



土木研究所資料1021号

太田切川流路工水理模型実験報告書(第2報)

昭和50年3月

建設省土木研究所

太田切川流路工水理模型実験報告書 — 正誤および訂正表

ページ	段・行	誤	正																																																		
2	表-2の 中の数量	<table><tr><th>実験 ケースNo</th><th>実験 条件</th><th>流量</th><th>砂量</th><th>実験時間</th></tr><tr><td>6</td><td></td><td></td><td>0</td><td></td></tr><tr><td>7</td><td></td><td>1100</td><td>2</td><td>110</td></tr><tr><td>8</td><td></td><td>900</td><td>2</td><td>60</td></tr><tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	実験 ケースNo	実験 条件	流量	砂量	実験時間	6			0		7		1100	2	110	8		900	2	60	9					<table><tr><th>実験 ケースNo</th><th>実験 条件</th><th>流量</th><th>砂量</th><th>実験時間</th></tr><tr><td>6</td><td></td><td></td><td>2</td><td></td></tr><tr><td>7</td><td></td><td>900</td><td>0</td><td></td></tr><tr><td>8</td><td></td><td>1100</td><td>2</td><td>110</td></tr><tr><td>9</td><td></td><td>900</td><td></td><td>60</td></tr></table>	実験 ケースNo	実験 条件	流量	砂量	実験時間	6			2		7		900	0		8		1100	2	110	9		900		60
実験 ケースNo	実験 条件	流量	砂量	実験時間																																																	
6			0																																																		
7		1100	2	110																																																	
8		900	2	60																																																	
9																																																					
実験 ケースNo	実験 条件	流量	砂量	実験時間																																																	
6			2																																																		
7		900	0																																																		
8		1100	2	110																																																	
9		900		60																																																	
2	下から5	以上のことから、図-1.1に示したような	以上のことから図-1.2に示したような																																																		
3	上から3	以上のことから、図-1.2に示したように	以上のことから図-1.3に示したように																																																		
6	上から5	---実験No.4に対して図-2.5のように	---実験No.4に対して図-2.2のように																																																		
7	上から4	---床面工の名称は図-2.9に示したように	---床面工の名称は図-2.6に示したように																																																		
11	下から12	図-2.2と2.11の底況図から---	図-2.2と2.8の底況図から---																																																		

はじめに

本報告書は中部地建の依頼により、建設省土木研究所が昭和47年度より49年度の3ヶ年に渡って、太田切川流路工計画に対して水理模型実験から検討してきた結果をとりまとめたものである。

第1報¹⁾によって、この流路工は、①まず、切石床固工直上流部の氾濫防止と土砂調節のための砂防工事をおこなった後に施工すべきである。②計画流路工区間では氾濫防止に対する検討が必要であること、③既設流路工へのとりつけをいかにすべきか等の問題点をあきらかにした。

本報告書は第2報として、これらの諸問題に対してどのような対策が必要かを水理模型実験から検討した結果をとりまとめたものである。

昭和50年 3 月

土木研究所篠崎試験所

砂防部門(研究員) 大田原 幸 亘

阿 部 宗 平

目 次

はじめに

1	実験目的	1
2	模 型	1
3	実験 I	1
3-1	実験ケースの内容	1
3-2	実験結果の整理	1
3-3	実験結果	3
3-4	実験的考察	4
4	実験 II	5
4-1	実験ケースの内容	5
4-2	実験結果の整理	5
4-3	実験結果	7
4-4	実験的考察	11
5	結 論	11
	おわりに	13
	参考文献	14

1 実験目的

実験Ⅰは、切石床固工より上流部の氾濫防止対策及び合流点処理工法に対して水理模型実験から検討する。切石床固工上流の流況が、計画流路工内の流況に与える影響は大きい。計画流路工が洪水を安全に流下させるためには、上流の砂防工事が必要である。砂防工事としては、断面800、300地点の氾濫防止、黒川との合流点処理対策が問題である。

実験Ⅱは、計画流路工が洪水を安全に流下させるために、護岸法線形、床固工間隔、護岸高等について検討する。また、既設流路工が勾配 $\frac{1}{40}$ で施工されているのでこの土砂堆積はまぬがれない。そこで、既設流路工直上流部に流送土砂の調節地を設けた場合の効果を検討する。さらに、実験Ⅰの結果からの問題点を改良する。

2 模型

模型は縮尺 $\frac{1}{60}$ の既設模型を使用した。ただし、下流端に県が施工した流路工を約400m延長した。フルードの相似則を適用するので諸量の縮率は表-1に示したとおりである。

表-1 模型諸量の実物に対する縮率

諸元	次	元	実物値の模型換算	模型値の実物換算
長さ、水深	L	n	1:0.01667	1:60
勾配	LL ⁻¹	1	1:1	1:1
時間	T	n ^{1/4}	1:0.12910	1:7.74597
流速	LT ⁻¹	n ^{1/4}	1:0.12910	1:7.74597
流量	L ³ T ⁻¹	n ^{3/4}	1:0.0000359	1:27886.224
粗度係数	L ^{-1/4} T	n ^{1/4}	1:0.50540	1:1.97860
流量係数	L ^{1/4} T	1	1:1	1:1
圧力強度	ML ⁻¹ T ²	n	1:0.01667	1:60

3 実験Ⅰ

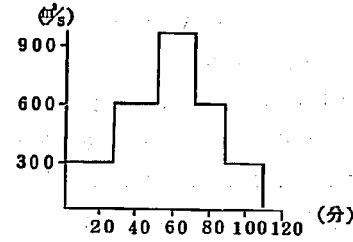
3-1 実験ケースの内容

実験は11ケースおこなった。その内容は表-2のとおりである。

3-2 実験結果の整理

- ① 構造物の配置、流路の変動、氾濫地点、局所洗掘箇所、流況概要など、主に平面的にあらわされるものを各実験ケース毎に図-1に示した。
- ② 各実験毎の概要は写真1～3に示したとおりである。

表-2 実験ケースの内容

実験 ケースNo	実験条件				摘 要
	境界条件	流 量	土砂濃度	実験時間	
1	実験Ⅰ	900(m^3/s)	2(%)	30(分)	 洪水波型
2	"	"	"	"	
3	"	"	"	"	
4	実験Ⅱ	"	"	60	
5	"	"	"	"	
6	"	"	0	"	
7	"	ハイドロ	2	110	
8	"	900	"	60	
9	"	"	"	"	
10	"	"	"	"	
11	"	"	"	"	

この実験ケース毎の条件は次のような考えのもとにきめた。

(1) 実験No1

太田切砂防ダムから切石床固工間の乱流を防止し、黒川の流水を安全に合流させるために、4基の床固工をもうけた。また、3号床固工より上流断面900間の左岸は連続した護岸で結んだ。切石床固工左岸袖部付近に計画された橋台を模型化し、流水の疎通能力を検討した。さらに、断面300付近の岩掘削と、切石床固工上流右岸の区間は堆積土砂を掘削して河積を広げた。

(2) 実験No2

実験No1の結果は次のような問題点を生じさせた。

① 4号床固工上流部の土砂堆積が著るしく、左右両袖を越流する。また、この堆積土砂は2次移動し、3号床固工の袖部及び護岸を越流させる。

② 流水は2号床固工左岸袖部に集中する等して、流路を無視した状態で流下する。

③ 黒川の流水は直進して既設護岸を越水するほか、断面100の左岸に土砂が堆積すると、脚台の右岸に激突する。

以上のことから、図-1.1に示したような護岸を連続させることにより、流路を固定しようとした。

(3) 実験No3

実験No2の結果は次のような問題点を生じさせた。

① 護岸沿いの河床低下が大きい。

② 断面300の既設護岸付近に異常堆積して既設護岸を越水する。

③ 断面300の付近の岩盤が水はね作用をおこして、既設護岸の越水を助長させる。

以上のことから、図 1.2に示したように、断面900と500地点に床固工をもうけて、流送土砂の調節を計った。また断面500～300の右岸は流線を規整させるための護岸工をもうけた。さらに帯工5基によって河床の安定化を計った。

3-3 実験結果

(1) 実験Ⅵ1

① 4号床固工左岸袖部で越水する。これは、4号床固工より上流の異常土砂の堆積が原因である。

② 断面800から下流では、流心が左岸寄りに集中して、護岸及び床固工袖部は越水する。この原因は、4号床固工上流部の堆積土砂の再移動と、断面300地点の岩盤による水はね作用によるものである。

③ 1号及び2号床固工下流の局所洗掘は、4号床固工上流の異常土砂の堆積によるものである。

④ 切石床固工左岸袖部の越水は、黒川の断面400及び100地点での土砂の堆積、太田切川の乱流、橋台による通水断面の縮幅等による結果である。

⑤ 黒川の流水は直進して既設護岸を越水する。これは、黒川の断面400地点で土砂が異常堆積するからである。

⑥ 切石床固工直上流の橋台の越水及び断面T1～駒ヶ根橋付近の越水は④項と同じ原因による。

(2) 実験Ⅵ2

太田切川及び黒川は連続した護岸によって流水を規整させた。また、断面900～700の区間の右岸は、堆積土砂を除却して河積を広げた。さらに実験Ⅵ1に対して橋梁の径間を長くとおこなった実験である。

① 断面800～700区間の左岸及び黒川の護岸沿いの流速が大きく河床低下が著しい。

② 既設護岸で越水し護岸上まで土砂が堆積するのは、断面800～600区間の流路中央部に形成された砂堆によって、流水が断面600～500の右岸に集中するようになる。この流水は、断面500～300地点を水衝部として、左岸へ移行するからである。

③ 切石床固工の左右岸袖部で越水する（はい上り高は右岸で4.8m、左岸で3.0mである）。これは、断面200に砂堆が形成されること、黒川筋の流速が増大して流水が右岸に直進するからである。

④ 切石床固工直下の局所洗掘は流水の集中によるものである。

(3) 実験Ⅲ

これまでの実験結果から、①断面500地点より上流部で流送土砂量の調整が必要である。②断面800地点にもうけた床固工は貯砂させることができるが流水を規整することはできないので、床固工の位置の再検討が必要である。③乱流を防止し異常土砂を調節するためには、実験ⅠとⅡの併用工法が考えられる。そこで、実験Ⅲでは、①断面900地点に床固工をもうけて流水の規整を計った。②流送土砂量の調節と氾濫防止の目的から断面500地点に床固工をもうけた。③護岸沿いの河床低下と河床の固定化のために帯工を5基もうけた。④断面500から300の区間の右岸に護岸工をもうけたのは、流水の規整のためである。⑤断面300付近の岩掘削をおこなって、河積の拡大をおこなうことと、水はね作用を防止しようとした。

このようにして実験をおこなった結果は次のとおりである。

- ① 断面900地点の床固工は左右袖部で越水する。これは、上流部の流路中央部に砂堆（高さ3～5m）が形成され袖高が不足するからである。
- ② 断面600から500地点に流水が集中して、断面500地点の床固工の右岸袖部で越水するのは、断面800地点の直下流左岸に異常土砂が堆積したからである。
- ③ 黒川の断面100付近の右岸に流水が集中して流速が増大するのは、断面100の左岸に異常土砂が堆積するからである。
- ④ 切石床固工より下流の断面T1の右岸で護岸越水するのは、この付近の流路中央に形成された砂堆の影響である。

