

低平地防災を考えた広域農道の治水対策

Flood Control Measures in the Road Construction for Low-Plain Disaster Prevention

田ノ上春雄
(TANOUE Haruo)

前田勉
(MAEDA Tsutomu)

上野敏孝
(UENO Toshitaka)

下青木実
(SHIMAOOKI Minoru)

宮野幸岳
(MIYANO Yukitake)

1. はじめに

鹿児島県薩摩半島南部に位置する広域営農団地農道整備事業川辺地区の一部区間は榊川流域を形成する中山間地域に計画されており、その下流域にあたる榊集落（南さつま市大浦町）は平成9年、12年など数回にわたり榊川の氾濫によって浸水被害を受けている。地元集落から治水対策への要望が出されていることに配慮し、道路事業の影響を最小限に抑えるため当該道路排水の出水抑制・遅延に取り組み、整備によって生じる榊川下流域への影響を低減することとした。

榊川全体の流域面積 348ha に対し、農道整備による山林の開発面積は約 7ha（面積比：2%）であり、整備前後の流出係数の差に注目すれば流出増加量は $0.20\text{m}^3/\text{s}$ となるはずである。しかし、土地の改変による流域特性の変化は流出係数だけでなく、道路側溝等の整備に伴い、流出経路の変貌による到達時間の短縮が大きな影響を及ぼすと考えられる。

道路構造令等によると、道路の計画・設計段階において地方部を対象とした道路排水の流末処理は、一般的に流域河川等への取り付け（流下、流出）で完了し、それによる流出特性への影響に着目した検討はほとんど行われていない。

本事業では、浸水被害を受けている下流域への配慮として、榊川への出水ピークを遅らせることを目標に道路排水の河川への流出時間に着目し、排水システムの改善による洪水到達時間の延引を図った。その方法として 道路側溝内への水制導入による水路内流速の低減（縦断方向）とともに、横断溝によって道路左右の側溝水位を均衡させる流量分配（複線水路化）を行い、これらにより巨視的な流域の粗度増大を図り到達時間の短縮を抑制することで、流出特性を道路整備前に近づけようとしたものである。今回は、基礎実験として、水制により分流が可能になるようなレベルまでの流速低減効果の検証を行った。

2. 水制効果の検証実験

2.1. 検証方法

今回の実験は新規整備区間へのフィードバックを目的として、既に広域農道工事完了区間の側溝に後付方式で水制工作物を設け、実物大で流速低減効果を検証した。実験地の概要を Table.1 に記す。

水制配置区間における流速は河川流量観測で用いられる浮子測法に従い、流下に要した時間から平均流速を求めた。また、局部的に電磁流速計で測定した水制無配置（等流）区間の流速と比較することでその効果を考察することとした。（実験実施平成 17 年 12 月）

Table.1 実験地の概要
Summary of experimental site

側溝規格	U300 型側溝(二次製品)
側溝勾配	6%
付設形態	直線形
水制	ハーフコーン型を原理とする変形 2 タイプ

2.2. 水制の試作・配置

道路側溝に付加する水制は 過度な乱流を避け、土砂の堆積を防止することが求められるため、水位変動に追従でき土砂堆積の少なさで評価されるハーフコーン型魚道を基本形とした。特にサイズの異なる水制〔上流用(小)、下流用(大)〕の 1 つずつを 1 セットとして、各セットを互い違いに 10 セット配置した（セット間隔：1m）（Fig.1）。これによりセット間の非越流部で形成されるプール部からの落差を「床止め」に見立て、側溝縦断勾配の緩和を狙った。

ここで、側溝等の小規模急勾配水路の余裕高の計算として提案されている式 $F_b = CVH^{1/2}$ について考えると、 F_b は流速 V の比例関数であることがわかる。水制を配置することで、大きなエネルギーをもつ射流を水制抵抗によって減勢させ、流速を低減することで下流側



