

札幌市土木部河川課 〇千 秋 慶 明
 札幌市土木部河川課 末 永 尊 教
 (職)建設技術研究所 阿 部 彦 七
 (職)建設技術研究所 古 賀 興 一

はじめに
 合流点処理計画の一例として札幌市南区の藤野川と野々沢川との合流位置における落水処理を考慮した合流方式について、水理模型実験を行ない検討したので、ここにその概要を報告する。

1. 藤野川の改修計画

表-1は藤野川改修計画諸元であるが、この平面計画は、国道230号より上流に沈砂池を設け、土砂・流木等を制御する一方、沈砂池下流をトンネル水路で野々沢川まで直進させ、野々沢川に合流する計画である。

しかし、この野々沢川との合流位置には、17mの落差があり、又対岸には民家が隣接していることから、安全に合流させる方法について水理模型実験により検討を行なった。

なお、図-1は、藤野川改修計画法線と現況縦断面を示したものである。

表-1 藤野川改修計画水理諸元

水 理 諸 元	値	備 考
流域面積 (A)	2.14 km ²	国道橋断面
流路長 (L)	0.565 km	同上
洪水到達時間 (t)	0.62 hr	同上
雨量強度	39.00 mm/hr	S. 56.8 実績
H (mm/hr)	49.55 mm/hr	R.P. 1/10 確率
	58.96 mm/hr	R.P. 1/30 確率
	66.76 mm/hr	R.P. 1/50 確率
流出係数 (f)	74.16 mm/hr	R.P. 1/100 確率
	0.774	流域平均
流量 (Q) $Q = \frac{1}{3.6} f \cdot R \cdot A$	18 m ³ /s	S. 56.8 実績
	21 m ³ /s	R.P. 1/10 確率流量
	27 m ³ /s	(1/10 × 1.3) 流量
	28 m ³ /s	計画設計流量 (R.P. 1/30)
	36 m ³ /s	トンネル水路設計流量 (1/30 × 1.3)
	31 m ³ /s	R.P. 1/50 成車流量
	35 m ³ /s	R.P. 1/100 成車流量

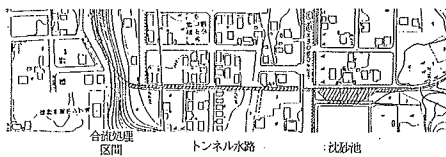


図-1 藤野川改修計画法線・縦断面

2. 実験条件及び内容

実験は、トンネル水路の形状3タイプについて斜流工・階段工・垂直落差工などの落水処理、合流処理、合計8ケースの検討を行なった。

実験ケース及び実験条件、内容について表-2に示した。又、図-2は、各ケースの縦断面を示したものである。

表-2 実験条件及び実験内容

case	流量	トンネル水路タイプ	トンネル水路概要	落水処理合流処理	粗度係数 n	検討内容
1	(1) 1/30×1.3 Q=36m ³ /s	カルバート案 (I案) (矩形水路)	2連カルバート 水路 i=1/200 1連カルバート i=1/33	合流池+水溜池 へ自由落水 傾斜水路 (1:2)		I案の水理諸量の検討 合流処理の検討
2	(2) 1/30確率 Q=28m ³ /s		2連カルバート i=1/200	階段工		同上
3	(3) 1/10確率 Q=21m ³ /s	緩勾配水路案 (II案) (矩形水路)	トンネル水路 ・シールを取る ・水平板の長さ の変化 ・水平板の間隔 の変化 ・余水吐(管理用) をつける ・水溜池なし ・垂直落差工部 を傾斜水路に する	トンネル水路 出口を合流点 河床高とほぼ 同一にする	トンネル n ₁ =0.015	垂直落差工の検討 合流処理の検討
4	野々沢川 Q=12m ³ /s					野々沢川 n ₂ =0.025
6		急勾配水路案 (III案) (馬蹄形水路)	2連カルバート 傾斜水路 急勾配水路	トンネル内に 水溜池を設置		トンネル内に傾斜水路 (勾配1:2)を設ける
7						II案の水理諸量の検討 合流処理の検討
8	洪水波形 最良案				n ₁ =0.023 n ₂ =0.025	安全性の検討

