

3.6 試験結果（試験 B-1、C-1）

(1) 試験データ（模型水路の試験結果）

試験 B-1 および試験 C-1 の試験結果を表 3.10、表 3.11 に示す。

表 3.10 試験 B-1 ストパネル水路模型の試験結果

ケース	流量 (m^3/s)	水路底勾配	斜距離 (m)	水深 (m)	水位 (m)	水面勾配	エネルギー勾配	流速 (m/s)	粗度係数 合成	粗度係数 側面	粗度係数 水路底
	Q	i	L	h	H	I	I _e	V	n	n ₁	n ₂
b1-1	0.020	1/5000	10.00	0.3165	1.7665	0.00006	0.00006	0.087	0.0271	0.0378	0.0155
b1-2	0.040	1/5000	10.00	0.3449	1.7949	0.00004	0.00004	0.160	0.0126	0.0091	0.0155
b1-3	0.060	1/5000	10.00	0.3687	1.8187	0.00005	0.00005	0.225	0.0103	0.0031	0.0155

※水路底の粗度係数 n₂ は、実験水路の粗度係数測定試験（H13：農村工学研究所）の測定結果による。

表 3.11 試験 C-1 鋼矢板水路模型の試験結果

ケース	流量 (m^3/s)	水路底勾配	斜距離 (m)	水深 (m)	水位 (m)	水面勾配	エネルギー勾配	流速 (m/s)	粗度係数 合成	粗度係数 側面	粗度係数 水路底
	Q	i	L	h	H	I	I _e	V	n	n ₁	n ₂
c1-1	0.020	1/5000	10.00	0.3242	1.7742	0.00007	0.00007	0.077	0.0346	0.0524	0.0155
c1-2	0.040	1/5000	10.00	0.3527	1.8027	0.00007	0.00007	0.142	0.0195	0.0235	0.0155
c1-3	0.060	1/5000	10.00	0.3765	1.8265	0.00007	0.00007	0.199	0.0142	0.0127	0.0155

※水路底の粗度係数 n₂ は、実験水路の粗度係数測定試験（H13：農村工学研究所）の測定結果による。

(2) フルード相似則による実大換算データ

試験 B-1 および試験 C-1 の試験結果から、模型スケールの相似則より算出した実大換算値を表 3.12、表 3.13 および図 3.11～図 3.14 に示す。

表 3.12 試験 B-1 ストパネル水路模型の試験結果の実大換算結果

ケース	流量 (m^3/s)	水路底勾配	斜距離 (m)	水深 (m)	水位 (m)	水面勾配	エネルギー勾配	流速 (m/s)	粗度係数 合成	粗度係数 側面	粗度係数 水路底
	Q	i	L	h	H	I	I _e	V	n	n ₁	n ₂
b1-1	1.117	1/5000	50.00	1.5825	8.8325	0.00006	0.00006	0.195	0.0355	0.0494	0.0203
b1-2	2.234	1/5000	50.00	1.7245	8.9745	0.00004	0.00004	0.359	0.0165	0.0119	0.0203
b1-3	3.350	1/5000	50.00	1.8433	9.0933	0.00005	0.00005	0.504	0.0135	0.0041	0.0203

表 3.13 試験 C-1 鋼矢板水路模型の試験結果の実大換算結果

ケース	流量 (m^3/s)	水路底勾配	斜距離 (m)	水深 (m)	水位 (m)	水面勾配	エネルギー勾配	流速 (m/s)	粗度係数 合成	粗度係数 側面	粗度係数 水路底
	Q	i	L	h	H	I	I _e	V	n	n ₁	n ₂
c1-1	1.117	1/5000	50.00	1.6208	8.8708	0.00007	0.00007	0.172	0.0452	0.0685	0.0203
c1-2	2.234	1/5000	50.00	1.7633	9.0133	0.00007	0.00007	0.317	0.0254	0.0307	0.0203
c1-3	3.350	1/5000	50.00	1.8823	9.1323	0.00007	0.00007	0.445	0.0186	0.0166	0.0203

