

II-12

効果的な水制工の配置に関する研究

北海道開発局 正員 加治 昌秀
 北海道開発局 正員 竹本 成行
 北海道開発局 正員 福田 義昭
 北海道開発局 正員 北條 紘次

主　　え　　が　　き

急流河川は、一般に流速が速く、土砂移動が激しいため、河床変動、局所、河岸洗掘などによる河道災害が頻繁であり、低水路の荒廃、堤防の欠壊等の原因をなしている。これらの防止対策として簡易で河道固定に効果が高い水制工がある。

水制は、水流の局所的な水理挙動を積極的に制御するための河川構造物である。具体的には、流速の抑制（減速効果）、水流の制御（水はね効果）をもって流路の固定、堤防、護岸近傍の洗掘防止、土砂沈殿の誘致、導流などの多角的機能をもつ。しかしながら、現状においては、河道への影響をふまえた水制の諸元について汎用的な決定法は確立されていない。そこで、水制による対策工を講ずるに当たり、大型模型実験、並びに現地に於ける水制の実態とを照らし合わせ効果的な水制工の配置を検討するものである。

1. 実河川における水制

北海道の3大急流河川の一つである札内川においては、水制を用いた改修を進めており、水衝部における洗掘、浸食の防止、さらに複列状の河道を解消し安定した流路を形成すべく多大な努力がなされ、多くの経験的蓄積が重ねられてきた。

図-1, 図-2は過去、平成6年度までに札内川で設置された水制を水制長と水制間隔に着目し取りまとめたものである。図-1は、河床勾配(i)に対する川幅(B)（現況の低水路幅）(B)と水制長(L)との関係(L/B)、図-2は、河床勾配(i)に対する水制長(L)と水制間隔(D)との関係(D/L)を示したものである。図-1, 図-2をみると多少のばらつきはあるものの河床勾配に関係なく、L/Bでは0.1~0.5、D/Lでは1~4の範囲に集中している。図-1, 図-2より河床勾配の違いによる水利設置方法の違いは少ないものと考え、川幅、水制長比(L/B)と水制間隔、水制長比(D/L)との関係を表したもののが図-3である。図-3をみると各水制はL/Bでは、0.2以上、D/Lは、4以下、特に1~3に集中しているの図-2 水制長と水制間隔Dとの関係が特長である。

次に図-4, 図-5は、L/BとD/Lを水制群として取りまとめたものである。図-4のL/Bであるが、3本以下の水制群は、川幅に対し2割以下のものが多く、これは、堤防、護岸近傍の洗掘防止を目的として設置されたものと考えられる。また、3本以上のものは2割~9割と広範囲に及んでいる。

図-1 川幅Bと水制長との関係 (L/B)

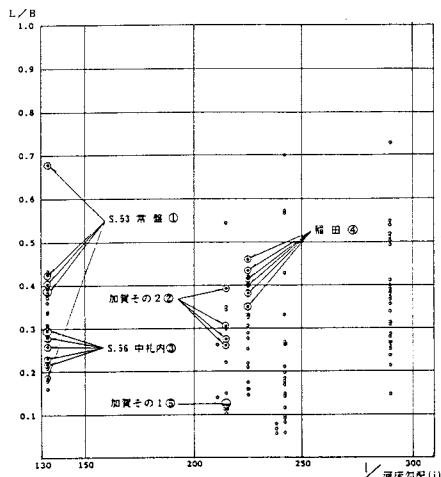


図-3 川幅、水制長比と水制間隔、水制長比の関係

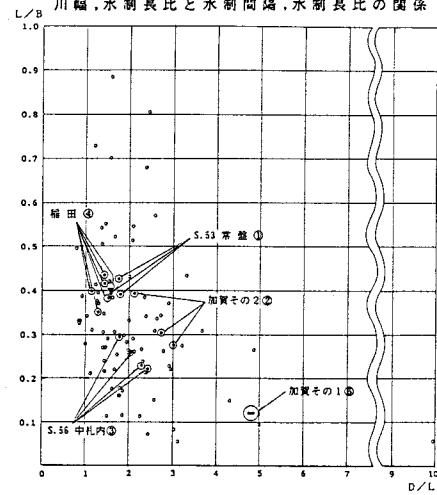
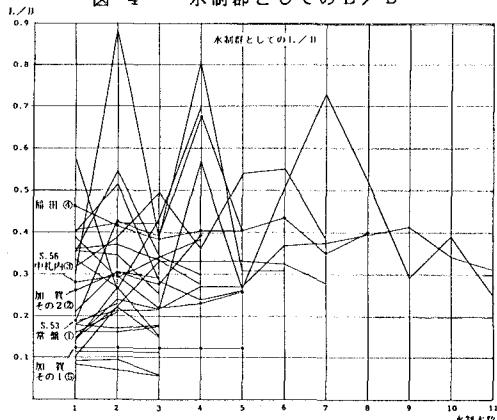


