

石川高博	正員	布本 博
金沢大学	正員	高瀬信忠
金沢大学	正員	宇治橋康行

1 まえがき

信濃川支川登川派路工の安全性と計画設計に必要な資料を得るため、昭和49年度と初年度として物理模型実験を行っているのであるが、昭和49年度は模型縮尺が $1/100$ で実験対象区域は蟹沢堰堤下流500m地点の蟹沢新田から約1.5km区間、昭和50年度は更に3km下流まで延長し蟹沢新田から塩沢所までの約4.5kmの区間で模型縮尺も $1/100$ として派路工の安全性を検討し、これまでの成果等については第1報、第2報で報告した。本報は前年度と同一模型水路を使用し、床固工の水たまり部に粗度工、ウォーターフッシュンを取り付けた場合及び根固ブロックを河床面に敷並べた場合と1m埋戻した場合の効果等について検討したものである。流量は100年確率高水の600%、支川合流部より下流は800%であるが、本実験では更に4~5月頃の融雪出水を対象にした支配流量についても検討を行った。支配流量は150%で支川合流部より下流は200%としたが、粗度工、ウォーターフッシュンの設置は図-1に示す通りである。

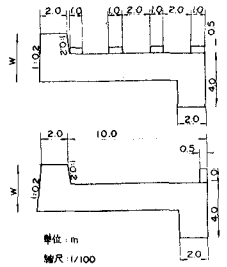


図-1 枝瀬段の配置された床固工の断面図

2 実験

(1) 派路直線部の粗度工の効果

河床変動の傾向をみるため上流部、中流部及び下流部の直線区間だけを取りだし床固工下流の洗掘状況について2次元的にみたのが図-2、図-3である。

図-2より上流部は粗度工が無い場合に比べかなりの堆積傾向がみられるのに対し下流部は洗掘傾向にある。下流部は粗度工の有無にかかわらず最大洗掘深は床固工直下に生じており、床固工の安全性から望ましくない。中流部は粗度工の有無による差は余り認められないが、上流部にみられる堆積傾向は洪水氾濫の原因となるので望ましくない。以上のことから上流部の粗度の影響をいさくすければ下流部の洗掘が緩和されるものと考えられ、粗度工の設置にあたり

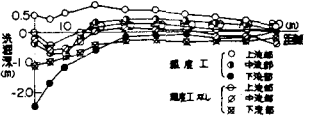


図-2 河床変動



図-3 河床変動(粗度工なし)

ては適切に行われない逆効果を招くことも考えられる。図-3は水たまり部下流に6tonブロックを投入した場合のもので粗度工設置による実験ではブロックを河床面より1m埋戻し、粗度工がない実験では河床面に敷並べるいわゆる表面ブロックとした。粗度工を設置した場合に上流部は堆積の傾向、中流部は僅かながらの堆積傾向であるが、粗度工が無い場合は土砂の流出が大きいため河床はやや低下している。

高さ W の床固工天端における水深が αL_d で与えられた場合、天端の位置から水脈の落下地点までの距離 L_d は $(W + \alpha L_d)$ の高さから放出された質点の到達距離と等しく

$$\frac{L_d}{W} = \frac{\sqrt{2}}{\alpha} D^{\frac{1}{2}} (1 + \alpha \cdot D^{\frac{1}{2}}) \quad \text{----- (1)}$$

で表わされる。ここに D :ドロップ数、 $\alpha = 0.7/5$ である。

次に水脈が水たまりに衝突した後放出する際の水深 h_1 については W 左の考え方に従い

$$\frac{h_1}{W} = \frac{2D^{\frac{1}{2}}}{\left\{2 + \left(\alpha + \frac{1}{\alpha}\right) D^{\frac{1}{2}}\right\} + \frac{1}{\alpha} D^{\frac{1}{2}}} \quad \text{----- (2)}$$

となる。式(1)、(2)より模型水路における L_d 、 h_1 及び床固工下流側水深 h の計算結果を表-1に示すが、この表より $L_d \geq 6\text{cm}$ となる床固工では粗度の変換されたエネルギー減勢に関する効果はほとんどないようである。表より

効果の大きいのは中流部、次に上流部、下流部の順になっている。下流部の $W=1.2$ mの床固工では上流部と L の大きさがほぼ等しいにもかかわらず効果が少ないのは(右)が大きい程、底層泥が生じ水たまり先端部の河床が洗掘されるため、下流部では落差工の高さが低いにもかかわらず(左)が上流部より大きく、右の大きさが十分でないためと考えられる。