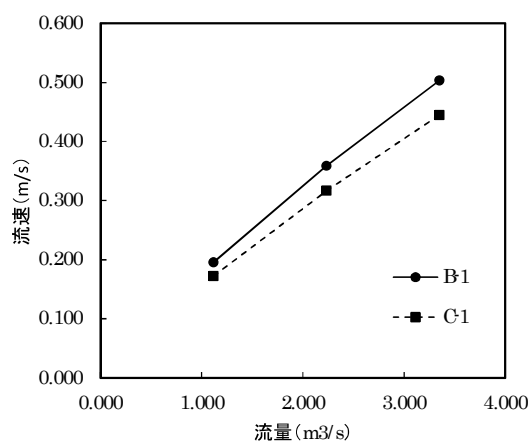


図 3.11 流量と流速の関係（実大換算）

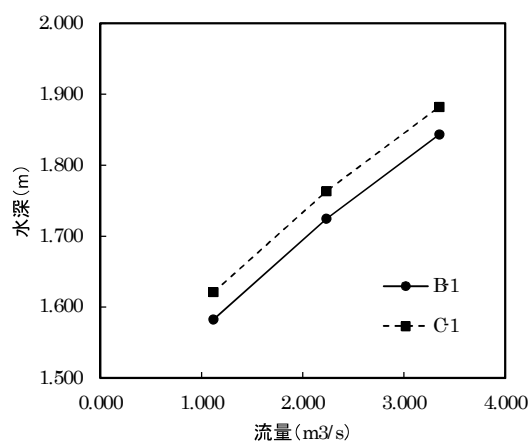


図 3.12 流量と水深の関係（実大換算）

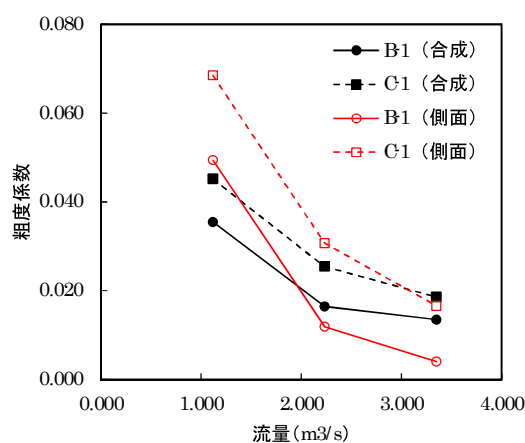


図 3.13 流量と粗度係数の関係（実大換算）

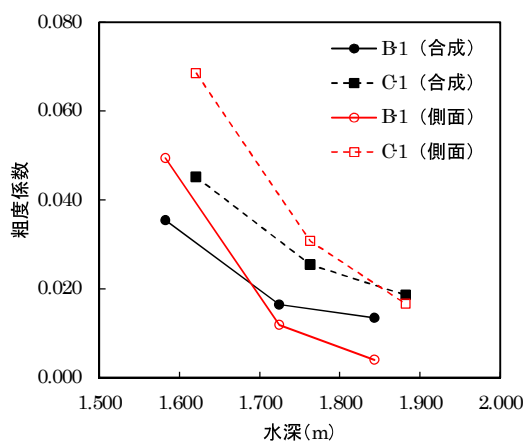


図 3.14 流量と水深の関係（実大換算）

(3) 試験結果の比較

試験 B-1 と試験 C-1 の試験結果の比較表を表 3.14 に示す。

表 3.14 試験結果の比較表

(模型水路)

	試験ケース	1	2	3
	流量(m³/s)	0.02	0.04	0.06
試験B-1 ストパネル水路	流速(m/s)	0.087	0.16	0.225
	水深(m)	0.317	0.345	0.369
	断面積(m²)	0.232	0.253	0.270
	合成粗度係数	0.0271	0.0126	0.0103
試験C-1 鋼矢板水路	流速(m/s)	0.077	0.142	0.199
	水深(m)	0.324	0.353	0.377
	断面積(m²)	0.259	0.282	0.301
	合成粗度係数	0.0346	0.0195	0.0142
比率 B-1/C-1	流速	113%	113%	113%
	水深	98%	98%	98%
	断面積(m²)	89%	90%	90%
	合成粗度係数	78%	65%	73%

(実大換算)