図-4 水制群としてのL/B



特に長い水制は、流心を河岸から遠ざける目的で施工されたものと思われる。図-5は、水制群としてのD/Lをまとめたものであるが、水制間隔は水制本数に関係なく水制長の1～3倍が大半をしめている。図中の①～⑤は、過去、札内川において水制工効果調査が行われた箇所をピックアップしたものである。①～⑤の水制群をL/B,D/Lについてまとめると図-6,図-7の様な結果を得た。①～④の水制群についてのL/Bは0.2以上の値を示しているのに対し、⑤の加賀その1については1.2程度である。又、D/Lは①～④の水制群が1～3の範囲に入っているのに対し、⑤の加賀その1は4.8と高い数値を示している。以上の結果をふまえ平面上に①～④の水制群と⑤の加賀その1を比較してみた。①～④の水制群は、水制間に州が付くほとんどが高水敷化し、水制が効果的に働いていると思われるのに対し、⑤の加賀その1は、水制間の州の移動が激しい様である。図-8は、s 62年に帯広開発建設部で調査された加賀その1である。58年調査まではNo.1～No.3の水制間では堆砂傾向にある。しかし、その後は、No.1, No.2の水制工先端部を主に洗掘傾向にある。これは、No.3, No.4の水はね効果が弱まり流心が水制工から離れられない現れであると推測される。³⁾また、水制長が短いために河道全体への影響からすると水はね効果は充分でなく下流では流路が右岸によってしまいその部分も水衝部となって河岸欠壊の危険性が高まっている。

以上の結果を整理すると、札内川において経験的にL/Bでは0.2以上,D/Lは4以下、特に水制群としてはD/L=1～3の範囲で水制が設置されていることがうかがえる。

2. 大型模型実験

2～1 これまでの実験結果

先述した加賀その1は、昭和56年8月の出水時を境に深掘れが生じて河岸欠壊の危険性が高まったため対策工として水制を5基設置されたものである。その後、深掘れ位置は、下流に移動し、また南帶橋下流の左岸には計画低水路線に沿って護岸が施工されたがその部分も水衝部となっている。このような状況をモデルケースとして平成元年度に種々の対策案の比較検討が行われている。表-1は、実験ケースの内訳を示したものである。実験条件、実験の詳細及び結果に付いては平成元年度報告⁴⁾で説明されているのでそれを参照されたい。表-2は表-1で検討された水制の諸元を整理したものである。平成元年度報告では水

図-5 水制群としてのD/L

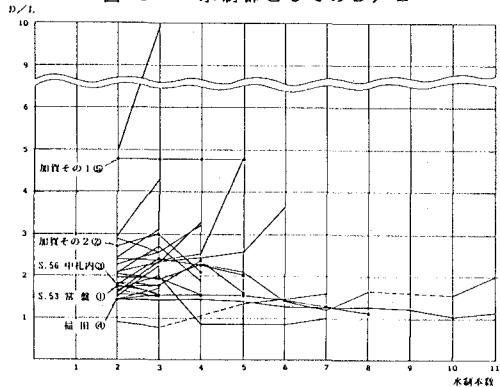


図-6 水制群としてのL/B

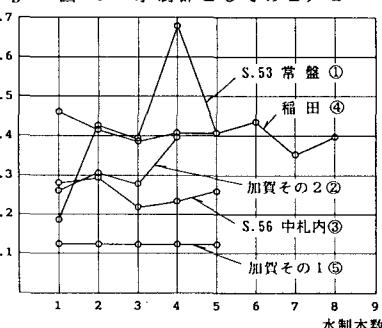


図-7 水制群としてのD/L

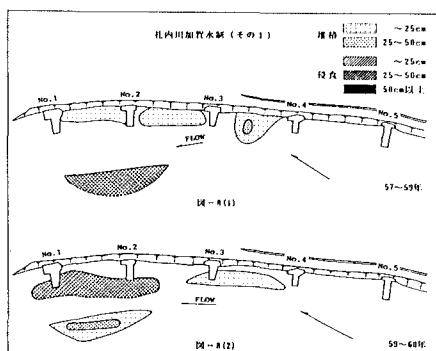
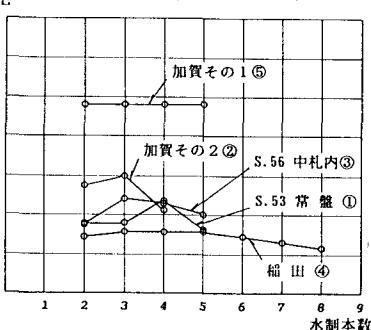