(2) ウォータークッション

図-1に示すウォータークッションを取り付けた場合の実験において、取り付けない場合に比較して洗掘箇所がかなり増加しており、従ってウォータークッションは効果がなかったともいえるようである。この原因についてはウォータークッションの設置する位置が水脈の落下地点に近かったため跳水に必要な距離が取れなかったものと考えられる。

(3) 埋戻しブロックの効果について

水たまり下流に投入するブロックについて表面ブロックの場合はブロックの下部が洗掘されブロック沈下、散見がよくみられたが、ブロックを河床面より1m埋戻して実験を行なったところ、ブロック下部の洗掘はほとんどみられず、施工に難点があるものの床固工の安全性に対しては効果的であった。

(4) 合流部の水理特性

支川合流部の河床状況は図-4に示す通りである。(a)は無給砂、(b)は給砂で合流点直上流のNo.27床固工下流は異常な洗掘がみられる。(c)、(d)はブロックを投入した場合の河床状況で、この異常洗掘に対する効果は充分といえる。また本川と支川の境界層では流速の遅いために発生する渦層によって上昇流が生じ、浮遊力が増加することと合流による乱れによって洗掘が進むものと思われる。

(5) 支配流量による実験

本実験において融雪出水による河床変動がどの程度のものであるかを知り、流路計画に対する検討を更に加えるようにするものである。流量は上流部より150%で、合流後は200%で流下する。流下時間は実時間で1日及び3日に相当する時間を継続通水した。図-5は床固工下流の河床変動を2次元的にみたものので上流部、下流部は支配流量3日の方が洗掘は大きく中流部は堆積になっているが、上流部からの流出土砂が中流部で堆積するため下流部は洗掘傾向を示すものと考えられる。図-6は合流部の河床状況で洗掘は1~2m程度で問題はないが合流点直上流のNo.27床固工下流は計画倍流量通水の場合と同様大きな洗掘がみられブロックの投入が必要なものと思われる。

(6) 結論

河床の洗掘を防止する目的で粗度工を裂ける場合は堆積を起さない程度の粗度工にしないも逆効果を招くこともあるので注意を要するが、ウォータークッションについて1枚の効果がないようである。床固工下流のブロック投入にあたっては表面ブロックとした場合ブロックの沈下、散見がみられたのに対し、埋戻しブロックではほとんどみられず本工法が効果的と思われる。上流部において粗度工法、ブロック投入等によって河床洗掘を過剰に防止すると下流部ではかなりの洗掘が生じることもあるので、時には粗度効果を弱めることも必要と考えられる。

表-1

区画	区画番号	W (cm)	D (cm)	L (cm)	H (cm)	H (cm)
A	上流部	1.50	3.03	5.09	1.27	2.04
B	中流部	1.20	5.92	4.64	1.23	
C	下流部	1.20	4.35	4.47	1.16	1.69
D	上流部	3.00	0.28	5.81	1.04	
E	中流部	1.20	4.35	4.47	1.16	
F	下流部	3.00	0.49	6.67	1.29	
G	上流部	2.50	0.85	6.24	1.32	2.33
H	中流部	4.00	0.21	7.27	1.23	
I	下流部	2.70	0.68	6.38	1.31	
J	上流部	1.20	7.70	5.18	1.43	

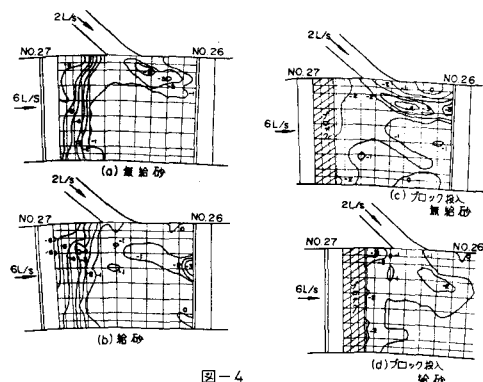


図-4

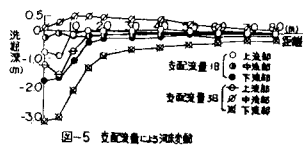


図-5 支配流量による河床変動

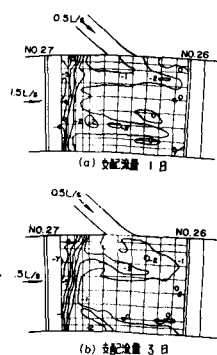


図-6