

建設省土木研究所 正員 山本晃一
同 上 正員 〇坂野 章

1. まえがき

河川移動床模型実験を行うに当たっては、その実験手法が完全に確立されていないため、実験の目的に応じて出来る限り模型と実河川の現象を相似にさせるという程度で満足しなければならないことが多い。実際上は、模型で用いる河床材料の選定や模型への入力条件をどのようにするかが重要となってくる。筆者らは、斐伊川放水路模型実験を行うに当たって、河床材料の流送土砂量、河床の抵抗等について定量的に把握しなければならないという今までにない実験の精度上厳しい困難な要求に答える必要上、模型で用いる河床材料についてさらに検討を行わなければならなかった。

ここでは、石炭粉を河床材料に用いた場合の流送特性、特に水理量との対応性について基礎的な実験を行いその結果を報告するものである。

2. 検討方法

検討の一端として、巾60cm、長さ約30m、深さ約50cmの両面ガラス張りの可傾水路による実験を行った。実験に際しては、この水路内に約20cmの厚さに石炭粉を数き均し、水締めして表-1に示すような所定の勾配に平坦に整形してから、所定の流量を通水した。与えた流量は、斐伊川実河道の平水流量から計画洪水ピーク流量に相当するものを与えた。実験中は側面から35mmカメラ及びビデオカメラによる観察撮影を実施し、その状況を収録した。尚上流からの補給砂は行、ておらず、下流端では、水位調節ゲートによって等流水深となるように終始調節した。

Case	Q ℓ/s	H cm	Vm cm/s	Ic	U* cm/s	φ	τ*	H/d	B/H	qs cm ³ /s·cm	qs/u*d	Hs cm	Ls cm	T °C	Re	Initial bed slope	Bed configuration
T-1	2.26	3.3	11.1	0.00183	2.43	4.69	0.347	99	18.8	0.0255	0.35	3.5	20	20		1/770	ripples
2	2.26	2.9	13.0	0.00246	2.64	4.92	0.410	87	23.0	0.0573	0.731	4.5	30	do.		1/500	do.
3-1	2.26	1.6	23.5	0.00417	2.56	9.70	0.383	48	34.5	0.411	5.352	0	0	do.		1/200	alternate bars with flat
3-2	2.26	1.3	29.0	0.00425	2.32	12.49	0.318	39	44.4	0.796	11.44	0	0	do.		1/200	do.
4	5.66	3.8	25.2	0.00157	2.40	10.48	0.339	114	15.8	0.196	2.72	0.5	11	do.		1/770	transition
5	8.49	5.1	28.0	0.00113	2.36	11.87	0.328	153	13.4	0.231	3.28	1.0	10	do.		1/770	do.
6	8.49	3.5	40.1	0.00188	2.55	15.72	0.381	105	17.0	0.334	4.37	0	0	do.		1/500	do.
7	8.49								23.3			0	0	do.		1/200	antidune
8	11.31	5.4	34.9	0.00141	2.73	12.79	0.437	162	11.3	0.450	5.49	0	0	do.		1/770	flat
9	14.14	5.8	41.0	0.00142	2.83	14.48	0.469	174	10.3	0.802	9.45	0	0	do.		1/770	do.
10	16.97	5.6	50.5	0.00167	3.02	16.73	0.537	168	10.9	1.13	12.5	0	0	do.		1/770	do.
11	16.97	5.6	50.9	0.00157	2.93	17.39	0.502	168	10.8	1.32	14.9	0	0	do.		1/500	do.
12	16.97								10.9			0	0	do.		1/200	antidune
13	22.63	7.2	52.4	0.0015	3.25	16.12	0.621	216	8.5	1.35	13.7	0	0	do.		1/770	do.
14	23.55	7.5	52.3	0.00116	2.92	17.92	0.499	225	8.0	1.57	17.9	0	0	do.		1/770	do.
15	5.66	3.5	26.8	0.00185	2.53	10.61	0.375	105	17.1	0.295	3.89	1.0	15	do.		1/500	ripples
16	5.66	2.5	38.4	0.00400	3.11	12.35	0.565	75	24.3	1.366	14.6	0	0	do.		1/200	flat or antidune
17	0.76	0.95	13.3	0.00137	1.13	11.80	0.075	32	63.0							1/770	small ripples partly flat
18	2.86	3.2	14.8	0.00132	2.03	7.34	0.242	107	18.8				15~16			1/770	ripples
19	6.20	5.15	20.0	0.00125	2.51	7.99	0.369	172	11.7				15~16			1/770	do.
20	8.10	4.7	28.7	0.00145	2.58	11.13	0.390	157	12.8				15~16			1/770	do.
21	33.0	22.5	24.1					750	2.67			2	15.4	20		1/1250	do.
22	43.05	22.0	32.6					733	2.73			1.8	15.4	do.			ripples
23	52.55	24.0	36.5					800	2.50			1.5	16.7	do.			do.
24	60.22	22.8	44.0					760	2.63			0	0	do.			flat