図-8 土砂変動平面図

はね効果と下流への波及効果の付与といった点で L/B では 0.2 以上、 D/L で 4 以下が参考値と考えられている。

平成 2 年度は図-9 に示すように札内川中流部を検討対象区間とした。特に $k_p 0/1.5$ から $k_p 0/1.3$ の湾曲河道形状は、南帶橋から下流左岸は計画低水路に沿って護岸が施工されたことにより、河道幅がほぼ計画低水路幅となっているが、 $k_p 4/1.4$ から下流では拡幅河道となっている。このような河道の拡幅および湾曲する箇所 ($k_p 2/1.4$ 付近) では、掃流力の減少により上流から送流された土砂が低水路中央部に堆積し、砂州を形成することにより、流れはその砂州の左右に分流し、砂州の両側に水衝部ができ河岸欠壊の危険性が高まることが予想される。このような状況をふまえて、種々の対策案の比較検討、及び水制設置が河道全体に及ぼす影響について検討が行なわれた。

表-3 実験条件

	模型値	フルード側で求めた現地換算値
流量 Q	23 l/s	400 m ³ /s
水深 h (下流端 $KP0/8$)	0.022m	1.1m
低水路幅 B (下流端 $KP0/8$)	3.4m	170m
平均河床勾配 j_b	1/220	1/220
河床材料		
平均粒径 d_m	0.4mm	2cm
通水時間 T	48時間	約 2 週間
河床材料	砂	——

実験条件は、平成元年度と同様で表-3 に示すとおりである。実験ケースの内訳は、表-4 に示すように水制工による対策案と水制工及び河道改修を併用した案の効果について比較検討を行っている。表-5 には、実験で検討された水制の諸元を整理した。なお、表中の水制長、河道幅、ピッチの値は図上から求めたものである。河道幅については現地既設水制がすでに高水敷化していることから既設水制先端部を低水路河岸としている。表より対策実験ケース 2 からケース 5 においては、川幅、水制長比 (L/B) が 0.2 を下回り、また水制間隔、水制長比 (D/L) も 4.0 以上となっている。これらの場合、局所洗掘は見られないものの低水路内では、土砂が堆積し複列砂州河道の

表-1 実験ケース内訳 (H 1 年度)

ケース	河 道 の 状 況	水 制 の 状 況											
		川 西 水 制 (新)						加 貢 水 制 (現)			加 貢 水 制 (新)		
		○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△
4-1	加 貢 水 制 (現) 施工前の状態												
4-2	加 貢 水 制 (現) 施工後の状態							○	○	○	○		
4-3	川内水制施工にともない $KP4/1.7 \sim 0/1.6$ の右岸を計画低水路岸	○	○	○				○	○	○	○		
4-4	H 上	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
4-5	川西水制、加賛水制施工にともない $KP4/1.7 \sim 0/1.6$ の右岸、 $KP0/1.6 \sim 0/1.5$ 右岸を計画低水路岸	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4-6	H 上	○	○	○	△	△	△	○	○	○	○	△	△
4-7	$KP0/1.6 \sim 0/1.5$ を計画低水路完成断面												

(○、△が設置されているもの、△については○の半分の長さの水制)

表-2 水制諸元の整理 (H 1 年度)

	水 制 長 L (平均)	河 道 幅 B (平均)	間 隔 D (平均)	L/B	D/L
川西水制 (新) ケース 4-5	4.6m	2.03m	1.63m	0.222	3.5
加賛水制 (現) ケース 4-2	2.0m	1.51m	0.8m	0.13	4.9
加賛水制 (新) ケース 4-5	5.0m	1.92m	1.02m	0.26	2.0
川西水制 (新) ケース 4-6	3.6m	2.03m	1.63m	0.18	4.5
川西水制 (新) ケース 4-6	2.5m	1.92m	1.02m	0.13	4.1

図-9 大型模型実験関連箇所図 (H 2 年度)