3-4 実験的考察

① 切石床固工より上流の砂防工事は、実験Ⅲのように床固工及び帯工と護岸工の併用工法がよい。

○ 断面900地点の床固工はうまく流水を規整させる。断面500地点の床固工は、流送土砂の調節をおこなうほか、流水の規整に有効である。

○ 帯工は、護岸沿いの河床低下を減少させる。

○ 断面500～300地点の右岸に護岸工をもうけ、断面300地点の河積を拡大すると、断面300付近からの水はね作用が緩和させる。また、流水を規整させる等の効果がある。

② 合流点処理は、黒川を連続した護岸工で導流させると、護岸沿いでは導流作用による河床低下がみられるほか、黒川の流速が大きくなり、流水が切石床固工直下流の右岸に直進して護岸越水させる場合がある。

③ 切石床固工左右袖部の越水はなくなった。

4 実験Ⅱ

4-1 実験結果の整理

① 構造物の配置、流路の変動、護岸越水個所、流況の概要等、主に平面的にあらわせるものを各実験ケース毎に図-2に示した。

② 図-3は実験Ⅵ4とⅥ11との河床変動の縦断的变化を比較したものである。

③ 給砂量と下流端への流出土砂量およびその比率を表-3に示した。

④ 実験終了後の横断測量結果を基に、各断面の洗掘・堆積高を平面的に示したのが図-4である。

⑤ 測定した水位と流速を図示したのが図-5である。ただしこの測定は実験Ⅵ11のみおこなった。

⑥ 各実験毎の概要は写真4-11に示したとおりである。

4-2 実験ケースの内容

実験ケース毎の条件は次のような考えのもとにきめた。

(1) 実験Ⅵ4

① 黒川を連続した護岸工によって導流させると、護岸沿いで河床低下がみられる。また、流水が切石床固工右岸に集中し護岸越水を助長させる等の問題が生じた。実験Ⅵ4は、黒川に導水路をもうけて、切石床固工より上流200mの地点で合流させる計画をとった。導水路には帯工を2基もうけて河床の洗掘を防ぐことにした。

② 既設流路工を約400m延長させて実験をおこなった。既設流路工が勾配 $\frac{1}{40}$ である限りこの地点で土砂堆積による護岸越水はさけられないので、直上流部は特に河幅を広くとって土砂調節効果をねらった。

③ 断面T15~T20の区間の河床低下を防止するために15号床固工と帯工を2基もうけた。

④ 断面T8~T9の左岸、T12~T13の右岸、T15~T16の左岸が水衝部となるので、T8~T9、T15~T16の護岸法線の改良をおこなった。また、8号~11号床固工の方向を改良して水衝部となる区間の護岸沿いの洗掘量が小さくなるように工夫した。

⑤ T2~T5区間の左岸法線形は、できるだけ既設護岸が利用できるようにした。

⑥ T21~T23の両岸には護岸沿いの流速をさげるために、高さ3m、幅1mの粗度水制をもうけた。

⑦ 片側のみ霞堤方式にすると単列蛇行が生じる。水衝部となる地点では護岸沿いの洗掘を助長させるので両側霞堤にして2列蛇行させようとした。

⑧ 計画流路工の護岸高を2m嵩上げた。

(2) 実験165

① 実験164のような形体にすると、断面300付近の掘削量が大きくなるので、断面500地点にもうけた床固工から断面300区間の護岸法線を全体に左岸へ寄せた。これに伴って床固工及び帯工の方向を改良した。

② 15号床固工よりT20の区間で、まだ河床低下があるので実験164に対して図-2.5のように床固工・帯工を改良した。

③ 床固工直下の護岸の形を図-6のように改良した。これは床固工下流部に衝撃波が発生して河床を乱すことを防ぐためである。

④ 実験164の結果で、水衝部となったT1~T5の右岸、T7~T9の左岸、T11~T14の右岸、T21~T23の両岸には護岸粗度水制をもうけた。

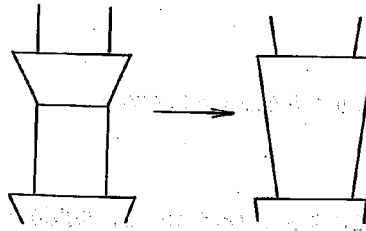


図-6

(3) 実験166, 167

① 実験165の結果は、断面500~切石床固工間の帯工直下で局所洗掘が著しかったので、帯工を切り込み式の床固工に改良した。

② 断面300より切石床固工の右岸を連続した護岸で結んで、合流点付近の流水を整理しようとした。

③ 実験167は、給砂量をかえて実験をおこなった。これは、実験条件のうち給砂量が実験時間と同様に流況に与える影響が大きいと考えたからである。

(4) 実験168

① 断面500の床固工は右岸袖部で越水するので、右岸袖部と断面600地点を結ぶ導流護岸をもうけ越水を防止した。

② 断面200~100付近の右岸の堆積土砂が下流部の流況に与える影響が大きいので、この地点に土砂堆積が生ずるのを防止する目的から、断面300の床固工の方向を改良した。

(5) 実験 No. 9

① 駒ヶ根橋付近で護岸越水するのは異常土砂が堆積するからである。この異常土砂の堆積を防止する目的で、0号及び1号床固工の位置を下流へ約20m平行移動させた。また、2号床固工は撤去した。従って今後の床固工の名称は図-2.9に示したように改める。

(6) 実験 No. 10

① 14号床固工より15号床固工の左岸を水衝部とする流水は、護岸沿いの流速を増大させ、局所洗掘を生じさせるので13号及び14号床固工の方向を改良した。

② 切石床固工よりT4付近で異常堆積による護岸越水がある。これを防止するために、2号床固工の方向及びこの付近の護岸法線の改良をおこなった。

(7) 実験 No. 11

① 3号～4号床固工間の左岸は周期的に護岸越水するので、3号床固工の方向と2号～4号床固工の左岸法線の改良をおこなった。また、実験終了後の河床をセメントペーストで固定し、その後水位と流速を測定した。

4-3 実験結果

(1) 実験 No. 4

黒川は導水路を設けて本川と合流させた。また、計画流路工のT15～T20区間の河床低下を防止するために、15号床固工を2基の帯工をもうけた。さらに既設流路工直上流部は、特に河幅を広くとって流送土砂の調節をはかる等の改良をおこなった。

① 切石床固工より上流部の護岸越水ヶ所を流線の変動と共に示すと図-2.1のようになる。断面300の右岸と200の左岸で護岸越水している。断面300地点の越水は流水の集中によるもので一時的にみられる現象である。断面200地点の護岸越水は黒川からの流送土砂の堆積によるものである。

② 水衝部となる地点は、断面800～600の右岸、400の左岸、300の右岸である。水衝部となる断面400の左岸、300～切石床固工右岸では局所洗掘をうける。また、合流点付近は黒川の流水が直進して右岸沿いに集中するので、左岸では堆積傾向となる。特に黒川の出口付近での堆積が著しい。

③ 計画流路工内での護岸越水箇所はT4の左右岸とT9の左岸である。T4及びT9の左岸は流水の集中によるものである。また、T4の右岸の護岸越水は異常土砂の堆積によるものである。

④ 切石床固工の直下流部では、流路中央に土砂が堆積する。このために流水が兩岸に集中して護岸沿いは洗掘される。このほか、T4～T6の右岸、T8～T9の左岸が水衝部となる。

⑤ T15～T20区間の河床低下を完全に防ぐことができなかった。床固工及び帯工の間隔、方向等の検討が必要である。

⑥ 護岸粗度は護岸沿いの河床低下を防ぐのに有効である。

⑦ 既設流路工の直上流部の河幅を広くして土砂調節地としたので、既設流路工に流送される土砂量は少なく安定した流況を示す。流出土砂量の関係は表-3に示した。

(2) 実験No5

断面500から黒川導水路間の護岸法線を左岸に寄せた。また、前実験ではT16～T20区間の河床低下防止が不充分であったので、床固工と帯工を図-2.2に示したような位置に改良した。さらに、水衝部となる地点は、実験No4と同様な護岸粗度水制をもうけた。

① 900地点の床固工は土砂の堆積が進むと両袖部で越水する。500地点までの間は掃流力が減少して貯砂効果を發揮するが、流心は右岸沿いに集中する場合が多い。

② 500地点より切石床固工間は、流路の中央及び合流点の左岸沿いに砂堆が形成される。流心部となる帯工の直下で局所洗掘を引き起す。

表-3 給砂量と流出土砂量関係

③ 護岸越水個所を流線の変動と共に示すと図-2.2のようになる。T1～T4の右岸で越水する原因は、切石床固工よりT4の区間に堆積した土砂によって河積が狭められ流水が集中するからである。この間の土砂堆積は、上流からの流送土砂に加えて帯工直下の局所洗掘と、断面300～切石床固工間の右岸で溪岸崩壊による土砂が流送されたことによる影響がしていると考えられる。

実験 ケース	給 砂 量 (A)	流出土砂量 (B)	流出土砂 濃 度	B/A
4	18.00	2.355	0.262%	0.131
5	18.00	1.878	0.211	0.105
6	18.00	2.903	0.322	0.161
7	0	2.703	0.300	—
8	103.64	0.148	0.029	0.0143
9	18.00	0.951	0.106	0.0528
10	18.00	2.052	0.228	0.1140
11	18.00	0.851	0.095	0.0473

T6より下流部では、霞堤の流路中央部に砂堆が形成され8字形の2列蛇行が生ずる。

(3) 実験No6

前実験で切石床固工より上流部の帯工の直下流が局所洗掘されたので、帯工を床固工にかえて実験をおこなった。また、黒川の流水が直進して対岸の断面200から切石床固工の溪岸崩壊が心配されるのでこの間を護岸で保護した。

① 断面900地点の床固工は補給砂量で埋まる。これより下流断面500区間の流水は乱流して床固工上流に土砂を堆積させる。切石床固工より上流部で水衝部となる地点は、断面700～600の右岸、400の左岸、200の右岸である。この現象は約20分(現地時間

で約2.5時間)周期で繰り返えされ堆積土砂の2次移動を引き起す。

切石床固工より下流部は、T1～T6の右岸、T8～T9の左岸、T12～T14の右岸、T16～T17の左岸、T18～T19の右岸、T22～T25の左岸が水衝部となる。

② 護岸越水する個所を流線の変動と共に示すと図-2.3のようになる。T1の右岸、T4付近の左右岸、T9の右岸、T12の右岸が越水する。T4付近の左右岸の越水は、切石床固工下流の土砂堆積によるものである。

(4) 実験Ⅵ7

土砂濃度を0%とした以外は前の実験と同様な実験である。これまでの実験結果から、護岸越水は砂堆の移動による影響が大きいと考えられる。砂堆の形成規模は上流からの流送土砂量によって左右される。また、上流砂防ダムなどの効果が完全に発揮された後は、流砂量も極端に小さくなるはずである。流路工の床固工は、偏流を防止すると同時に上流からの土砂の補給が少なくなったときの河床低下による土砂生産を防止する。そこで本実験は無給砂状態で実験をおこなった。

① 断面900地点及び黒川筋の床固工の下流で局所洗掘が著しい。断面500より切石床固工区間は、合流点付近で流水が乱れて局所洗掘が生じるが、特に水衝部となる地点もなく安定した流況を示す。切石床固工より下流部の各床固工及び護岸沿いは局所洗掘をうける個所が多い。