	試験ケース	1	2	3
	流量(m³/s)	1.117	2.234	3.350
試験B-1 ストパネル水路	流速(m/s)	0.195	0.359	0.504
	水深(m)	1.583	1.725	1.843
	断面積(m²)	5.800	6.320	6.756
	合成粗度係数	0.0355	0.0165	0.0135
試験C-1 鋼矢板水路	流速(m/s)	0.172	0.317	0.445
	水深(m)	1.621	1.763	1.882
	断面積(m²)	6.483	7.053	7.529
	合成粗度係数	0.0452	0.0254	0.0186
比率 B-1/C-1	流速	113%	113%	113%
	水深	98%	98%	98%
	断面積(m²)	89%	90%	90%
	合成粗度係数	79%	65%	73%

3.7 試験結果（試験 B-2、C-2）

(1) 試験データ（模型水路の試験結果）

試験 B-2 および試験 C-2 の試験結果を表 3.15、表 3.16 に示す。

表 3.15 試験 B-2 ストパネル水路模型の試験結果

測定回数	経過時間	流量 (m^3/s)	水路底 勾配	斜距離 (m)	水路幅 (m)	水深 (m)	水位 (m)	水面勾配	エネルギー 勾配	流速 (m/s)	粗度係数
		Q	i	L	B	h	H	I	Ie	Vave	n
1	0:30:00	0.070	1/5000	10.00	0.722	0.3180	1.8180	0.00066	0.00065	0.305	0.0255
2	1:00:00	0.070	1/5000	10.00	0.722	0.3181	1.8181	0.00065	0.00064	0.305	0.0253
3	2:00:00	0.070	1/5000	10.00	0.722	0.3184	1.8184	0.00069	0.00068	0.304	0.0261
4	3:00:01	0.070	1/5000	10.00	0.722	0.3190	1.8190	0.00079	0.00077	0.304	0.0280
5	4:00:01	0.070	1/5000	10.00	0.722	0.3195	1.8195	0.00095	0.00093	0.303	0.0308
6	5:00:01	0.070	1/5000	10.00	0.722	0.3218	1.8218	0.00107	0.00104	0.301	0.0330
7	6:00:02	0.070	1/5000	10.00	0.722	0.3208	1.8208	0.00112	0.00109	0.302	0.0336
8	7:00:02	0.070	1/5000	10.00	0.722	0.3210	1.8210	0.00097	0.00095	0.302	0.0313
平均		0.070	—	—	0.722	0.3195	1.8195	0.0009	0.00084	0.303	0.0292

表 3.16 試験 C-2 鋼矢板水路模型の試験結果

測定回数	経過時間	流量 (m^3/s)	水路底 勾配	斜距離 (m)	水路幅 (m)	水深 (m)	水位 (m)	水面勾配	エネルギー 勾配	流速 (m/s)	粗度係数
		Q	i	L	B	h	H	I	Ie	Vave	n
1	0:30:00	0.070	1/5000	10.00	0.800	0.3144	1.8144	0.00101	0.00099	0.278	0.0355
2	1:00:19	0.070	1/5000	10.00	0.800	0.3148	1.8148	0.00106	0.00104	0.278	0.0365
3	2:00:58	0.070	1/5000	10.00	0.800	0.3163	1.8163	0.00134	0.00131	0.276	0.0412
4	2:59:59	0.070	1/5000	10.00	0.800	0.3173	1.8173	0.00142	0.00139	0.276	0.0426
5	3:59:55	0.070	1/5000	10.00	0.800	0.3176	1.8176	0.00130	0.00127	0.275	0.0409
6	4:59:53	0.070	1/5000	10.00	0.800	0.3179	1.8179	0.00138	0.00135	0.275	0.0422
7	5:59:54	0.070	1/5000	10.00	0.800	0.3186	1.8186	0.00128	0.00125	0.274	0.0407
8	6:59:52	0.070	1/5000	10.00	0.800	0.3180	1.8180	0.00151	0.00148	0.275	0.0441
平均		0.070	—	—	0.800	0.3169	1.8169	0.0013	0.00126	0.276	0.0405

(2) フルード相似則による実大換算データ

試験 B-2 および試験 C-2 の試験結果から、模型スケールの相似則より算出した実大換算値を表 3.17、表 3.18 および図 3.15～図 3.17 に示す。