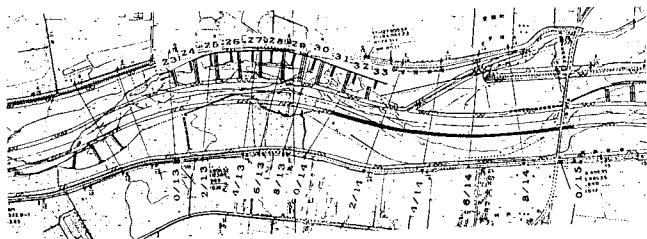


表-4 実験ケース内訳 (H 2 年度)

ケース	河 道 の 状 況	(KP14.2 から KP13.0 の 成 設 水 制 部 分)												新 水 制 部 分	
		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	37	38	
1	現 河 道														
2	岡 上									○	○				
3	KP13.8 から KP13.6 の 低水路 左岸河岸線を削削								5.0	15.0					
4	岡 上	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	
5	KP14.0 から KP12.8 の 左岸 を計画低水路沿線に改修	7.5	7.5	16.5	17.0	20.0	25.0	25.0	24.0	20.0	16.0	12.0	24.0	8.0	
6	岡 上	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	
		25.5	29.5	41.5	42.0	45.0	50.0	45.0	42.0	36.0	28.0	24.0	30.0	8.0	
ケース	水 制 条 件														
1	既設水制														
2	水制 No31, No32 を前出し														
3	水制 No31, No32, No33 を前出し 水制 No37, No38 を新設														
4	水制群 No23 から No38 の 全てを前出し														
5	岡 上														
6	岡 上														

(注) 上段: ○—前出し水制 △—新設水制
下段: 前だし、新設水制長 (m)

様相が強く現れる結果となっている。

(図-10～図13)

これに対してケース6では、川幅、水制長比(L/B)が0.22、水制間隔、水制長比(D/L)が2.9となっており、この条件では単列砂州河道となりより好ましい河道状況となっている。(図-14)前年度の実験結果から、水はね効果と下流への波及効果が好ましいという点で参考値として、 L/B で0.2以上、 D/L で4.0以下という数値が報告されている。本年度実験結果からも同様の数値が得られた。

2 ~ 2 本年度の実験結果

本年度検討の対象区間は図-15に示すkp 9.0からkp 14.2の区間とし、現地札内川において平成2年度まで河道整備(護岸及び水制)されている現況河道での問題点及び水制工による中期(10ヶ年計画)改修計画案の妥当性、さらに中期改修計画での施工順位の検討を行った。実験条件は平成元年、2年度と同様である。また、表-6に実験ケース内訳を示しているが先述したkp 9.0からkp 14.2の区間で築堤及び低水路左右岸に水制群を6ヶ所設定し、これらの水制の施工にともなう河道の改修効果について評価した。写真-1は平成3年10月に撮影されたものである。写真から河道状況をみるとkp 13.0からkp 14.2の区間では、複列砂州河道となり、河岸線が右岸側に接近している

表-5 水制諸元の整理(H2年度)

	水制長 L (平均値) m	河道幅 B (平均値) m	ピッチ D (平均値) m	L/B	D/L
ケース1	m	m	m		
ケース2	10.0 m	150.0 m	100.0 m	0.07	10.0
ケース3	11.0 m	140.0 m	100.0 m	0.08	9.1
ケース4	17.0 m	138.0 m	100.0 m	0.12	5.9
ケース5	17.0 m	154.0 m	100.0 m	0.11	5.9
ケース6	34.0 m	154.0 m	100.0 m	0.22	2.9

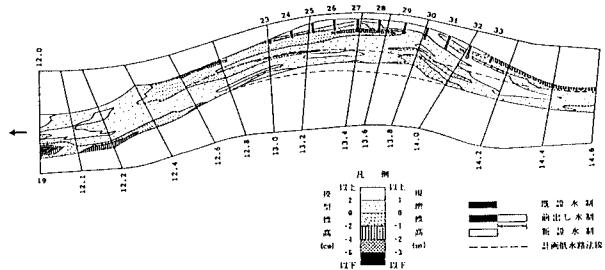


図-10 河床コンター図(ケース2)

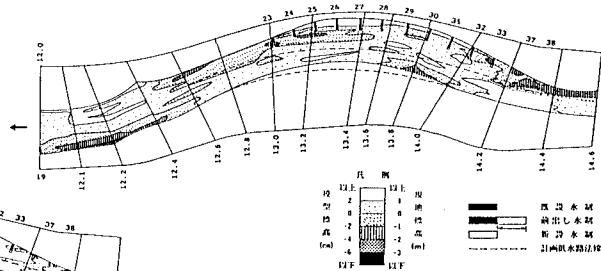


図-11 河床コンター図(ケース3)