② 切石床固工より断面T5付近及びT10より下流部の霞堤付近の流路中央部には砂堆が形成されるが、この砂堆は規模が小さく護岸越水はない。

(5) 実験Ⅵ8

切石床固工直下流に堆積する土砂は、下流の流路工内の流況に与える影響が大きい。この堆積土砂は、断面700～500区間の流水が右岸に集中して、断面500より上流に堆積した土砂を再移動させるからである。さらに、断面400の左岸、200～100地点の右岸等を水衝部とするいわゆる玉突現象が流砂量を増大させる結果となる。

実験Ⅵ8は、合流点の断面200～100の左岸および断面300～切石床固工の右岸の土砂堆積を防止するために断面300地点の床固工の方向を改良した。流量は表-2の実験ケースの内容で示したような洪水波型とした。

① 流量が300%の場合に河床の変動はほとんどみられない。流量が600%になると、黒川筋の断面300～床固工間の左岸では黒川と同じ高さまで土砂が堆積し、流水は右岸沿いに集中して流れる。

流量が900%になると、断面500～切石床固工区間に堆積した土砂の再移動が生じて切石床固工直下流の左岸に堆積する。このため流水は右岸沿いに集中して局所洗掘を引き起す。左岸沿いに形成された砂堆は護岸と同じ高さまで発達し、1号～2号床固工の下流左岸に流水が直進

するとこの地点で護岸越水する。

② 計画流路工区間はT1～T6の右岸、7号～9号床固工の左岸、11号床固工～T14の右岸、T16～T17の左岸、T18～T20の右岸、T21～T23の両岸、T24～T25の左岸が水衝部となる。

(6) 実験No9

前実験のように床固工の方向を改良しただけでは、切石床固工直下の土砂堆積は防止できないので0号及び1号床固工をそれぞれ下流に移し2号床固工は撤去した。

① 切石床固工直下流の左岸、T3の左岸、T4の右岸で護岸越水する。この原因として次のことがあげられる。

- 断面500地点にもうけた床固工より上流部で流水が乱流している場合は掃流力が減少して貯砂効果が発揮されるが、流路が断面700～500の右岸側に固定されると掃給土砂量が下流に流送されるようになる。

- 断面700～500の右岸、400～300の左岸、100～切石床固工の右岸が水衝部となり、流路幅を狭めて掃流力を増大させる。この結果、切石床固工より断面T5付近の土砂堆積が著しくなる。

② 7号床固工より下流部は、霞堤を中心として流路中央部に砂堆が形成されるので流水は2列蛇行となる。断面T15～20の間で、護岸沿いの流速が大きく局所洗掘がみられる。

(7) 実験No10

実験No9の結果に対して次のような改良をおこなった。

- 切石床固工より下流T4付近の異常土砂の堆積による護岸越水防止の目的から、2号床固工の方向の改良と、1号～2号床固工間の左岸法線及び2号～3号床固工の右岸法線を改良した。

- T15から下流の護岸沿いの洗掘を防止するために、13号及び14号床固工の方向を改良した。

① 2号床固工の方向と護岸法線の改良をおこなった結果、3号床固工右岸の越水はなくなった。しかし、T4とT6の右岸及び7号床固工の下流左岸で越水する。T4とT6の右岸の越水は土砂堆積によるもので、7号床固工の下流の越水は流水の集中によるものである。

② 切石床固工より上流部の流況は前実験と同様である。

③ 切石床固工より下流部で水衝部となる地点は、T1～T5の右岸、T7～9号床固工の左岸、T11～T17の右岸、T18～T20の左岸、T21～T23の右岸、T24～T25の左岸である。そして、T11～T17の右岸及びT17～T20の付近では局所洗掘がみられる。

(8) 実験Ⅱ11

切石床固工より断面T4付近の左岸に土砂が堆積するのを防いで護岸越水をなくすために次のような改良をおこなった。

- 切石床固工と2号床固工区間の右岸の護岸法線を改良した。
- 3号床固工の方向を改良した。
- 3号床固工よりT6の区間は、左右兩岸の護岸法線を改良した。

① 計画流路工内への流送土砂量が少ない場合は、1号床固工から5号床固工区間の床固工直下流で局所洗掘がみられるが、流路工内は比較的安定した流況を示す。時間の経過と共に断面500地点の床固工からの流送土砂量が増加してくると、これまでの実験と同様な流況結果となりT1の右岸、T2の左岸で護岸高は余裕がなくなる場合がある。

② T3の左岸で護岸越水するのは、切石床固工よりT5の付近の土砂堆積による影響である。また、T7～T9の右岸で越水するのは、護岸高近くまで堆積した土砂に流水が直進して流下するためである。

③ 水衝部となる地点は前実験と同様に、800～500の右岸、400～100の左岸、T1～T6の右岸、7号～9号床固工の左岸、11号床固工～T14の右岸、T15～15床固工の左岸、T18～T20の右岸、T21～T23の兩岸、T24～T25の左岸である。

4-4 実験的考察

① 切石床固工より上流部の氾濫防止及び合流点処理工法について、実験Ⅱ4とⅡ5の形態でどちらがよいかを検討する。図-2.1と図-2.2に示した護岸越水ヶ所を比較すると実験Ⅱ4の形態の方が越水ヶ所が少ないことがわかる。

② 切石床固工直下流の流路工区間は、図-2.2と2.11の流況図からみると実験Ⅱ5の方が越水ヶ所が少ない。図-3は、実験Ⅱ4とⅡ11の平均河床高の縦断的变化を比較したものである。切石床固工よりT6区間の平均河床高は実験Ⅱ4の方が低い値を示している。また、模型最下流端で測定した流出砂量の関係を表-3に示した。同表によって実験Ⅱ5とⅡ11との流出土砂濃度を比較するとⅡ5の方が大きな値を示している。

③ 図-4は実験終了後の横断測量結果を平面的に示したものである。図-4.1でT16～T20の区間で洗掘量が大きくなっている。図-4.2のように床固工と帯工をもうけることによって河床低下を防止することができる。

④ 既設流路工直上流部に流送土砂調節地をもうけることによって、既設流路工内では安定した流況を示す。

5. 結 論

(1) 切石床固工より上流部の砂防工事としては、実験Ⅱ3、Ⅱ4、Ⅱ5の形態が考えられる。

計画流路工での越水箇所は、実験Ⅵ4の形態が最も少ない。また、砂防工事によって、乱流・偏流が防止されて切石床固工袖部の越水はなくなった。

(2) 護岸水衝部となる地点の流速が非常に大きいので対策を必要とする。既設流路工直上流部の護岸粗度水制は有効である。

(3) 既設流路工の直上流部にもうけた流送土砂調節地が有効に働くので、既設流路工は土砂堆積による護岸越水はなく安定した流況を示す。

(4) 流路工内の護岸越水は、上流からの流送土砂量の大きさによって左右される。太田切砂防ダムからの流送土砂量が土砂濃度0%の場合は護岸越水ヶ所はない。ただし、床固工の直下流では局所洗掘箇所が随所にみられる。

おわりに

合理的な流路工計画をめざす場合に流砂の実態把握が大切な要素となる。現在では、砂堆の形成等の問題に対しては未解明な問題が残っており、これらに対する検討をおこなうことができなかった。今後に残された課題であることを痛感する。

本文をまとめるにあたって、中部地建天竜上流工事々務所の方々、前篠崎試験所の松山宣信氏、田畑茂清研究員には大変お世話になった。また、実験にたずさわって下さった建設技術研究所の方々には多大な御苦勞をかけた。

上の方々に深く感謝いたし、厚くお礼申し上げる。

参 考 文 献

- 1) 田畑茂清・阿部宗平：流路工に関する研究(1)，土木研究所資料822号，(1973)

図-1-1 流況の時間的变化

実験ケース NO.1

凡 例	
7分	→
12分	→
15-18分	→
20分	→
25分	→
3分以上の洗掘箇所	○
松水箇所	×

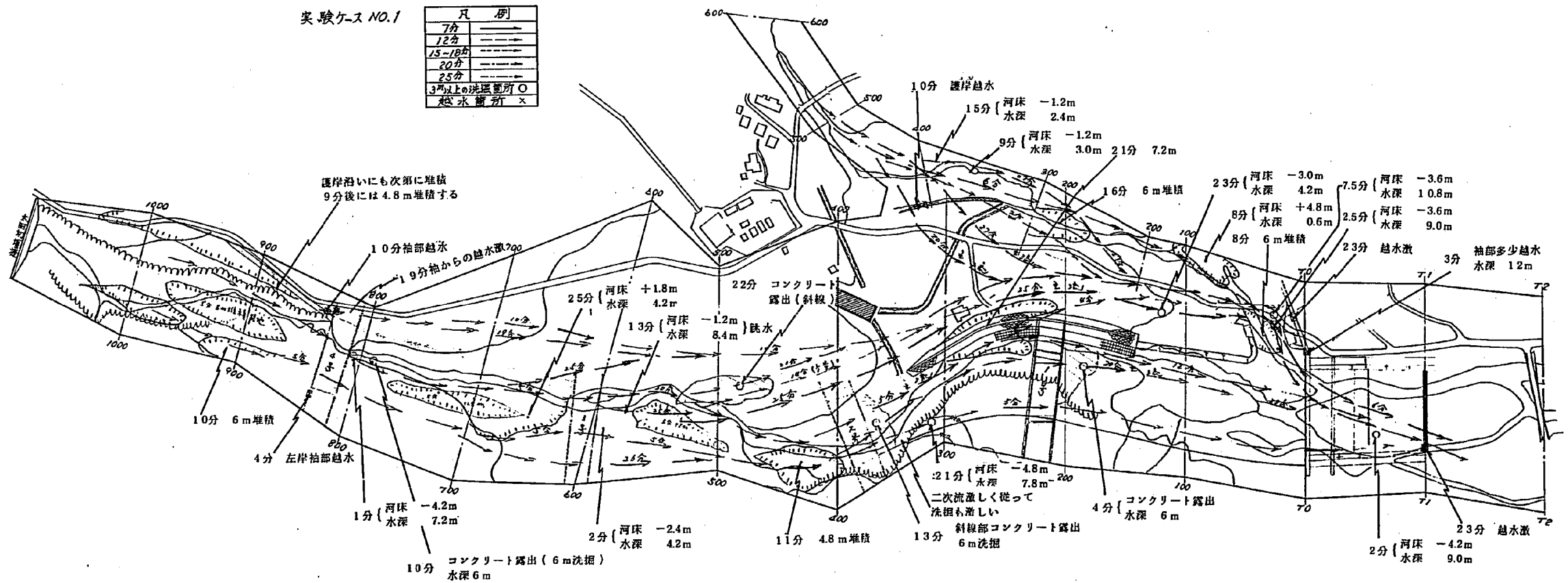


図1-2 流況の時間的变化

実験ケース NO.2

凡 例	
5分	-----
10分	-----
13~15分	-----
20分	-----
22~25分	-----
30分以上洗掘が著しい箇所	○
越水箇所	×