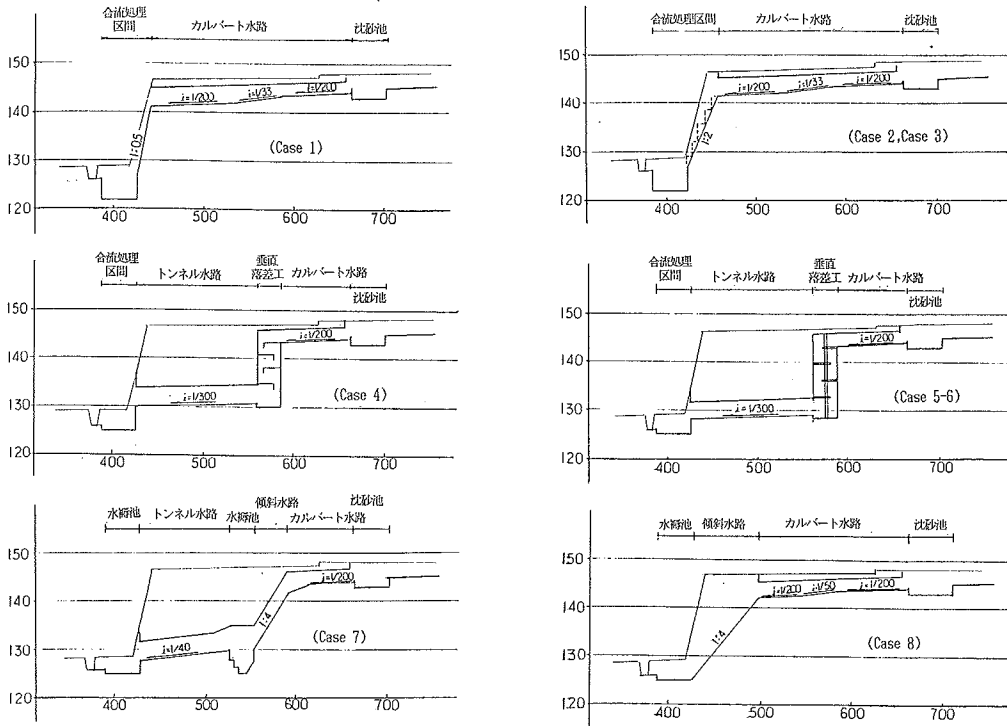


図-2 各ケース縦断面図

3. 実験結果

上記実験条件及び内容により、藤野川水路タイプ3案について7ケースの実験を行ない、その中から最適案を求めた。表-3は、7ケースの実験結果を示したものである。

表-3 実験結果総括表

実験ケース	水路タイプ	合流点形状落水処理方法	藤野川トンネル水路 水位・流量	藤野川トンネル水路 流況	落水処理 水位・流量	落水処理 流況	合流処理	評価	各タイプ の最良案
Case 1	タイプ1案	5分勾配の傾斜水路 合流点水衝池有り、 深さ 4m L=37.26m	流速値は5m/s強程 度で設計基準を満足 していた。トンネル 水路入口で水位上昇	傾斜水路上流端で傾 斜水路から水脈が割 離、水脈不安定	水位・流量 合流点水衝池内の流速が小さいため水位が上昇。しかしその下流sp 385で6m/s流速発生	自由落下で合流点に流入するため騒音が大きく波立ちが大きい		△	Case2の形 状がであつ た最良案
Case 2	カルバート 案	2割勾配の傾斜水路 合流点水衝池有り、 深さ 4m L=37.26m	同上	水脈の割離は見られ ない	流速は2-3m/s程度であつたが横断 方向にならされてゐた 片寄り小さい	写真1 水衝池下面から湛り込む流れ で比較的波立ちが小さい、騒音も Case1に比べて小さい		○	
Case 3		階段工合流点に落水 水衝池 深さ 1m L=12.74m	階段工における流速 の減勢が小さくむしろ 加速されている段 もあつた	階段工上での水脈の 割離が生じていた	水衝池内の流速は減勢されてゐた か水位が高い	自由落下で湛り下するため波立ち が大きく、階段工を下がるに連れ、 跳水長が大であつた		×	
Case 4	タイプII案 垂直落差工 案	垂直落差工原案 水衝池 深さ 1m L=12.74m	垂直落差工下流で流 速が大きいため設計基 準を越える大きさを 越えてゐた	トンネル水路内の流 速は水路側壁と平行 で水路内での片よ りは小さい	ステージ上を満管状態で下流 下段に行くに従ひ流速が大	ステージ長が大でシムより水面 の高さはかなり水脈が天上まで達 している		×	タイプII 案はCase5 の形状が最 良であつた