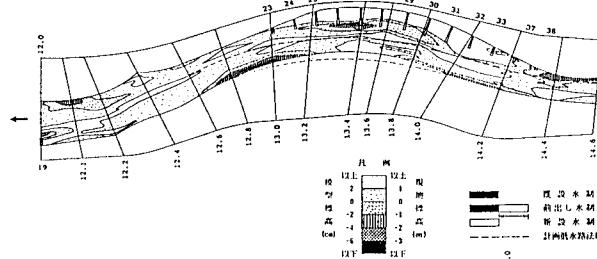


図-12 河床コンター図(ケース4)

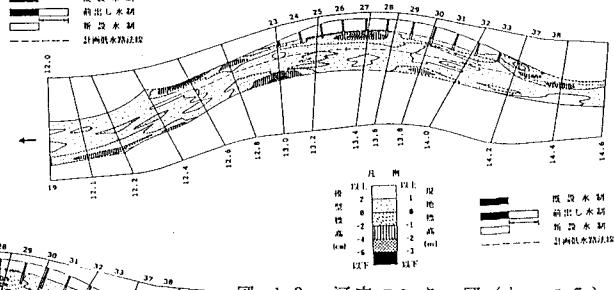


図-13 河床コンター図(ケース5)

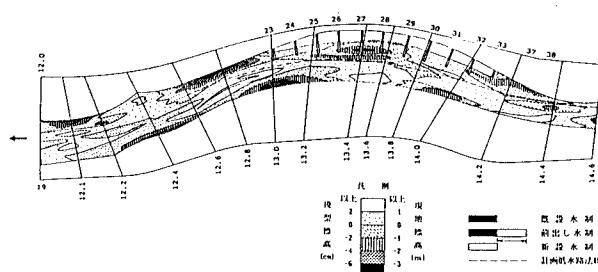


図-14 河床コンター図(ケース6)

が、この箇所には、既設水制群及び河岸には護岸も整備されていることから築堤への悪影響は、すぐにおこらないものと判断される。その下流では、溶筋が单列的な蛇行を繰り返しながら流下しており、河岸が築堤に接近している箇所が見られる。特に、kp 1 2.0 から kp 1 2.4 左岸付近、kp 1 1.6 から kp 1 1.8 右岸付近、kp 1 0.8 から kp 1 1.0 左岸付近では、中規模程度の洪水がおきた場合、河道災害の危険性が高いと考えられる。

ケース1(図-16)では現況河道での問題点と現況河道の再現性について実験をおこなった。実験結果では、以上のような傾向は概ね再現されているものと考えられる。

ケース2では、kp 1 2.1 から kp 1 2.4 左岸、kp 1 1.6 から kp 1 1.8 右岸、kp 1 0.8 から kp 1 1.0 左岸の河岸防護のための水衝部対策と水はね効果による洗掘防止目指して、kp 1 2.6 から kp 1 4.4 右岸水制群に3基(水制No.119, 121, 123,)、kp 1 1.8 から kp 1 2.8 左岸水制群に6基(水制No.26, 27, 28, 30, 32, 34)、kp 1 1.6 から kp 1 2.1 右岸水制群に4基(水制No.111, 113, 114, 115)、kp 1 0.8 から kp 1 1.8 左岸水制群に3基(水制No.14, 15, 16)設置している。この場合、kp 1 2.8 右岸では、水制周辺で局所洗掘が見られるが kp 1 2.1 から kp 1 2.4 左岸側及び kp 1 1.6 から kp 1 1.8 右岸側の深掘れは軽減されており各水制群の連携が効果をあげたことになる。

平成2年度の実験結果からも任意の箇所に処置を構する場合、対岸上流に水制を設置して両者の連携で流れを制御することにより河道の安定に寄与する

という結論が得られているが、本実験においてもこのことが実証された。しかし、kp 1 0.8 から kp 1 1.0 の水制効果を見ると河岸での深掘れは解消されているが水制No.16先端部で局所洗掘が生じており、この箇所で