dm = 0.03 cm, ps = 1.58

表-1. 実験総括表

3. 検討結果

石炭粉の河床形態について述べると以下のようである。

相対水深 H/d が500より大きい場合には、掃流力の小さい内はrippleのクレストがほぼ流れに直角方向となり、その後徐々に掃流力が増すにつれて、クレスト線が波形を示し、ついには舌状のrippleとなる。より掃流力が増すとrippleの山が低くなり（写真-1）ついにはflat bed になってしまう。さらに掃流力が増すと水面および河床面が波動性を帯びて antiduneの河床となる。

相対水深 H/d が小さい場合は、掃流力の小さい内は前述のものと同じだが、rippleが発達するにつれて水深の影響を受けて写真-2に示すようにrippleの山の部分がややflatな非常にdeformされたrippleが発生し、その波長は筆者の観測した例では $d = 0.03 \text{ cm}$ の場合30~40cmにおよぶものがあり、これをrippleと呼ぶのにためらいを感じた。

中規模河床波は、石炭粉を使っても発生し、斐伊川模型実験においてもrippleと多列砂州が共存した河床波が発生し、砂州の幅 B_s は通常の砂の場合と同様水深の100倍程度であった。このことは石炭粉を使った模型実験においても B_s （川巾と水深の比）を模型と現地河川で同一とすれば、ほぼ同程度のスケールの砂州を発生することができることを示す。

実験の流砂量の結果は図-7に示したが、同図から分かるのは流量が増加するにもかかわらず、無次元掃流力があり大きくならず、流砂量が急増している。このことは河床形態の変化と対応しているのである。

実際の洪水では、水理量は一定でなく、時間的、空間的な流量変化に対する河床形態の変動状況を把握することが重要であり、この検討を試みたケース17、18の結果からは、河床波の流れに対する非追従性があり、又、洪水の増水時、減水時の抵抗係数に違いがあること等が明確になった。

4. 今後の課題

模型実験の精度を高めるには、今回のような模型実験のデータの収集をさらに行うとともに、現地河川のデータ収集も行う必要性があり、今後の検討課題として進めて行きたい。

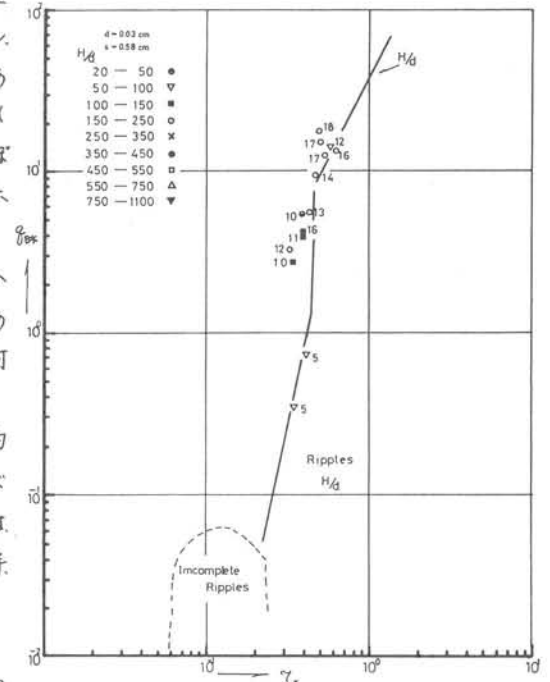


図-1 $\tau_{b*} \sim H/d$ 相関図

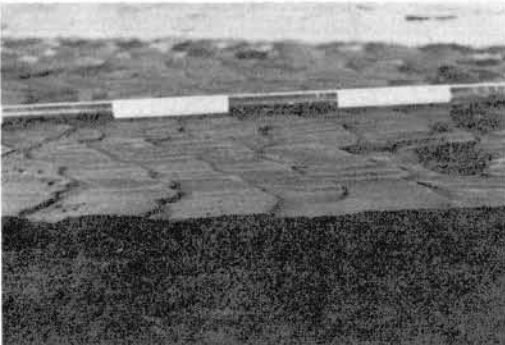


写真-1



写真-2