Fig.1 水制配置状況
Disposition of dikes

の F_b を小さくすることができる。また、射流の流れを常流へ遷移することができれば、常流域における余裕高計算式を適用することができ、さらに F_b を小さくすることができる。

なお、観測に際して観測浮子は水制無配置区間の上流等流区間に投入し、水制効果が出現する 1-2 セット間から流下時間を計測した。(Fig.2)

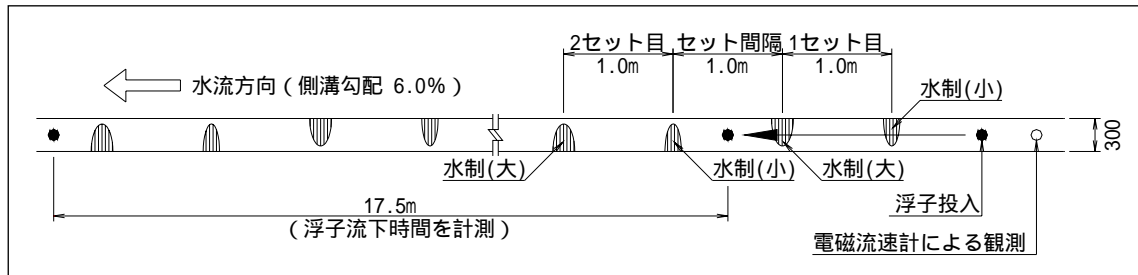


Fig.2 実験計画図
Experiment plan

3. 実験結果

浮子投入による流下時間の計測を計 3 回実施し、上流側の水制無配置区間において電磁流速計で測定した結果を Table.2 に示す。

Table.2 実験結果 (Observation)

区 間	観 測 方 法	流 速 (m / s)			
		1 回 目	2 回 目	3 回 目	平 均
等 流 区 間	電磁流速計	1.70 ~ 1.80			1.75
水 制 区 間	浮子観測	0.57	0.56	0.58	0.57



Fig.3 水制効果
Effect of dikes

4. まとめ

水制設置区間の平均流速 0.57m/s と水制無配置の上流区間の流速 1.70 ~ 1.80m/s を比較すると、流速が 1/3 程度に低減。

分流機能については、順流部の流速がゼロないしマイナス (上流向き) も現れており、道路左右の側溝水位均衡のための分流も可能と考えられる。

今後の工夫点として、各水制の上流面と水路底版との間に凹型ハンチを設け、過度な乱流を抑制するように改善したい。

今回の実験結果で流速を 1/3 程度に低減する効果が確認できたが、水路勾配や水制間隔など検証精度を高めるとともに、不等流計算の導入で通水断面算定を充実したい。

5. おわりに

今回実物大実験による水制の流速低減効果について実証を行った。この実験は既設道路側溝 (300 × 300) で実施したものであるが、その効果を応用して広域農道流末工下流の大型水路へ、同じ原理の水制 (減勢) 工作物を設置することとした。本検証実験や小松氏らによる過去の室内実験によって水深に関わらず流速が安定 (等速) する傾向が確認できているため、その大型水路 (1500 × 1400) へも一定の流速低減効果が期待されており、その調査結果については改めて報告を行いたい。



Fig.4 減勢工設置状況
Disposition of stilling dikes

引用文献：社団法人日本道路協会 (昭和 62.6)：道路土工「排水工指針」 pp.7-24
 兵庫県神戸県民局 (平成 16.3)：多自然型川づくりの設計参考資料 pp4/9-4/16
 東京都農業振興事務所 (平成 16.3)：ハーフコーン魚道設計手引書 pp.1-10
 古賀憲一 (平成 10)：低平地の水システムと内水排除に関する基礎的研究
 小松利光 (平成 7.3)：減速側溝の抵抗特性に関する研究報告書
 渡辺訓甫 (平成 9.3)：種々の水理構造物を有する低平地開水路網の水制御に関する基礎的・応用的研究