Case 5-6		管理塔設置・水平板 間隔3.4mとする	Case4と同様	垂直落差工底面の水 面の変動が小さかつた ため下流水路の流況が 良い	管理塔により流速が減勢されてゐ た	写真4 管理塔による減勢でシム下流の 割離箇所の規模が小さされてゐた		○	
Case 6	2連水路 4割傾斜水路 1/300勾配水路	垂直落差工に換へ4 割傾斜水路設置	4割傾斜水路の高流 速が1/300勾配の水路 を流下し流速が7 m/sを越える	1/300の緩勾配水路 で傾斜水路から生じ た衝撃波がみられた	傾斜水路を絞っているため流速が 加速されてゐた	写真5 傾斜水路上に衝撃波が観察され た。合流点で左岸側の流速がおお きく、流れが分たよる		△	
Case 7	4割傾斜水路 1/40急勾配 馬蹄形水路	傾斜水路下流端に深 さ4m水衝池を設ける	流速は約1m/sであつ た	2連から1連カルバ ートのすりつり区間で 波状跳水がみられた 下流約1/40勾配水路 入口付近の流況が あまり良くない	水衝池での減勢効果は大であつた	写真6 傾斜水路末端にて傾斜面を1m下 げた事で水衝池の水面が低下 合流点の流速は片より小さい		○	修正タイ プII案
					写真8	写真9			

4. 考察

表-3より各タイプの最適案であるCase 2, Case 5-6, Case 7の3ケースについて流況、騒音、施工性、維持管理の面から比較検討し、その結果、トンネル水路部の形状は、タイプIのカルバート案とし、合流点直上流で4割勾配の傾斜水路により落水を処理する修正タイプが、より最適であると考えられ、これに基づき最終実験を行なった。

表-4は、この修正タイプで実験した結果を示したものである。

表-4 最終実験結果

実験ケース	水路タイプ	合流点形状・落水処理方法	藤野川トンネル水路		落水処理・合流処理		評各タイプ 価の最良案
			水位・流量	流況	水位・流量	流況	
Case 8	修正タイプ 1割傾斜水路 1/40急勾配 馬蹄形水路	傾斜水路下流端に深さ2m水堀也を設ける	流速値45m/s強程度で設計基準を満足していた。トンネル水路入口で水位上昇	水脈の利確は見られない	水堀部での減勢効果は大であった	傾斜水路末端にて傾斜面を1m下げた事で水堀也の水面が低下。合流点の流速は片よりかなり小さい	修正タイプ ○