表 3.17 試験 B-2 ストパネル水路模型の試験結果の実大換算結果

測定回数	経過時間	流量 (m^3/s)	水路底 勾配	斜距離 (m)	水路幅 (m)	水深 (m)	水位 (m)	水面勾配	エネルギー 勾配	流速 (m/s)	粗度係数
		Q	i	L	B	h	H	I	Ie	Vave	n
b2-1	1:07:05	3.909	1/5000	50.00	3.610	1.5900	9.0900	0.00066	0.00065	0.681	0.0334
b2-2	2:14:10	3.909	1/5000	50.00	3.610	1.5903	9.0903	0.00065	0.00064	0.681	0.0331
b2-3	4:28:20	3.909	1/5000	50.00	3.610	1.5918	9.0918	0.00069	0.00068	0.680	0.0342
b2-4	6:42:32	3.909	1/5000	50.00	3.610	1.5948	9.0948	0.00079	0.00077	0.679	0.0366
b2-5	8:56:42	3.909	1/5000	50.00	3.610	1.5973	9.0973	0.00095	0.00093	0.678	0.0402
b2-6	11:10:51	3.909	1/5000	50.00	3.610	1.6088	9.1088	0.00107	0.00104	0.673	0.0431
b2-7	13:25:04	3.909	1/5000	50.00	3.610	1.6040	9.1040	0.00112	0.00109	0.675	0.0439
b2-8	15:39:13	3.909	1/5000	50.00	3.610	1.6048	9.1048	0.00097	0.00095	0.675	0.0409
平均		3.909	—	—	3.610	1.5977	9.0977	0.0009	0.00084	0.678	0.0382

表 3.18 試験 C-2 鋼矢板水路模型の試験結果の実大換算結果

測定回数	経過時間	流量 (m^3/s)	水路底 勾配	斜距離 (m)	水路幅 (m)	水深 (m)	水位 (m)	水面勾配	エネルギー 勾配	流速 (m/s)	粗度係数
		Q	i	L	B	h	H	I	I _e	V _{ave}	n
c2-1	1:07:05	3.909	1/5000	50.00	4.000	1.5718	9.0718	0.00101	0.00099	0.622	0.0465
c2-2	2:14:52	3.909	1/5000	50.00	4.000	1.5740	9.0740	0.00106	0.00104	0.621	0.0477
c2-3	4:30:29	3.909	1/5000	50.00	4.000	1.5815	9.0815	0.00134	0.00131	0.618	0.0539
c2-4	6:42:27	3.909	1/5000	50.00	4.000	1.5865	9.0865	0.00142	0.00139	0.616	0.0558
c2-5	8:56:28	3.909	1/5000	50.00	4.000	1.5880	9.0880	0.00130	0.00127	0.616	0.0534
c2-6	11:10:34	3.909	1/5000	50.00	4.000	1.5895	9.0895	0.00138	0.00135	0.615	0.0551
c2-7	13:24:46	3.909	1/5000	50.00	4.000	1.5930	9.0930	0.00128	0.00125	0.614	0.0533
c2-8	15:38:51	3.909	1/5000	50.00	4.000	1.5898	9.0898	0.00151	0.00148	0.615	0.0577
平均		3.909	—	—	4.000	1.5843	9.0843	0.0013	0.00126	0.617	0.0529