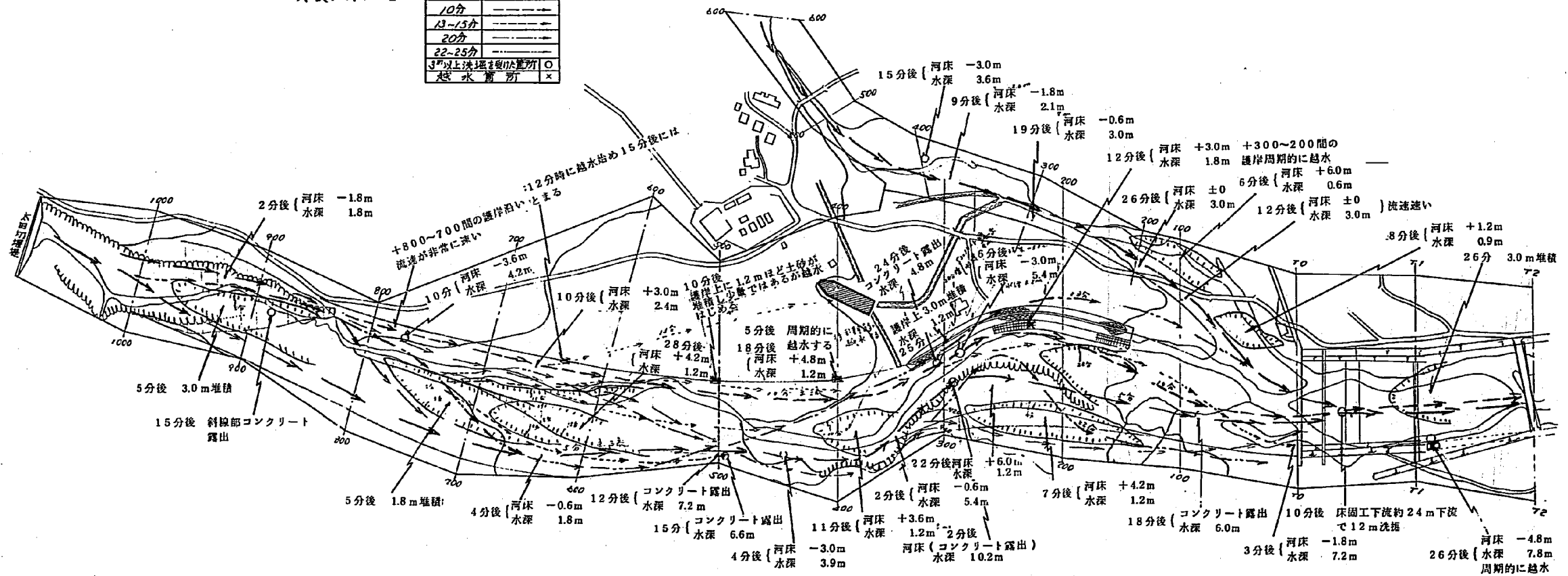


図 1-3 流況の時間的变化

実験ケ-ズ NO. 3

凡 例	
	→
	→
	→
	→
	→
3m以上の洗濯箇所 ○	
越水箇所 ×	

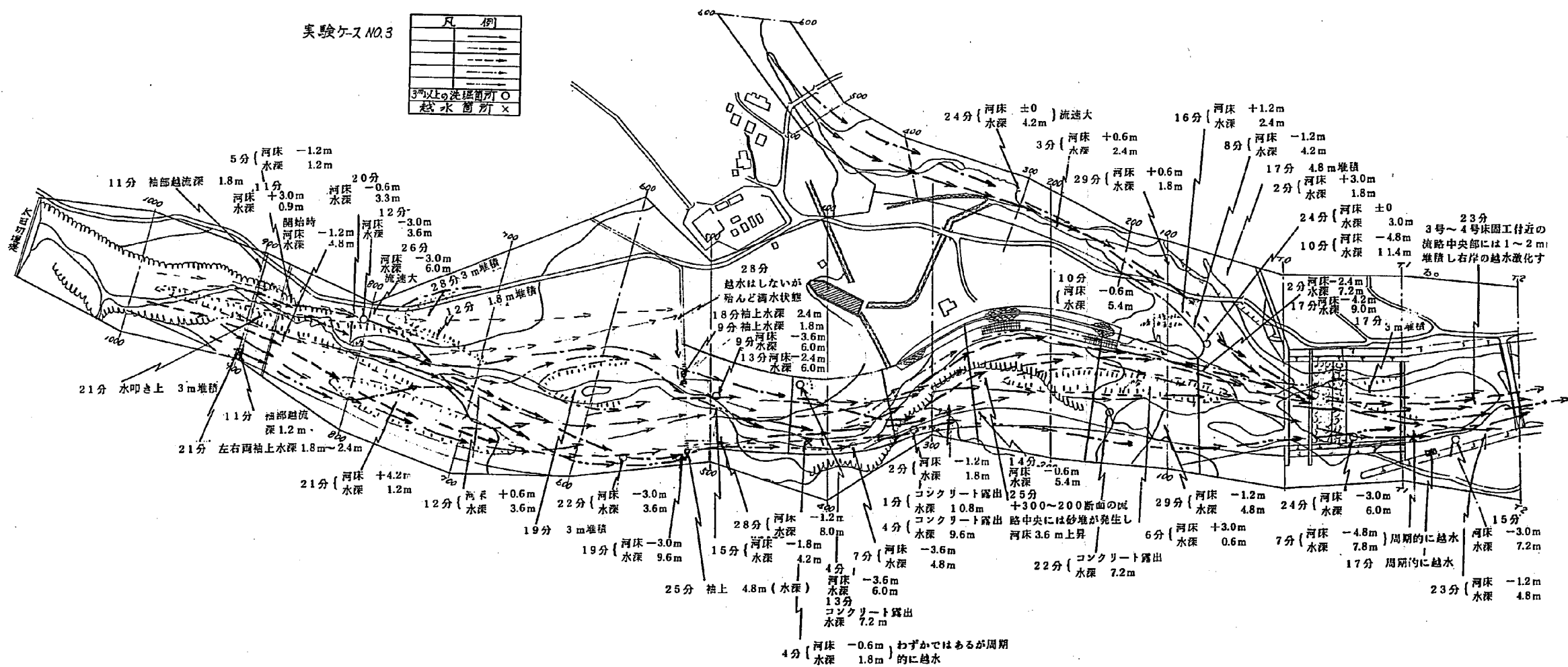


図-2-1 流況の時間的变化

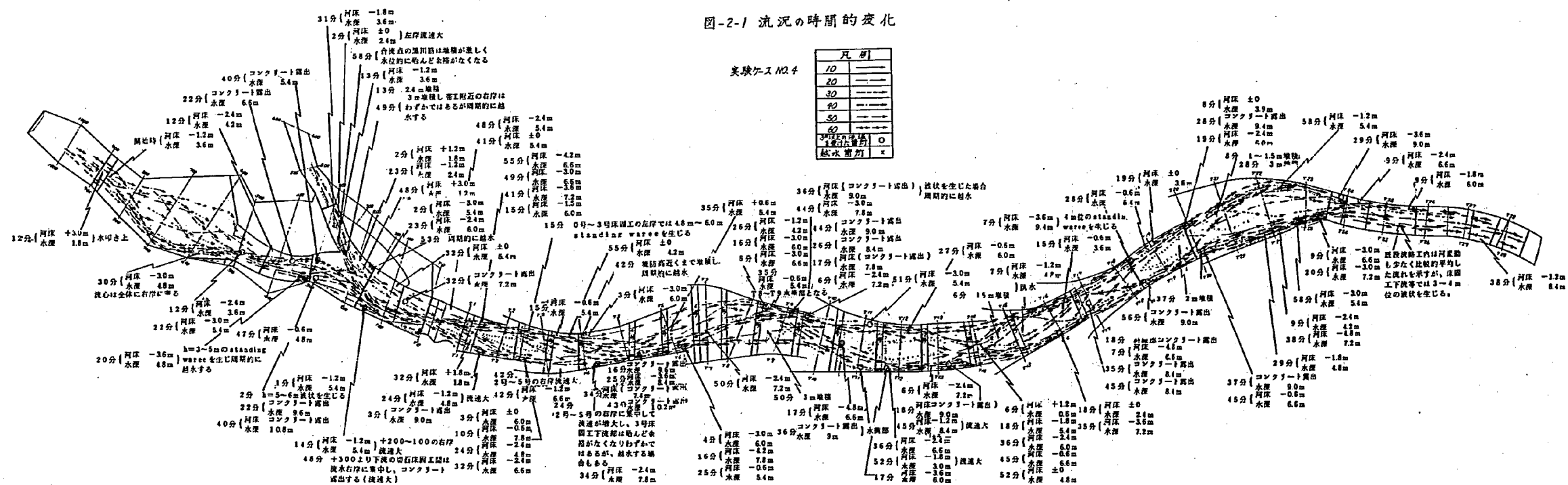


図-2-2 流況の時間的变化

実験ケース No.5

時刻	水位
5-10	---
10-15	---
20-25	---
30-35	---
40-45	---
50-55	---
60-65	---
観測場所	×

