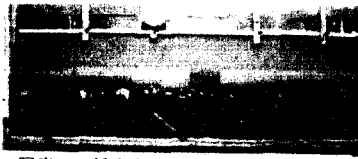


写真1 低水位通水中の様子 (Run W6)

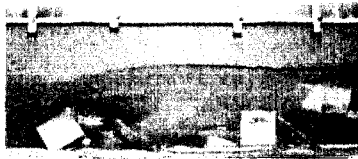


写真2 低水位通水後の河床 (Run N6)

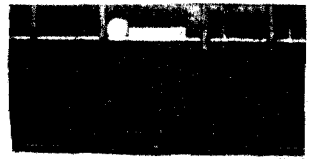


写真3 低水位通水中の様子 (N6')

そのうちの流速の比較的低いRun W6では、写真1のように模型護岸の上流側がわずかに上昇し、上昇とともに流体の揚圧力が徐々に増加して護岸が根入れ部分上の砂とともに持ち上げられ、ある時点を超えると模型護岸が大きく傾くと同時に河岸斜面に沿ってすべるように流送された。また、Run N6で写真2のように上流の一部を除いてすべての模型護岸が流失した。下流端を堰上げないで最大流速を与えた実験となったRun N6'では、写真3のように、 $X=2.0\text{m}$ から 5.0m にかけて模型護岸が下流側から徐々に起き上がり河道部へ倒れ込んだがN6で見られたほどの多数の模型護岸の流失は起こらなかった。以上のように、同範囲の流速では斜面勾配に応じて、一方、同一勾配では流速に対応して模型護岸の挙動は大きく変化している。

これより、これらの模型護岸の挙動を流速と法勾配に着目してまとめると図5のようになる。これによると、法勾配1割、5分で行われた既実験に見られた高水位通水時の模型護岸の起立は、法勾配2割とした本実験においては見られず、水没するような護岸では勾配を緩くすることが護岸の安全性を高めるということが出来る。しかし、低水位通水時には、Run W2及びRun W4では流失しなかった模型護岸が、Run W6では水路中央区間で3枚も流失しており、ある流速の範囲では緩勾配の護岸が必ずしも安全であるとはいえない可能性が指摘される。逆に、低水位通水の高流速時には模型護岸の流失は、1割勾配よりも2割勾配の場合の方が著しく、さらに5分勾配のRun N4では、流速が約 65cm/s と高かったにもかかわらず流失しなかった。これは、護岸の挙動は流体力の作用方向と作用する流水中の面積と根入れ部の面積比率に大きく影響されていることを示唆している。

4. あとがき 今後、護岸に働く流体力の具体的評価とそれに抵抗する根入れ及び自重の効果を考慮して護岸の挙動を追求していくつもりである。また、護岸構造物の強化方法を検討していくためには、水理学、土質力学などに基づいた複合的な力学的考察をしていかなければならないと思われる。

参考文献 1) 藤田・木下:京大防災研年報, 32号B-2, 1989

2) Fujita・Tamura: J. Natur. Disas. Sci., Vol. 9, 1987

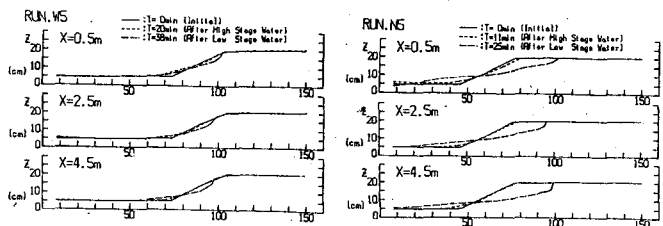


図3 河床変動図 (護岸無し)

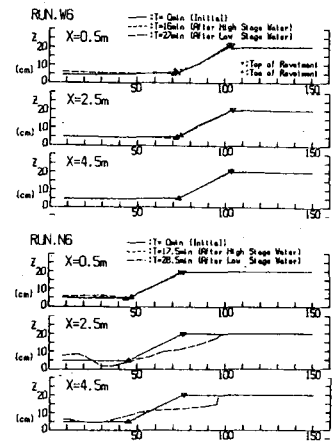


図4 河床変動図 (護岸有り)

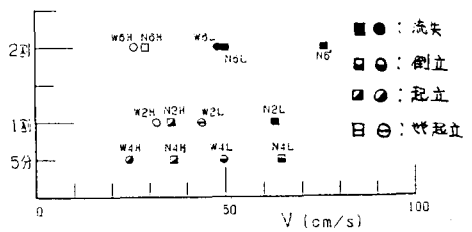


図5 流速・斜面勾配と模型護岸の破壊