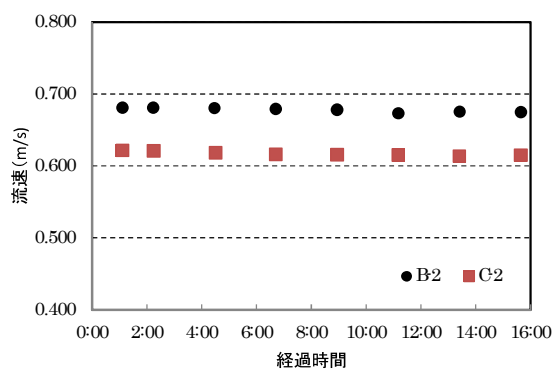


図 3.15 流速の経時変化

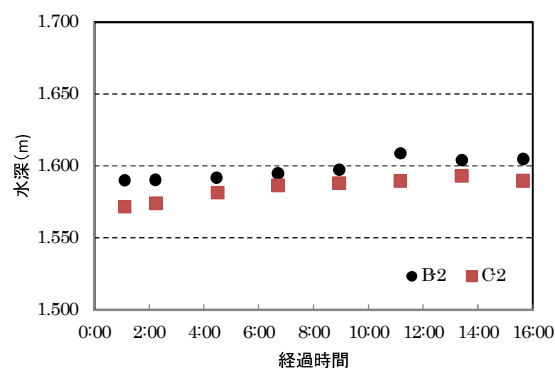


図 3.16 水深の経時変化

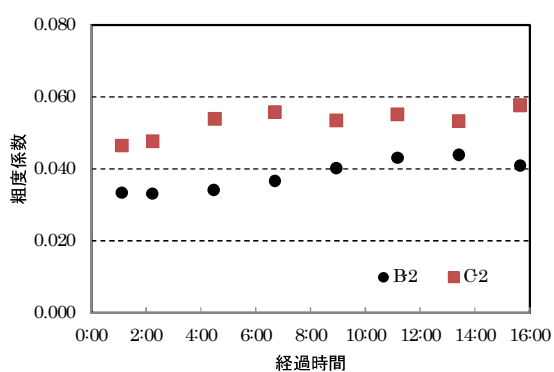


図 3.17 粗度係数の経時変化

(3) 河床砂の観察結果

試験 B-2 および試験 C-2 の河床砂の試験前後の流下量の計量結果を表 3.19 に示す。

表 3.19 河床砂の流下量（試験結果）

項目	試験B-2 ストパネル水路	試験C-2 鋼矢板水路
砂の規格	珪砂5号	
砂の敷設厚(cm)	5	
水路底勾配	1/5000	
流量(m ³ /s)	0.07	
流下時間(min)	420	
砂の敷設重量(kg)	821	912
砂の流下重量(kg)	22	63
流下体積/敷設体積(%)	2.7%	6.9%

試験 B-2 および試験 C-2 の河床砂の試験前後の流下量の計量結果から、模型スケールの相似則より換算した結果を表 3.20 に示す。

表 3.20 河床砂の流下量（実大換算）

項目	試験B-2 ストパネル水路	試験C-2 鋼矢板水路
砂の敷設厚(cm)	25	
水路底勾配	1/5000	
流量(m ³ /s)	3.913	
流下時間(min)	939	
砂の敷設重量(kg)	102,625	114,000
砂の流下重量(kg)	2,750	7,875
流下体積/敷設体積(%)	2.7%	6.9%