表-6 実験ケース内訳及び水制設置一覧表

築堤名及び水制群	ケース1 (現況状況)				ケース2 (10ヶ月経過)				ケース3 (10ヶ月経過)			
	水制 延長 [m]	設 置 場 所 [河 岸 付 近]	設 置 場 所 [河 岸 付 近]	全水制長 [計 延長 [m]]	水制 延長 [施工終了時 間][計 延長 [m]]	水制 延長 [施工終了時 間][計 延長 [m]]	全水制長 [施工終了時 間][計 延長 [m]]	水制 延長 [施工終了時 間][計 延長 [m]]	水制 延長 [施工終了時 間][計 延長 [m]]	全水制長 [施工終了時 間][計 延長 [m]]		
Kita River 左岸水制群	95 97 98 100 102 104 105 106 107 108 109 110 112 113 114 115	[現況状況] (右岸水制群)	[現況状況] (左岸水制群)	14.0 10.0 10.0 10.0 22.5 20.0 24.0 19.0 17.5 40.0	14.0 10.0 10.0 10.0 22.5 20.0 24.0 19.0 17.5 40.0	36.0 35.0 35.0 55.0 55.0 20.0 24.0 100.0 17.5 75.0 35.0 25.0 55.0 55.0 40.0	50.0 35.0 35.0 55.0 77.5 20.0 24.0 100.0 17.5 75.0 40.0 25.0 55.0 55.0 40.0	60.0 10.0 10.0 10.0 77.5 20.0 24.0 100.0 17.5 75.0 40.0 25.0 55.0 55.0 40.0	31.0 40.0 40.0 40.0 55.0 55.0 55.0 55.0 55.0 55.0 55.0 55.0 55.0 55.0 55.0	50.0 50.0 35.0 55.0 77.5 20.0 24.0 100.0 17.5 75.0 25.0 25.0 55.0 55.0 40.0		
	119 121 122 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137	[現況状況] (右岸水制群)	[現況状況] (左岸水制群)	26.0 35.0 45.0 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 42.5 30.0	26.0 35.0 45.0 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 42.5 30.0	35.0 35.0 45.0 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 42.5 30.0	35.0 35.0 45.0 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 42.5 30.0	40.0 35.0 35.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 30.0	40.0 35.0 35.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 30.0	15.0 17.5 17.5 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 30.0	15.0 17.5 17.5 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 30.0	
	120 121 122 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137	[現況状況] (右岸水制群)	[現況状況] (左岸水制群)	26.0 35.0 45.0 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 42.5 30.0	26.0 35.0 45.0 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 42.5 30.0	35.0 35.0 45.0 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 42.5 30.0	35.0 35.0 45.0 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 52.5 42.5 30.0	40.0 35.0 35.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 30.0	40.0 35.0 35.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 30.0	15.0 17.5 17.5 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 30.0	15.0 17.5 17.5 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0 30.0	
	138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 279 280 281 282 283 284 285 286 287 287 288 289 289 290 291 292 293 293 294 295 295 296 297 297 298 298 299 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 379 380 381 382 383 384 385 386 387 387 388 389 389 390 391 392 393 393 394 395 396 397 397 398 398 399 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 479 480 481 482 483 484 485 486 487 487 488 489 489 490 491 492 493 494 495 496 497 497 498 499 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 579 580 581 582 583 584 585 586 587 587 588 589 589 590 591 592 593 594 595 596 597 597 598 599 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 679 680 681 682 683 684 685 686 687 687 688 689 689 690 691 692 693 694 695 695 696 697 697 698 698 699 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 709 710 711 712 713 714 715 715 716 717 718 719 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 779 780 781 782 783 784 785 786 787 787 788 