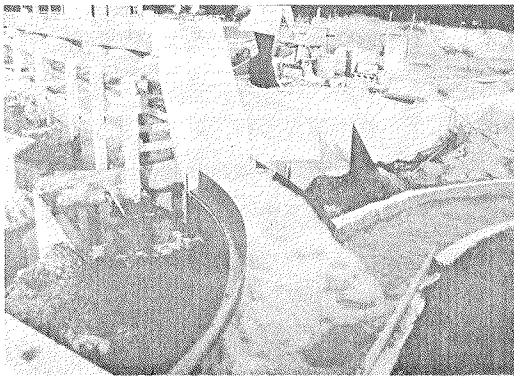


写真-1 Case 1

傾斜水路からの落水状況と合流点の流況

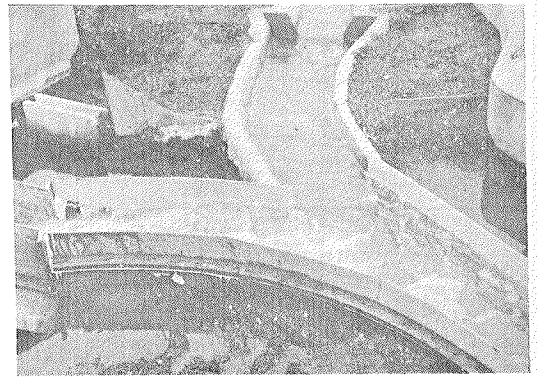


写真-2 Case 2

傾斜水路からの落水状況

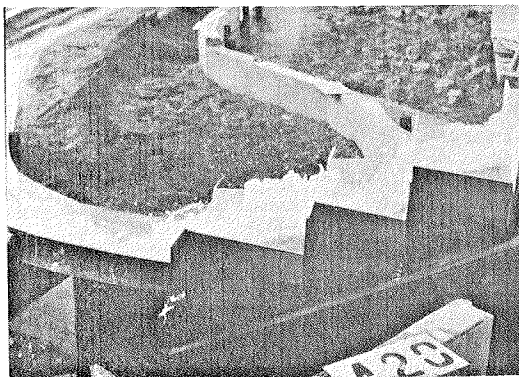


写真-3 Case 3

階段工からの落水状況。水堀池内での波立ちが大きい

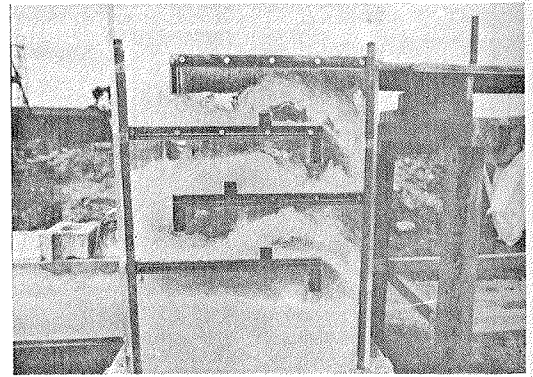


写真-4 Case 4

垂直落差工内の流況



写真-5 Case 5-6
垂直落差工内の流況

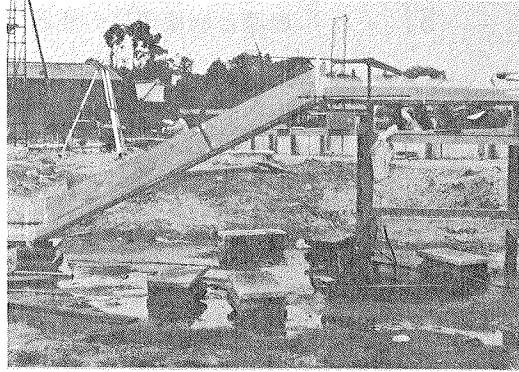


写真-6 Case 6
傾斜部の流速は7m/sを越える



写真-7 Case 6
合流点下の流況

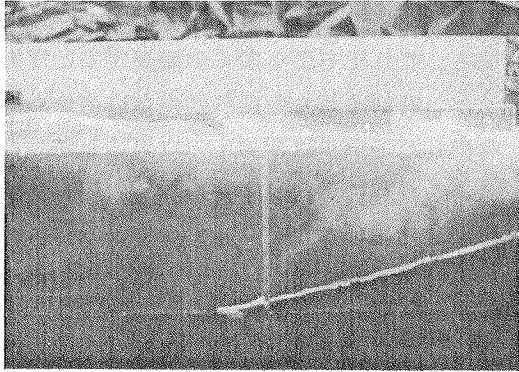


写真-8 Case 7
水褥池内の流況



写真-9 Case 7
合流点の流況

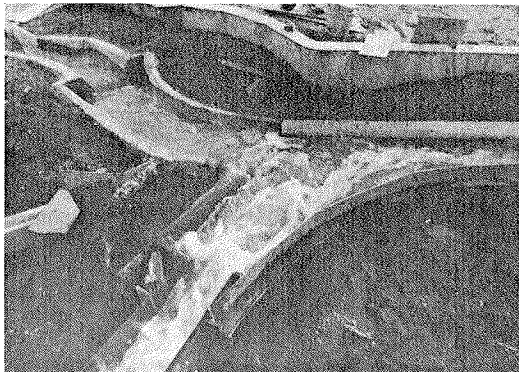


写真-10 Case 8
合流点の流況