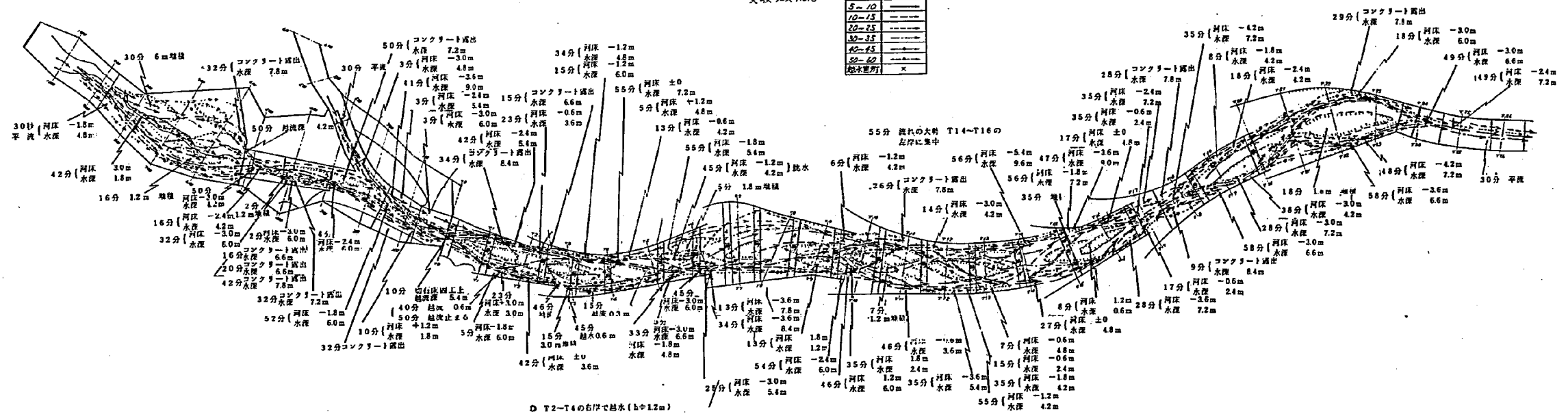


図2-3 流況の時間的变化

実験ケース NO.6

凡例	例
2-7	——
10-15	——
15-20	——
25-30	——
35-40	——
45-50	——
50-55	——
越水箇所	×

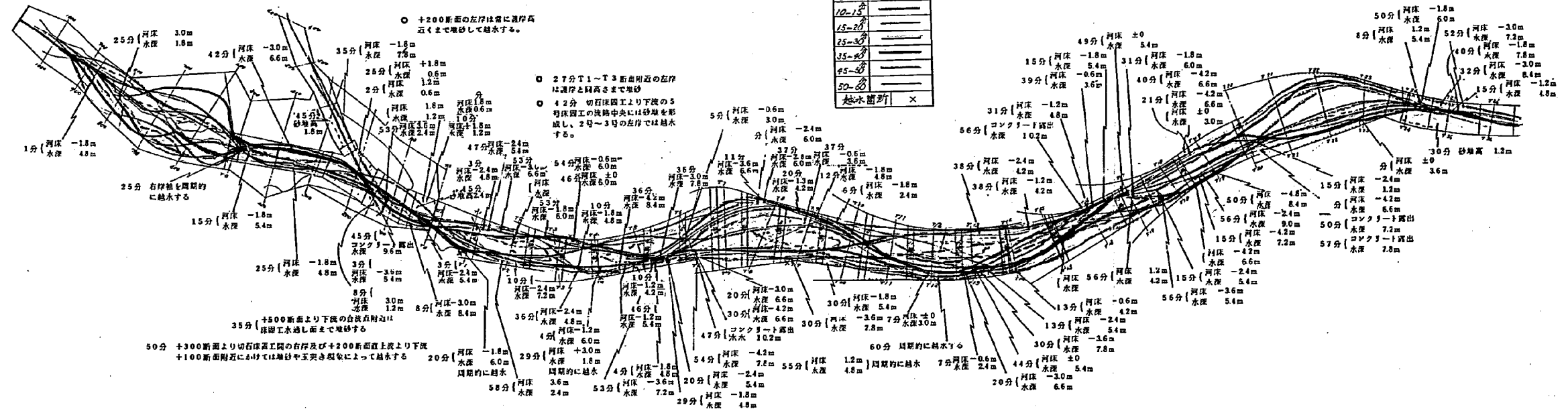
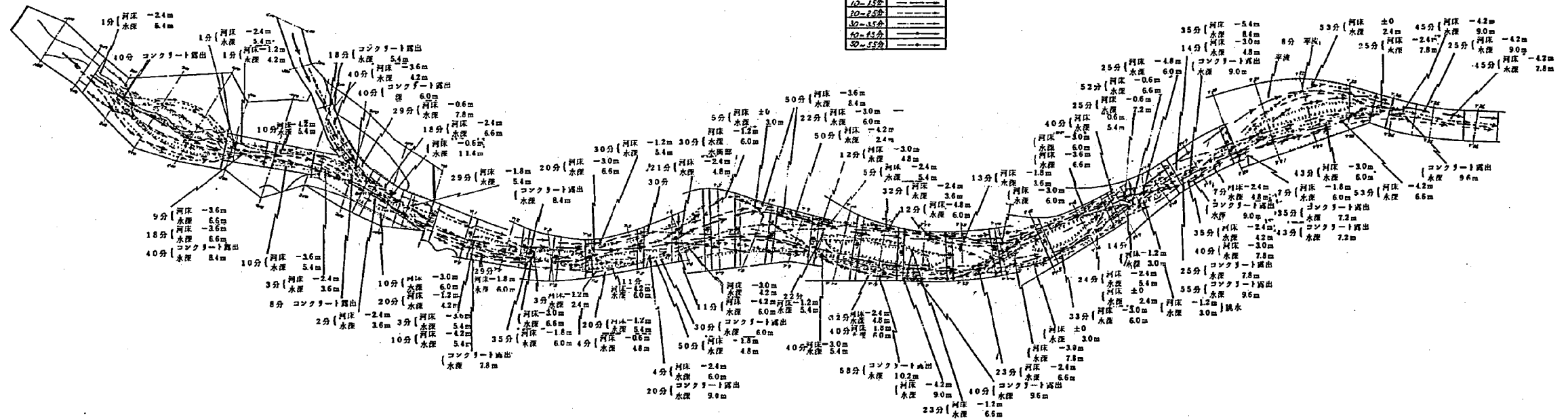


図-2-4 流況の時間的变化

実験ケース NO.7

尺 例	
0-8分	
10-15分	
10-15分	
10-15分	
10-15分	
10-15分	



実験ケース NO.8

凡 例	
10分	_____
35-45	_____
50分	_____
50-60	_____
60-70	_____
80分	_____
越水箇所	X

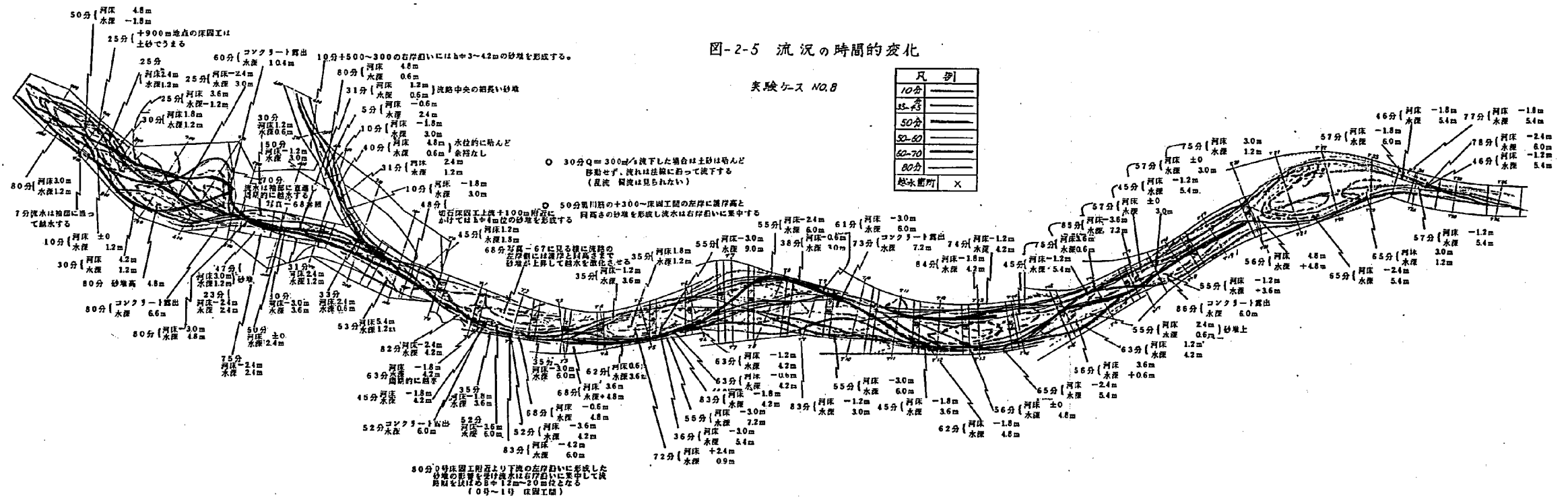


図2-6 流況の時間的変化

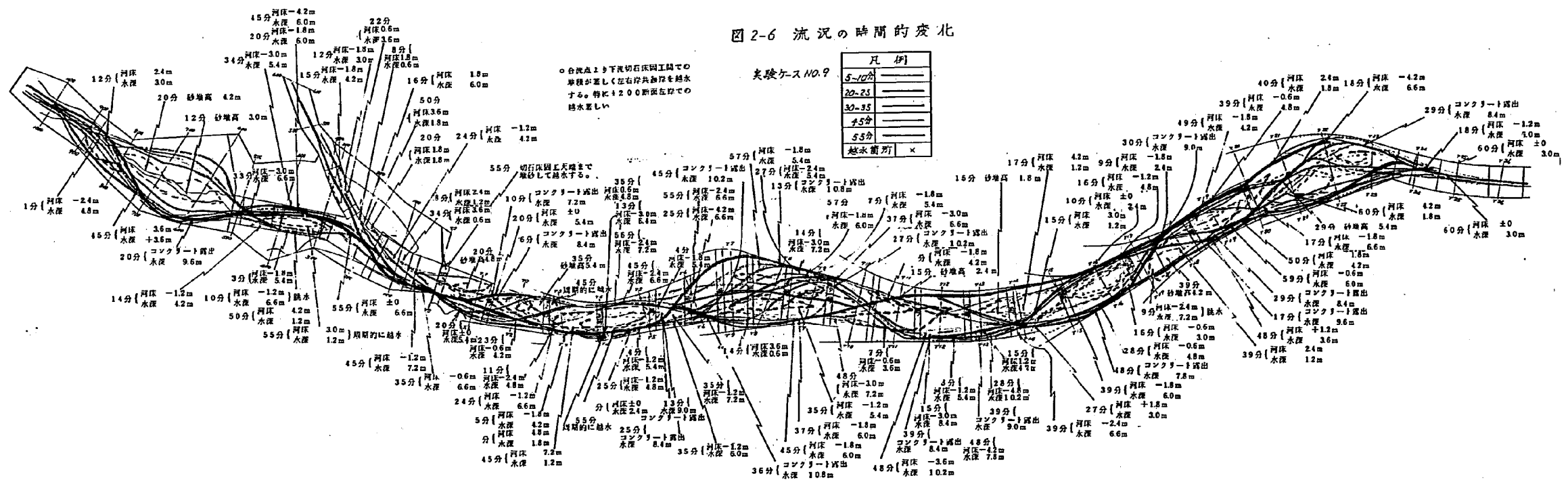
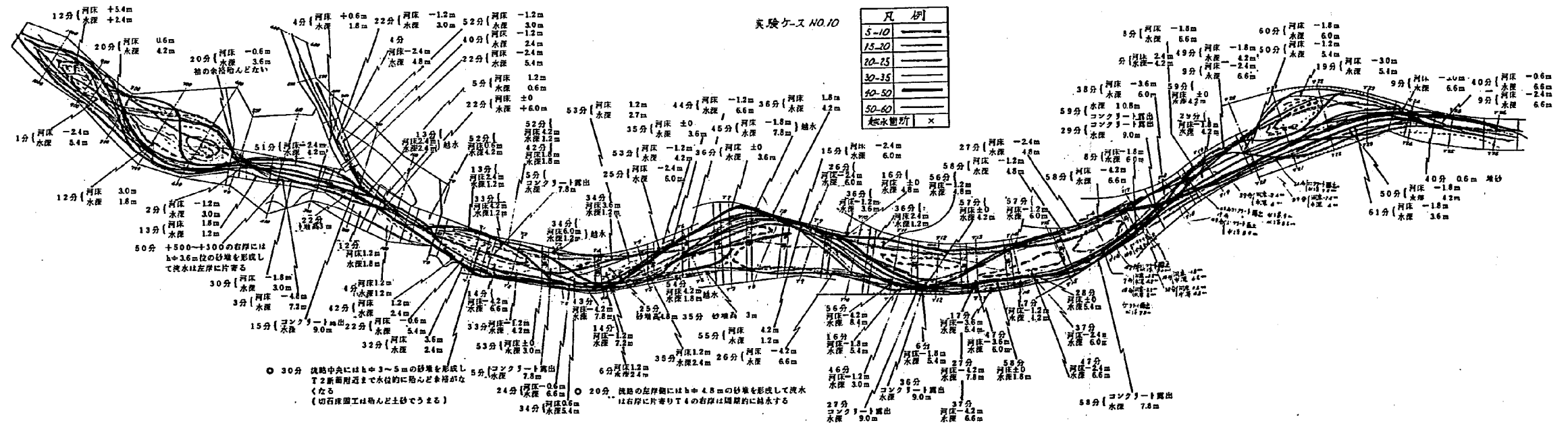


図 2-7 流況の時間的変化



実験ケース NO.1

凡例	
3-10	_____
12-20	_____
22-30	_____
35-40	_____
42-50	_____
55-65	_____
越水筒所	x



