

透水性ダムの水理模型実験について

林業試験場九州支場 真島 征夫

I. はじめに

近時、治山・砂防用工作物として鋼製スリットダムがかなり多く使用されるようになった。このダムの特徴は、治山ダムとして一般的な遮水型ダムと異なり、通水性がよく、スリット間隙に応じた粒径の土砂を流下させる機能を有している。また構造材料が鋼製であるため、コンクリートなどの施工困難地にも比較的容易に実行されている。

この種のダムを合理的に治山・砂防計画に活用するためには、その構造的安全性とともに水理的機能を明らかにする必要がある。

ここでは横工としてのスリットダムのスリット間隔と砂礫配合型の相違が堆砂態様に及ぼす効果に注目して水路実験を行ったのでその一部を報告する。

II. 実験方法

実験に用いた水路は林業試験場防災部の理水実験室の長さ12 m、幅60 cm、高さ80 cm、長さの下流側半分が両面ガラス張り開水路で、底に30 cmの木材の底板を置

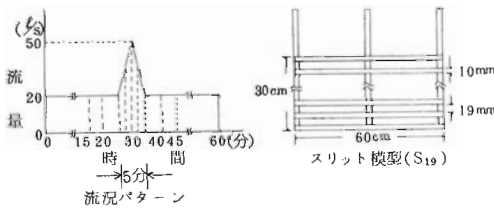


図-1 スリットダム模型と流況パターン

き、傾斜を1°(0.01746)として、それに図-1に1例を示したスリット間隔が5、19、26、30、32 mm(以後S₅、S₁₉、S₂₆、S₃₀、S₃₂という)の模型と、比較のため水抜をもつ遮水型模型を鉛直に設置した。

そして図-2に示

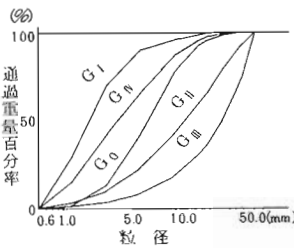


図-2 配合砂礫の粒径加積曲線

す粒径が0.59~5.08 mmの範囲で10粒径階に区分した合計130 kgの砂礫を5種(G₀、G₁、G₁₉、G₂₆、G₃₀、5.16 mm)に配合し、それを模型上流260 cm~430 cm間に敷きつめ、図-1に示す平常流の途中に洪水流がある流況パターンで流下させて、模型スリットの大きさ、混合砂礫の配合型が堆砂態様に与える影響について2回くり返し実験を行った。実験通水中模型上流30 cm、140 cm、下流120 cmの位置の中央部で、ピトー管により流速を、実験開始後20分、28分45秒、30分、31分15秒、32分30秒、40分時の6回測定した。また同様に模型上流10 cm、50 cm、100 cm、200 cmの位置で水路横断方向10 cm、30 cm、50 cmの点における水位、堆砂深をポイントゲージを用い、開始後15分、28分45秒、30分、31分15秒、32分30秒、45分に測定した。(ただし15分、45分以外の洪水流時は中央部のみ測定)。

通水停止後模型上流に残留した砂礫の堆積深を模型上流20 cmごとに横断方向5、15、30、45、55 cmの位置でポイントゲージで測定した。そしてその堆砂礫を20 cmごとにとり出し、風乾し先の10粒径階別に篩分けし重量を測定した。

III. 実験結果

(1) 堆砂礫の縦断形状

スリットダム模型と遮水型模型における砂礫の運搬堆積の経過には、明らかな相違があることは先に報告した¹⁾。

図-3は縦断形状の1例である。

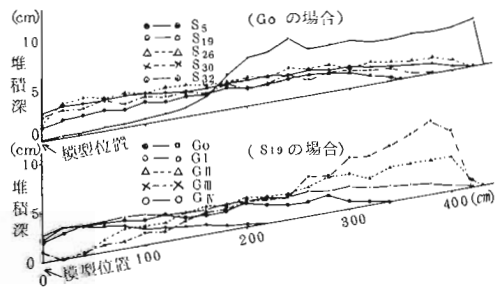


図-3 堆積砂礫の縦断面形状

図中上部は、スリット差による堆砂形状の相違を示し、スリットの間隙率が面積率で32.9%のS₅と60.0~69.6%のS₁₉~S₃₂とでは大きく2分され、S₅はスリットが小さいため遮水型に似た形状をとり、配置砂礫があまり移動せず、溪床勾配緩和効果も逆に勾配をきつした形になった。他の場合は大体似た縦断面形状で勾配緩和作用もS₁₉、S₂₆で原溪床の2/3、S₃₀、S₃₂で3/4となっている。また下の図は砂礫配合型の違いによる縦断面形を示し、配合時の平均粒径に見合った形状を呈している。すなわち平均粒径の小さなG₁、G_v、G_oは原溪床勾配を1/3~2/3に緩和し、大きいG_u、G_mは逆に急になっている。これらからスリット間隙率の小さいものは背水により掃流力が小さくなり、また配合時平均粒径が大きなものは流水に対して抵抗が相対的に大きくなり、ともに溪床勾配を急にしている。またスリットが大きいものと配合粒径の小さいものは移動しやすく模型近くに堆砂し、ともにダム効果の1つの原溪床勾配を1/3~3/4に緩和している。