試験 B-2 および試験 C-2 の河床砂の試験後の砂紋分布状況を写真 3.5、写真 3.6 に示す。

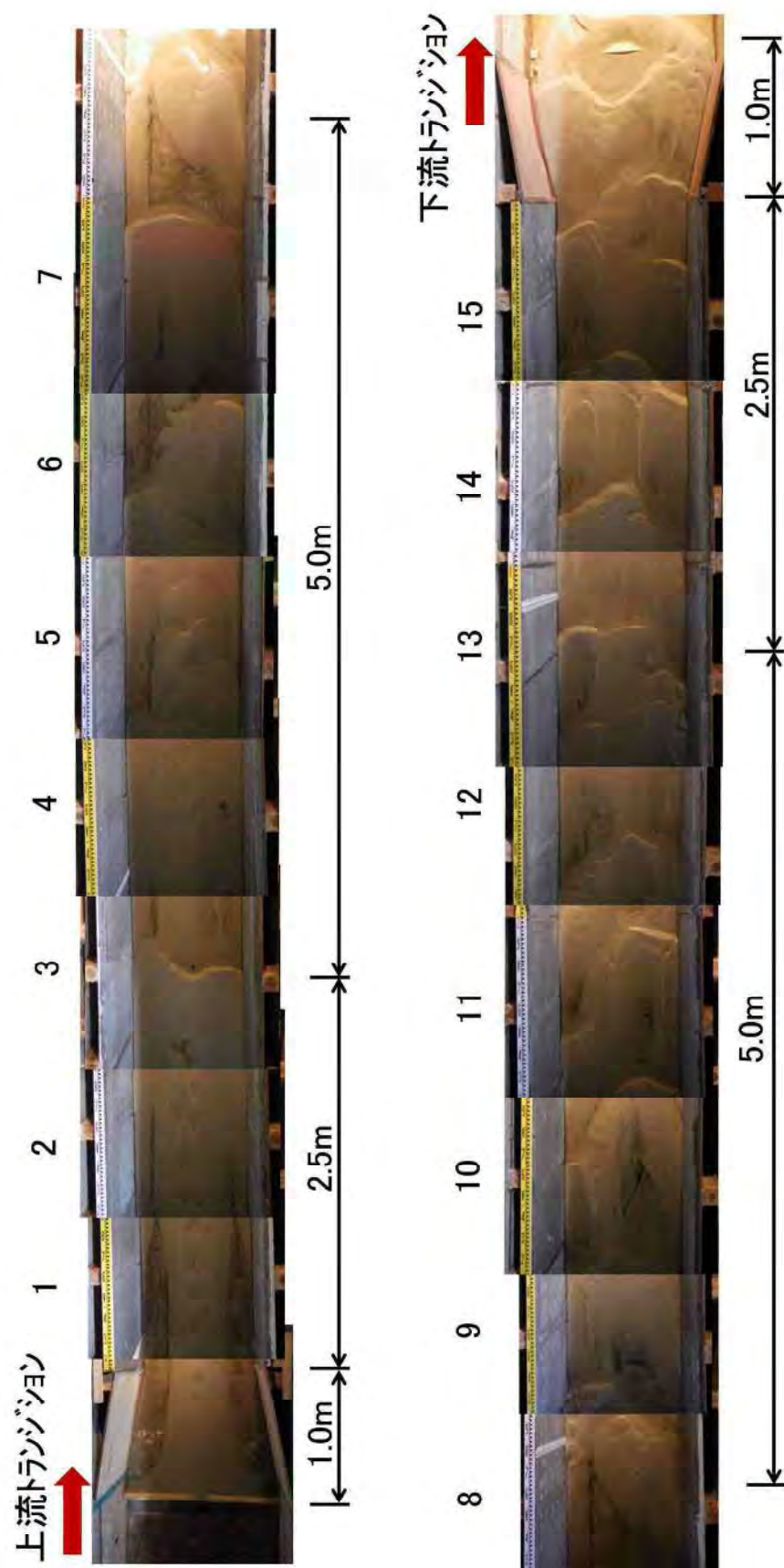


写真 3.5 試験 B-2 河床砂の砂紋分布

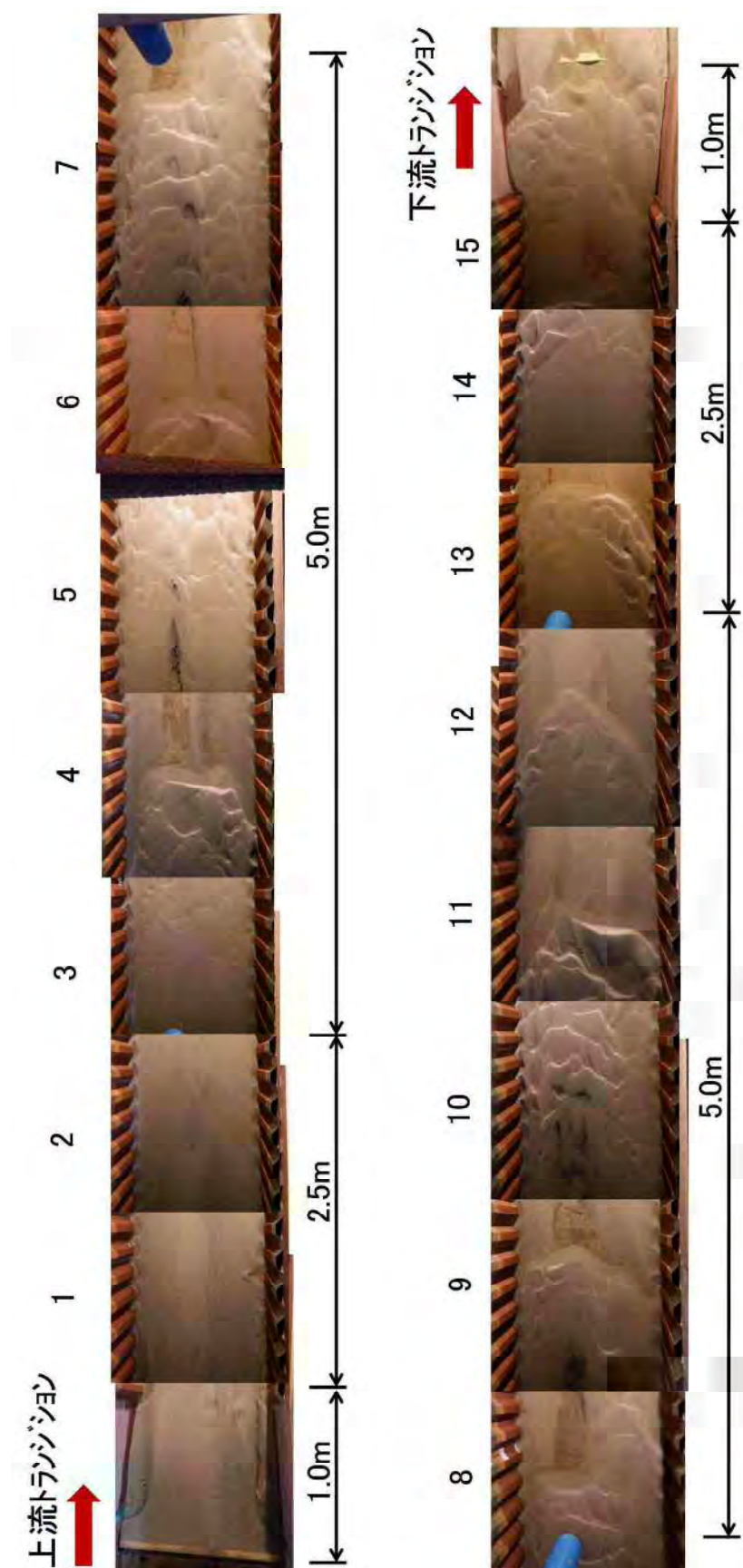


写真 3.6 試験 C-2 河床砂の砂紋分布

4. まとめ

(1) ストパネルの粗度係数算出（試験 A）

ストパネルの粗度係数算出試験の結果、次表の粗度係数値を得た。

尚、実水路の流量は水路の形状や勾配に影響されることから、採用にあたってはマンニング公式などであらかじめ検討する必要がある。

表 4.1 ストパネルの粗度係数

	実験データによる算出値	誤差
ストパネルの粗度係数	0.0096	+11% -7%

(2) ストパネ工法の流況確認（試験 B、試験 C）

流況確認試験の結果、試験 B（ストパネ水路）は水路側面の平滑化により、以下の効果を確認した。

①試験 B-1、試験 C-1