図-3 平均河床の縦断的变化

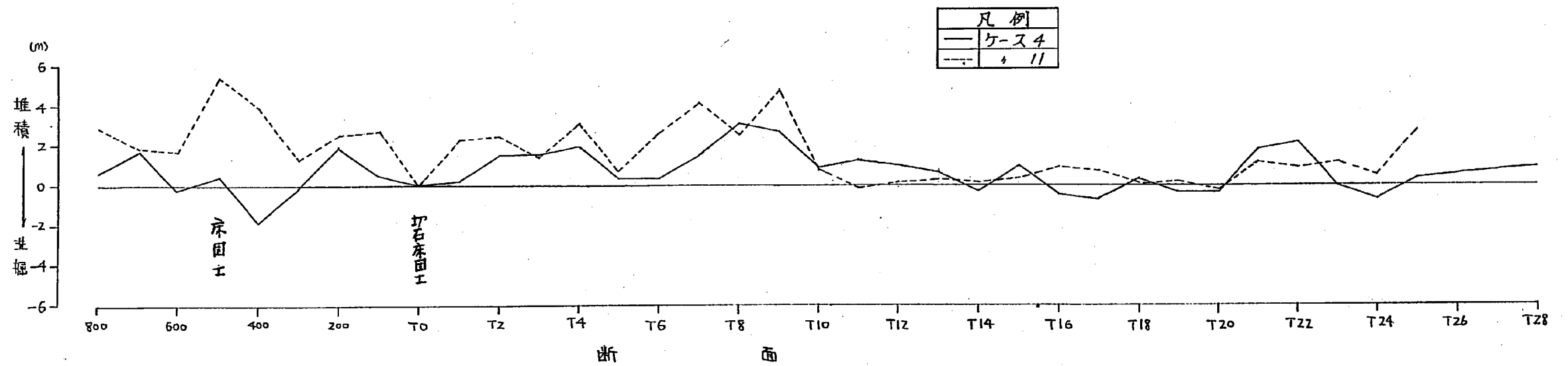
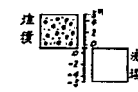


図-4-1 洗堀堆積平面図



実積ケース 10.4

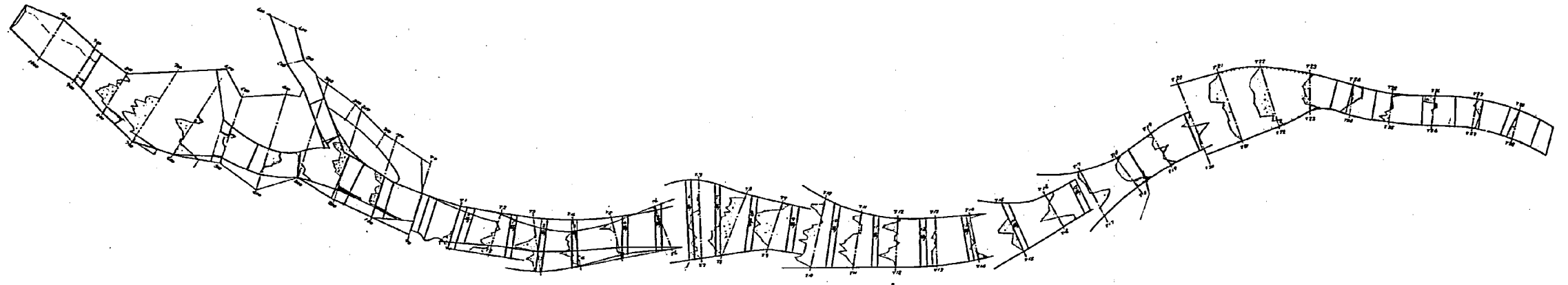


図-4-2 洗堀・堆積平面図 $S=1:5,000$

実験 ケース NO. 11

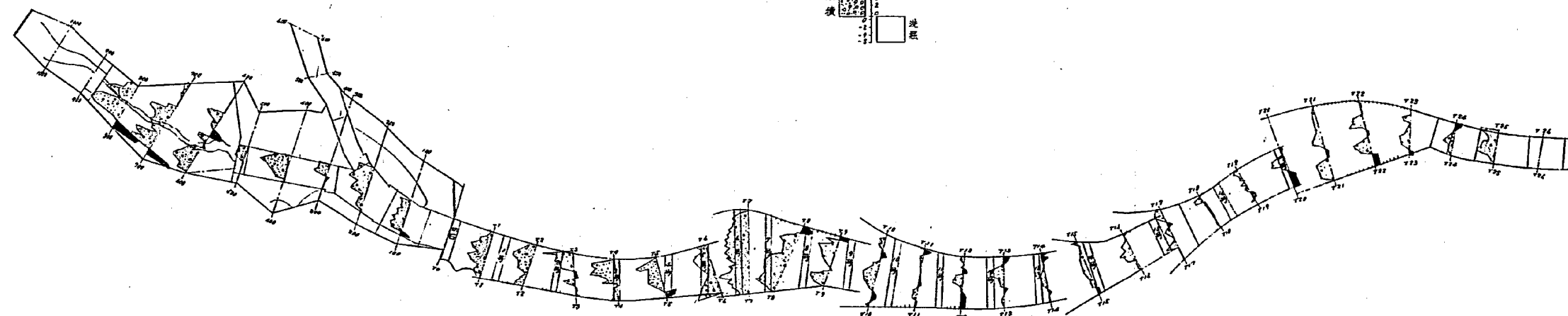


图-5-1 流速分布

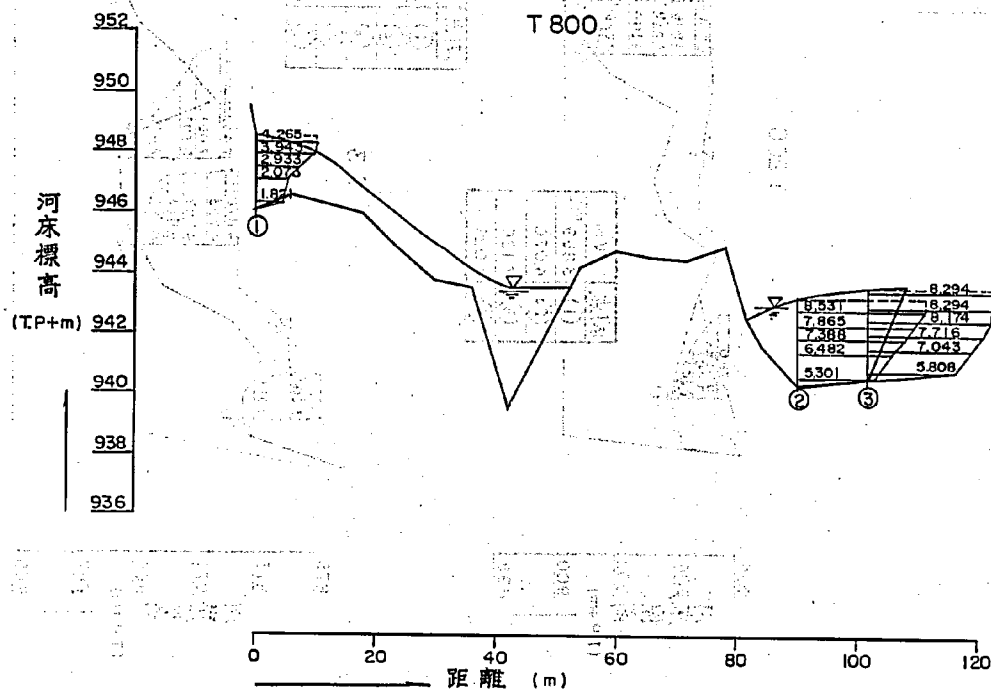


图 -5-2 流速分布

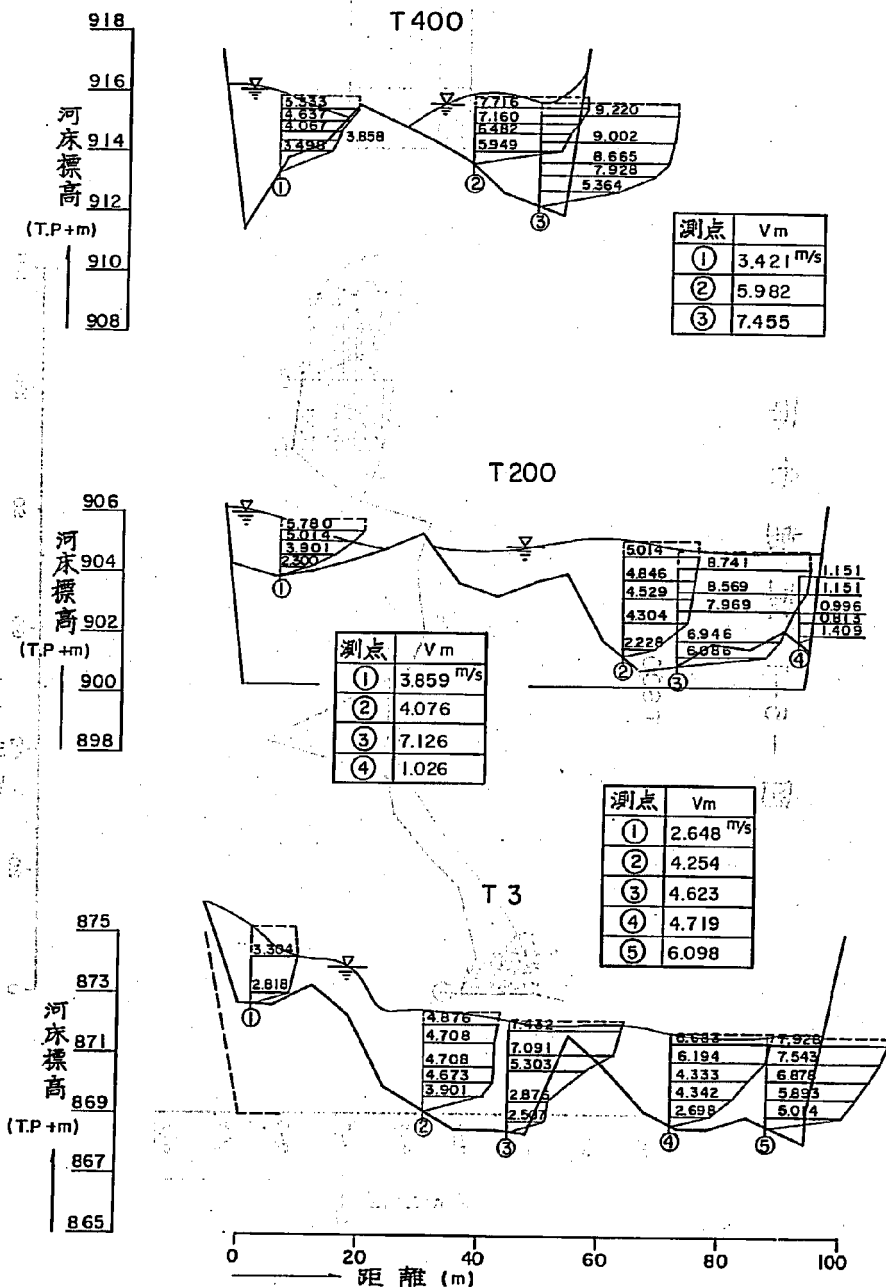
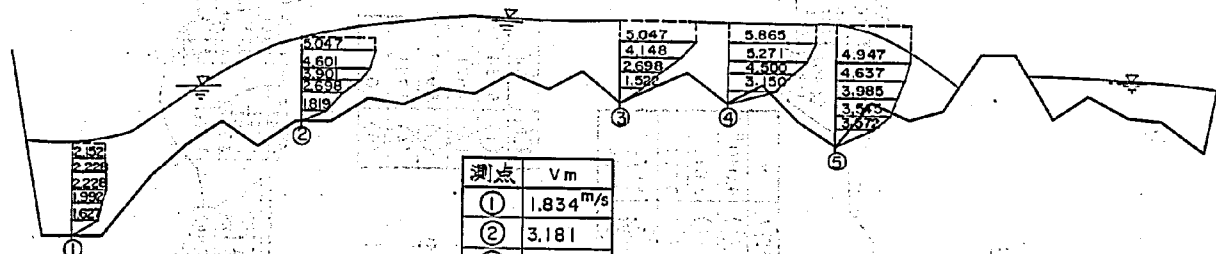