(2) スリット間隔・砂礫配合型と残留率・移動率

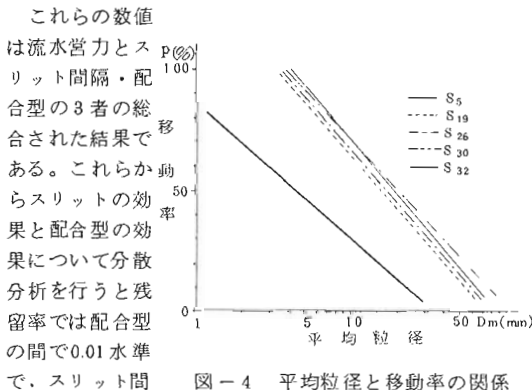
流水の掃流力とそれに抵抗体として働く模型・配合砂礫の関係はそれらに応じた堆砂形状をつくる。すなわち配置された砂礫は移動、流失、残留する。

砂礫を敷きつめた、模型上流260cmの位置より下流に流送された量を移動量として配合時重量との比率で移動率とした。同様に模型上流に残留した量を残留率としてまとめたのが表-1である。

表-1 スリット間隔・砂礫配合型と残留率・移動率(%)

(残留率)		スリット				
配合型	S ₅	S ₁₉	S ₂₆	S ₃₀	S ₃₂	
G _v	99.24	86.60	79.84	65.29	54.60	
G ₁	98.18	30.99	8.79	0.63	0.00	
G _u	98.80	98.65	98.44	98.22	95.71	
G _m	99.55	95.05	97.61	97.65	97.72	
G _v	98.56	84.64	44.98	2.215	2.392	

(移動率)		スリット				
配合型	S ₅	S ₁₉	S ₂₆	S ₃₀	S ₃₂	
G _v	36.81	78.13	78.87	87.95	89.73	
G ₁	60.48	100.00	100.00	100.00	100.00	
G _u	19.04	44.94	49.31	51.70	50.16	
G _m	5.07	35.74	36.05	48.14	43.92	
G _v	55.25	94.37	98.75	100.00	100.00	



で0.05水準でもとに有意の差があった。また移動率においても両者とも0.01水準で有意の差があった。また図-4は平均粒径(配合型)と移動率の関係を表わしたものでスリット間隔にほぼ応じた片対数で直線の $P_m = a - b \log D_m$ 式 (P_m :移動率(%), D_m :平均粒径(mm), a, b :定数)で示され、図の直線間がスリット間隔による変動幅といえる。

(3) スリット間隔・砂礫配合と流速変化

スリット間隔や砂礫配合型により、同じ流況パターンでも流速は異なり、したがって砂礫の流送・堆積が起り、掃流力と抵抗に見合った平衡状態に収束する。

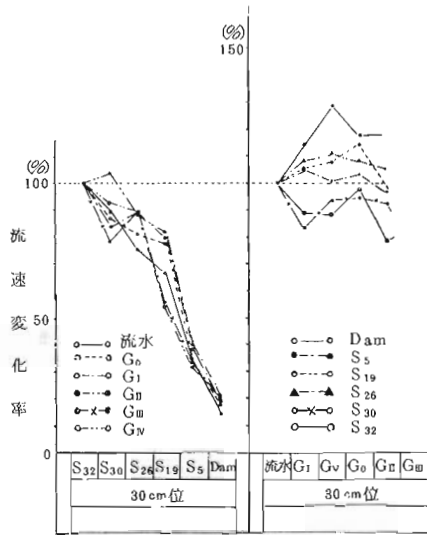


図-5 スリット間隔・砂礫配合型の相違による流速変化

図-5は模型上流30cm地点のスリット間隔と配合型(それぞれS₃₂、流水のみの流速を基準とした)の相違による流速変化率を示したものである。左図はスリット差による流速の変化を、右図は配合の相違に起因する変動を示している。左図は多少の配合による変動もあるがスリットが小さくなればほぼ直線的に流速も低下することを示す。また右図ではスリットの違いほど基準からの変動幅はないが、各種のケースがあり基準よりスピードが増すことも多く、遮水型はそのよい例である。またS₅、S₁₉、S₂₆では配合粒径の小さい場合は流速が基準より速くなり、大きくなると低下する。またS₃₀、S₃₂は常にマイナス側にあり配合粒径の大小と対応のうすい変動形跡を示している。

以上、1つの流況パターンでスリットと砂礫配合をかえてそれらによる堆砂態様を実験的に考察した。

従来の遮水型と同様の効果を持ち、透水性という特徴から異なった堆砂形式をとること、そしてそれらはスリット間隔や砂礫の粒径組成により異なること、流速も種々変動することが知れた。今後はそれらに基づく流量調節機能の面も検討したい。

引用文献

(1) 菊谷昭雄ら：林土施研報, 16, 6~31, 1970