789 789 790 791 792 793 794 795 795 796 797 797 798 798 799 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 809 810 811 812 813 814 815 815 816 817 818 819 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 879 880 881 882 883 884 885 886 887 887 888 889 889 890 891 892 893 894 895 895 896 897 897 898 898 899 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 908 909 909 910 911 912 913 913 914 914 915 915 916 916 917 917 918 918 919 919 920 920 921 921 922 922 923 923 924 924 925 925 926 926 927 927 928 928 929 929 930 930 931 931 932 932 933 933 934 934 935 935 936 936 937 937 938 938 939 939 940 940 941 941 942 942 943 943 944 944 945 945 946 946 947 947 948 948 949 949 950 950 951 951 952 952 953 953 954 954 955 955 956 956 957 957 958 958 959 959 960 960 961 961 962 962 963 963 964 964 965 965 966 966 967 967 968 968 969 969 970 970 971 971 972 972 973 973 974 974 975 975 976 976 977 977 978 978 979 979 980 980 981 981 982 982 983 983 984 984 985 985 986 986 987 987 988 988 989 989 990 990 991 991 992 992 993 993 994 994 995 995 996 996 997 997 998 998 999 999 1000 1000 1001 1001 1002 1002 1003 1003 1004 1004 1005 1005 1006 1006 1007 1007 1008 1008 1009 1009 1010 1010 1011 1011 1012 1012 1013 1013 1014 1014 1015 1015 1016 1016 1017 1017 1018 1018 1019 1019 1020 1020 1021 1021 1022 1022 1023 1023 1024 1024 1025 1025 1026 1026 1027 1027 1028 1028 1029 1029 1030 1030 1031 1031 1032 1032 1033 1033 1034 1034 1035 1035 1036 1036 1037 1037 1038 1038 1039 1039 1040 1040 1041 1041 1042 1042 1043 1043 1044 1044 1045 1045 1046 1046 1047 1047 1048 1048 1049 1049 1050 1050 1051 1051 1052 1052 1053 1053 1054 1054 1055 1055 1056 1056 1057 1057 1058 1058 1059 1059 1060 1060 1061 1061 1062 1062 1063 1063 1064 1064 1065 1065 1066 1066 1067 1067 1068 1068 1069 1069 1070 1070 1071 1071 1072 1072 1073 1073 1074 1074 1075 1075 1076 1076 1077 1077 1078 1078 1079 1079 1080 1080 1081 1081 1082 1082 1083 1083 1084 1084 1085 1085 1086 1086 1087 1087 1088 1088 1089 1089 1090 1090 1091 1091 1092 1092 1093 1093 1094 1094 1095 1095 1096 1096 1097 1097 1098 1098 1099 1099 1100 1100 1101 1101 1102 1102 1103 1103 1104 1104 1105 1105 1106 1106 1107 1107 1108 1108 1109 1109 1110 1110 1111 1111 1112 1112 1113 1113 1114 1114 1115 1115 1116 1116 1117 1117 1118 1118 1119 1119 1120 1120 1121 1121 1122 1122 1123 1123 1124 1124 1125 1125 1126 1126 1127 1127 1128 1128 1129 1129 1130 1130 1131 1131 1132 1132 1133 1133 1134 1134 1135 1135 1136 1136 1137 1137 1138 1138 1139 1139 1140 1140 1141 1141 1142 1142 1143 1143 1144 1144 1145 1145 1146 1146 1147 1147 1148 1148 1149 1149 1150 1150 1151 1151 1152 1152 1153 1153 1154 1154 1155 1155 1156 1156 1157 1157 1158 1158 1159 1159 1160 1160 1161 1161 1162 1162 1163 1163 1164 1164 1165 1165 1166 1166 1167 1167 1168 1168 1169 1169 1170 1170 1171 1171 1172 1172 1173 1173 1174 1174 1175 1175 1176 1176 1177 1177 1178 1178 1179 1179 1180 1180 1181 1181 1182 1182 1183 1183 1184 1184 1185 1185 1186 1186 1187 1187 1188 1188 1189 1189 1190 1190 1191 1191 1192 1192 1193 1193 1194 1194 1195 1195 1196 1196 1197 1197 1198 1198 1199 1199 1200 1200 1201 1201 1202 1202 1203 1203 1204 1204 1205 1205 1206 1206 1207 1207 1208 1208 1209 1209 1210 1210 1211 1211 1212 1212 1213 1213 1214 1214 1215 1215 1216 1216 1217 1217 1218<br											