图-5-3 流速分布

T 7

河床标高
(T.P.+m)

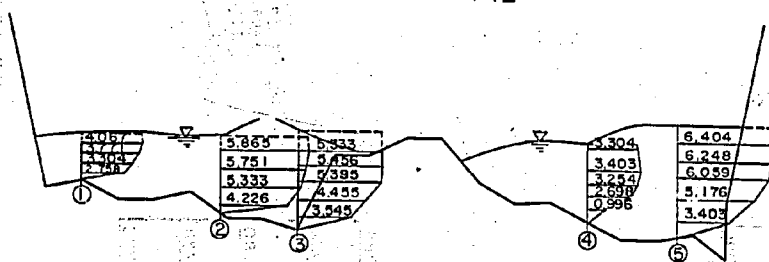
850
848
846
844
842



T 12

河床标高
(T.P.+m)

820
818
816
814
812



测点	V_m
①	3.112 m/s
②	5.051
③	4.328
④	2.558
⑤	4.928

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200

距离 (m)

图-5-4 流速分布

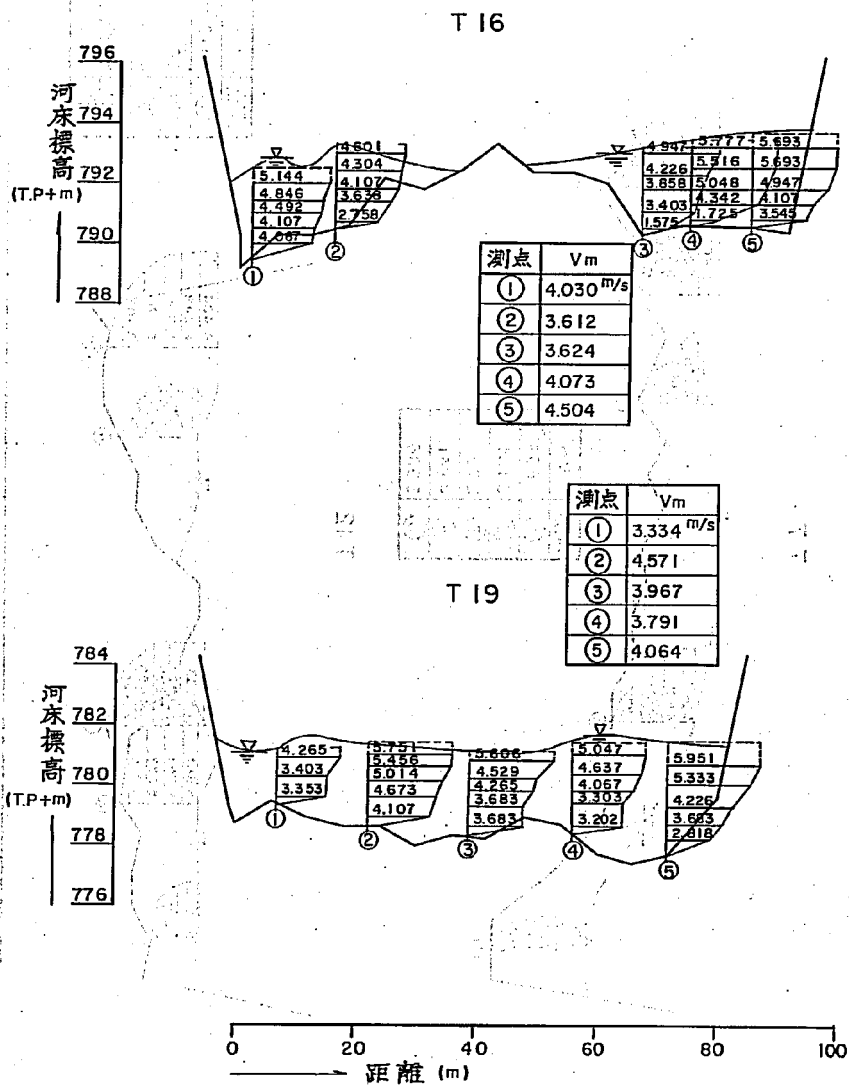
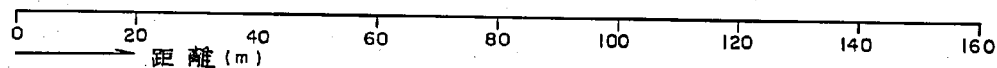
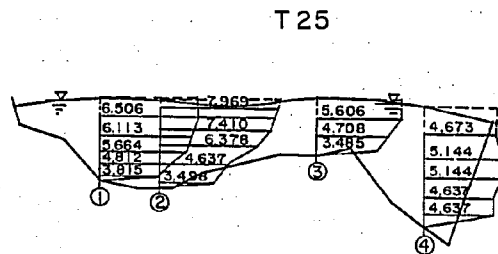
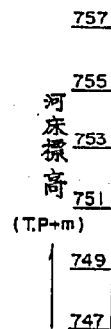
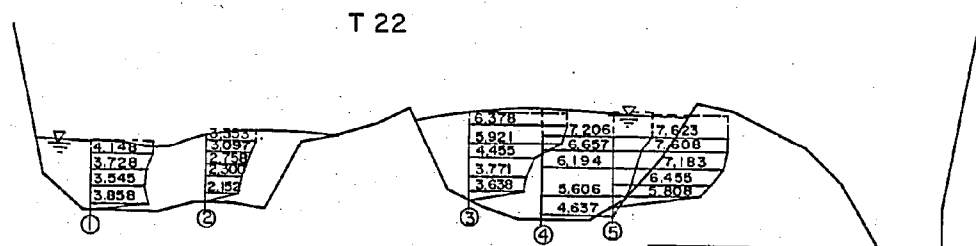
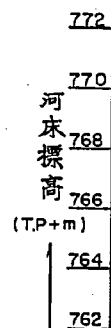
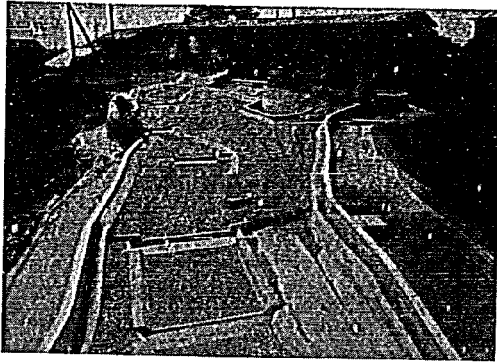
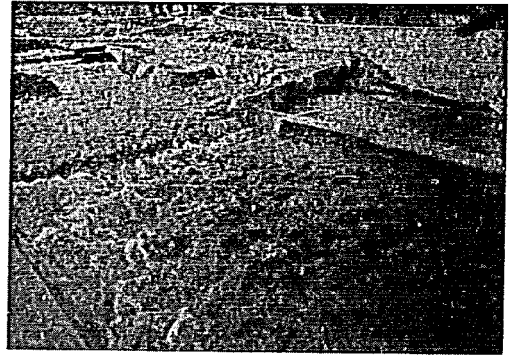