試験の結果、試験 B-1 の合成粗度係数の低減が確認され、試験 C-1 と比較して 22～35% の低減結果を得た。これに伴い試験 B-1 の流速が 13% 向上した。試験 B-1 は流水断面が減少しているが、水深は試験 C-1 と同等であった。本試験結果より、流下能力はストパネ水路の施工前後で同等と推察される。

②試験 B-2、試験 C-2

試験結果より、試験 B-2 の合成粗度係数の低減が確認され、試験 C-2 と比較して平均 28% の低減結果を得た。これに伴い試験 B-2 の流速が平均 10% 向上し、水深は試験 C-2 と同等であった。このように、河床砂なし（試験 B-1、試験 C-1）の比較とほぼ同様の結果を得た。

河床砂の流下量は、試験 B-2 の流下量の低減が確認された。試験 B-2 は、流速が向上しているが河床砂の流下量が低減された要因としては、本試験の流下砂が浮遊砂によるものであったと推察される。試験 C-2 では、鋼矢板の凹凸部の水流の乱れによる巻上げが発生したと考えられる（写真 4.1）。

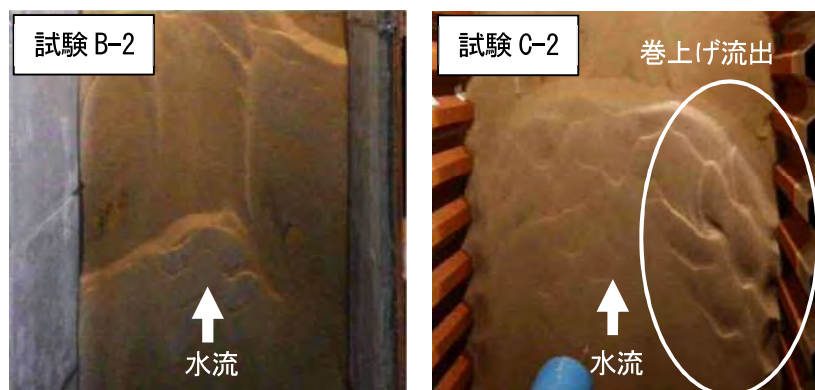


写真 4.1 河床砂の砂紋分布