の水制の損壊が懸念されると共に、この区間については、3基程度の水制では、河岸防護及び洗掘防止に対する解決策とはなっていない。（図-17）

ケース3では、kp10.8からkp11.8左岸水制群に水制を7基（水制No.14, 15, 16, 17, 19, 21, 23）基設置した。この場合、洗掘は水制群の下流端に移動し規模も軽減され群水制としての効果が現れている。更に、kp12.6からkp14.4右岸水制群には、水制の長さの影響を見るためにケース2の半分の長さの水制を5基（水制No.119, 121, 123, 136, 137）、kp11.8からkp12.8左岸水制群はケース2と同様、kp11.6からkp12.1右岸水制群には4基（水制No.110, 111, 113, 114）を設置している。この場合、kp12.6からkp14.4右岸水制群では、水制の水はね効果が充分でないため主流が水制及び河岸に接近することにより洗掘がケース2と比較すると増大し下流水制群でも局所洗掘が生じ、悪影響

を与える結果となった。表-7に実験結果をまとめる意味

で水制の諸元を整理した。図中の河道幅、間隔については図面からスケールアップで求めたものである。平成2年度の実験結果から、水制では、 L/B が0.2以上、 D/L が4.0以下の条件の場合に洗掘の軽減及び下流に対しての波及効果が好ましい形で現れるという結果が得られているが、表-7からもケース3でkp12.6からkp14.4右岸水制群の水制No.119, 121, 123の3基をケース2の半分の長さとした場合、 L/B が0.1、 D/L が6.0となり、結果は、水はね効果が十分でないため当箇所及び下流水制群の洗掘が解消されないなど悪化させる原因となった。

以上、札内川の現地調査及び実験によると、水制工で河道の安定化を計る場合、水制諸元としては、 $L/B = 0.2$ 以上、 $D/L = 4.0$ 以下という数値が重要であることが、明らかになった。

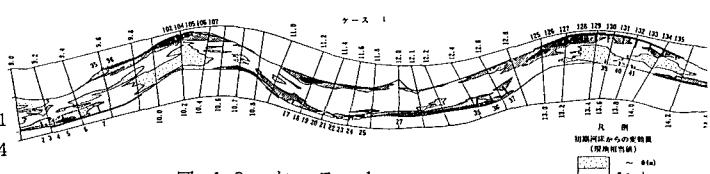


図-16 ケース 1

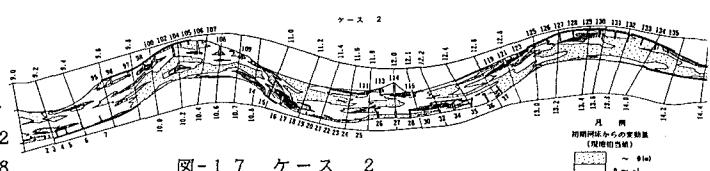


図-17 ケース 2

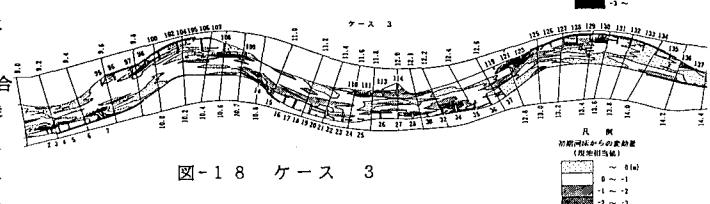


図-18 ケース 3

表-7 水制諸元の整理 (H 3 年度)

		水制長L (平均)	河道幅B (平均)	ピッチD (平均)	L/B	D/L
1	KP10.8-KP11.8 左岸水制群	42.0	180.0	100.0	0.23	2.4
	KP11.8-KP12.8 左岸水制群	45.0	175.0	106.0	0.26	2.4
	KP9.6-KP10.8 右岸水制群	57.5	241.0	133.0	0.24	2.3
2	KP11.4-KP12.4 右岸水制群	49.5	144.0	100.0	0.34	2.0
	KP12.6-KP14.4 右岸水制群	34.2	177.0	105.0	0.19	3.1
	KP10.8-KP11.8 左岸水制群	57.9	209.6	104.2	0.27	1.8
3	KP11.8-KP12.8 左岸水制群	45.0	175.0	106.0	0.26	2.4
	KP9.6-KP10.8 右岸水制群	57.5	241.0	133.0	0.24	2.3
	KP11.4-KP12.4 右岸水制群	50.0	195.3	100.0	0.25	2.0
	KP12.6-KP14.4 右岸水制群	17.5	177.0	105.0	0.10	6.0

あとがき

◎河道拡幅部では、上流から送流された土砂が河道内に堆積し、複列河道となる。この場合、これを単列河道へ変えることにより砂州を安定させ、低水路の安定を計るには、単独あるいは数本の水制で対処するのではなく、この区間全体を考慮に入れた対策を実施すべきである。

◎任意の箇所に処置を構する場合、対岸上流に水制を設置して、両者の連携で流れを制御することにより、河道の安定に寄与する。

◎水制工による河道計画を立案する場合の水制諸元としては、 $L/B = 0.2$ 以上、 $D/L = 4.0$ 以下が重要である。以上、水制を用いた河道安定対策に役立てば幸いである。

参考文献：1) 秋草 他 水制に関する研究：建設省土木試験所報告（1960年）

2) 水制工効果に関する調査報告（第1報～第3報）：第25, 26, 27回北海道開発局技術研究発表会（S 57～59）

3) 水制効果に関する検討：第30回北海道開発局技術研究発表会（S 62.2）

4) 水制工の水理機能に関する実験その2：第33回北海道開発局技術研究発表会（H 1.2）