图-5-5 流速分布

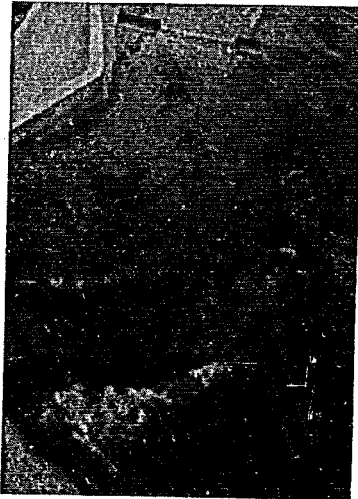




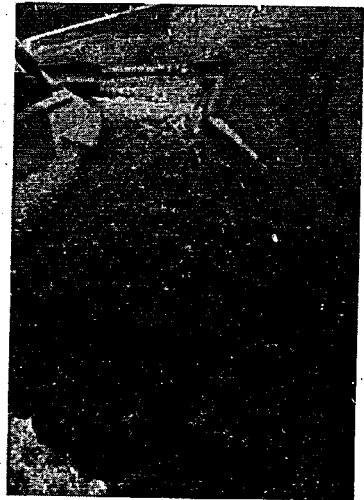
(1) 通水前の上流部の河床状況



(2) 実験開始より30分後の
切石床固工附近の流況

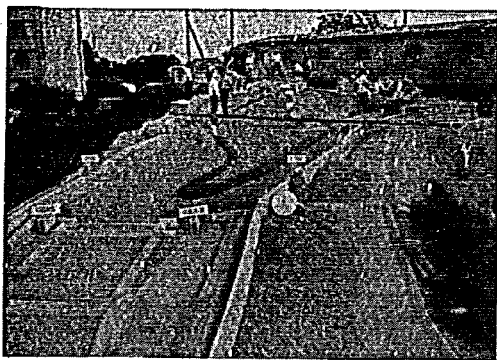


(3) 実験開始より30分後の
400地点附近の流況

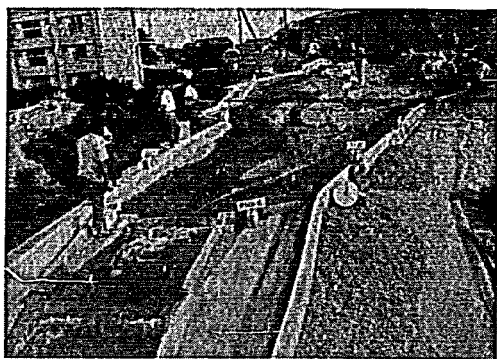


(4) 実験開始より30分後の
100地点の流況

写真-1 実験ケース No.1



(1) 通水前の切石床固工より上流部の河床状況



(2) 実験開始より20分後の切石床固工より
上流部の流況

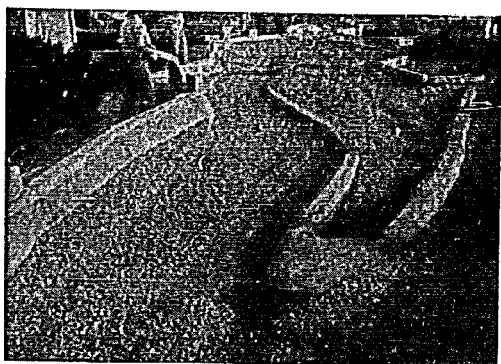


(3) 実験開始より30分後の切石床固工より
上流部の流況



(4) 実験開始より30分後の700地点より
下流部の流況

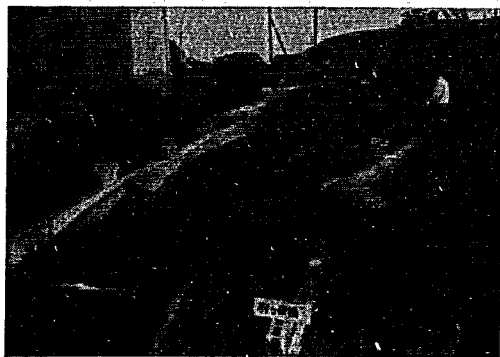
写真-2 実験ケース No.2



(1) 通水前の合流点より上流部の河床状況



(2) 実験開始より30分後の合流点より上流部の流況

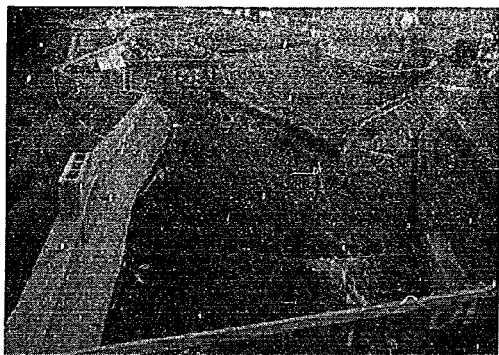


(3) 実験開始より30分後の
切石床固工附近の流況



(4) 実験開始より30分後の
切石床固工より下流部の流況

写真-3 実験ケース No.3



(1) 実験開始より30分後の切石床固工より
上流部の流況



(2) 実験開始より30分後の
切石床固工附近の流況

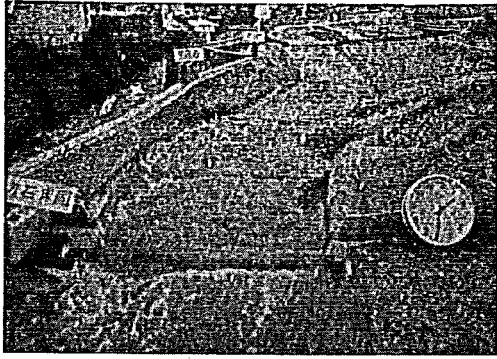


(3) 実験開始より40分後の流路工
中流部の流況

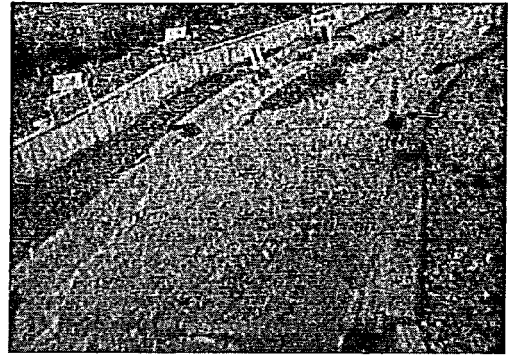


(4) 実験開始より30分後の流路工
下流部の流況

写真-4 実験ケース No.4



(1) 実験開始より30分後の切石床固工より
上流部の流況



(2) 実験開始より30分後の流路工
上流部の流況

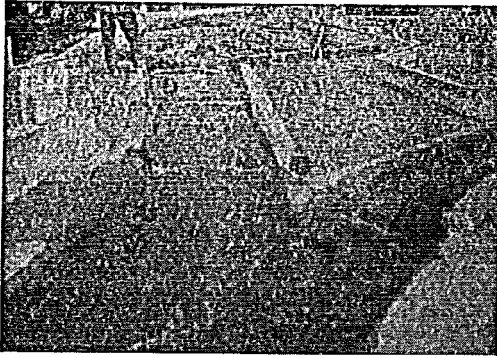


(3) 実験開始より30分後の流路工
中流部の流況

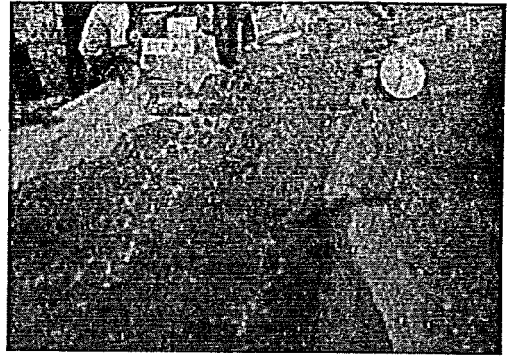


(4) 実験開始より30分後の流路工
下流部の流況

写真-5 実験ケース 16a5



(1) 実験開始より30分後の200地点より
上流の流況



(2) 実験開始より30分後の流路工
上流部の流況

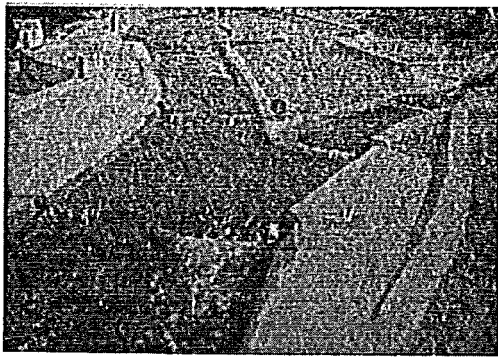


(3) 実験開始より30分後の流路工
中流部の流況

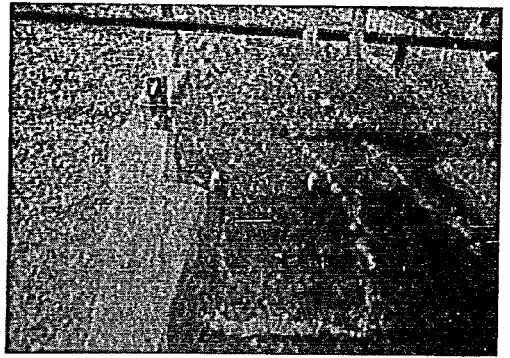


(4) 実験開始より30分後の流路工
下流部の流況

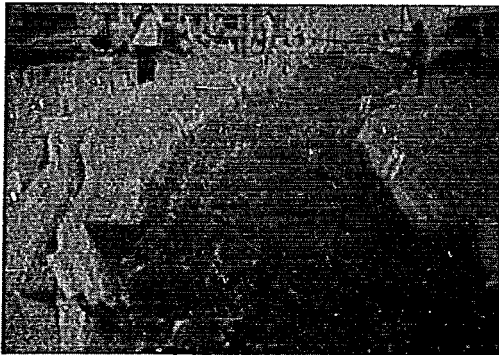
写真-6 実験ケース No.6



(1) 実験開始より30分後の100地点より
上流の流況



(2) 実験開始より30分後の流路工
上流部の流況



(3) 実験開始より30分後の流路工
中流部の流況

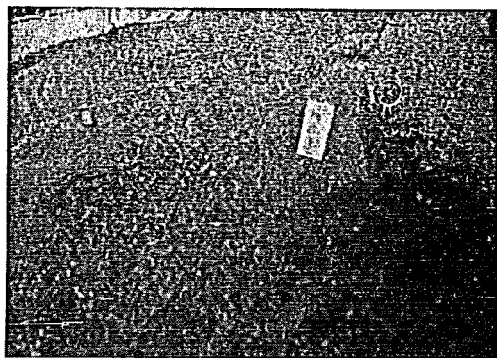


(4) 実験開始より30分後の流路工
下流部の流況

写真-7 実験ケース No.7



(1) 実験開始より60分後の
切石床固工附近の流況



(2) 実験開始より65分後の
T3附近の流況



(3) 実験開始より50分後の流路工
中流部の流況

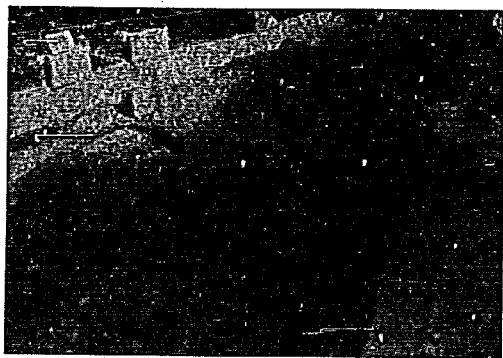


(4) 実験開始より50分後の流路工
下流部の流況

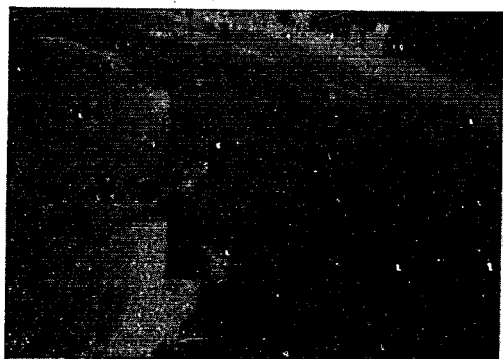
写真-8 実験ケース No.8



(1) 実験開始より35分後の
切石床固工附近の流況



(2) 実験開始より30分後の流路工
上流部の流況

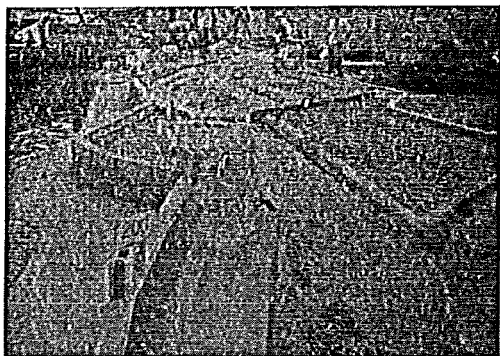


(3) 実験開始より35分後の流路工
中流部の流況



(4) 実験開始より30分後の流路工
下流部の流況

写真-9 実験ケース No.9



(1) 実験開始より30分後の200地点より
上流の流況



(2) 実験開始より30分後の流路工
上流部の流況

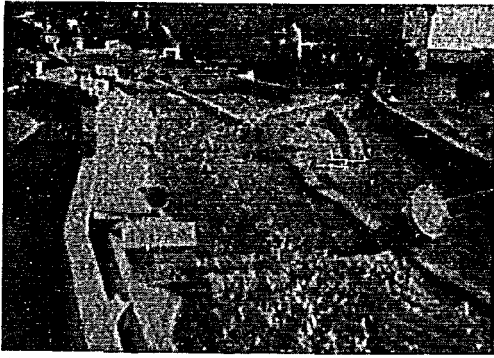


(3) 実験開始より30分後の流路工
中流部の流況

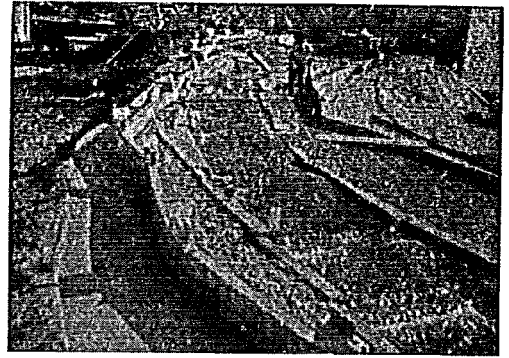


(4) 実験開始より30分後の流路工
下流部の流況

写真-10 実験ケース No.10



(1) 実験開始より35分後の切石床固工より
上流の流況



(2) 実験開始より25分後の流路工
上流部の流況



(3) 実験開始より30分後の流路工
中流部の流況



(4) 実験開始より30分後の流路工
下流部の流況

写真-11 実験ケース No.11