

33 流出土砂抑制横堤群の実験的検討

勘砂防・地すべり技術センター ○近藤 年範
 〃 安養寺信夫
 建設省天竜川上流工事事務所 後藤 宏二

1. 新しい流出土砂抑制工の考察

1. 1 横堤群考案の背景

現在、流出土砂の調節は砂防ダム・遊砂地によって行われている。一方、自然河道をみると、河幅の広い区域においては水の流れは蛇行し、水裏に土砂が堆積している状況をしばしばみうける。このような自然現象から、掃流河道で河幅が広い場所では、水制工のような横堤群を兩岸に千鳥状に設けることにより、水の流れを強制的に蛇行させ、結果として水裏に流出土砂を調節できるのではないかと考えた。そこで水理模型実験を行い横堤群による流出土砂抑制の可能性について検討した。

1. 2 横堤群の特徴

横堤群の特徴は次のように考えられる。

- ① 自然河道の河幅の広い区域においては流水の蛇行現象により、水裏に土砂が堆積している。このような区間に簡易構造で堤高の低い横堤群を設置することにより、流出土砂の堆積を促進する。
- ② 構造物周辺の局所洗掘が考えられるため、根入れ深さを十分にとることや護床工との併用も考慮する必要がある。

2. 水理模型実験

2. 1 実験条件

実験に使用した水路は図-1に示したような、幅1m、高さ0.4m、河床勾配1/50の矩形水路を耐水合板で製作した。模型縮尺1/70である。

また、実験ケースは表-1に示した5ケースを考え横堤群の間隔、長さ、角度を主なパラメータとし、全ケース非越流型とした。

なお、実験波形と流入土砂量を図-2に、実験使用砂の粒度分布を図-3に示した。実験砂は天竜川直轄区域のうち、小渋川、三峰川の河床材料の粒度分布にほぼ相似する実験砂である。

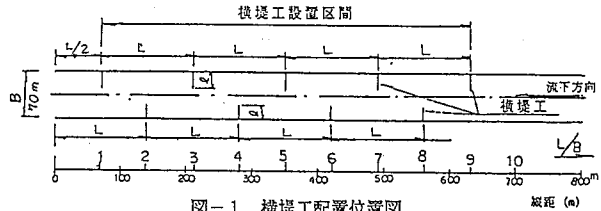
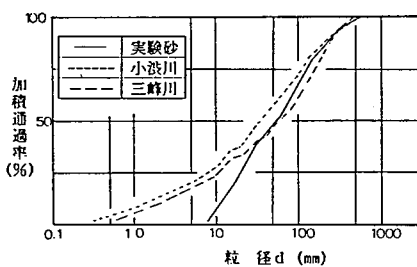
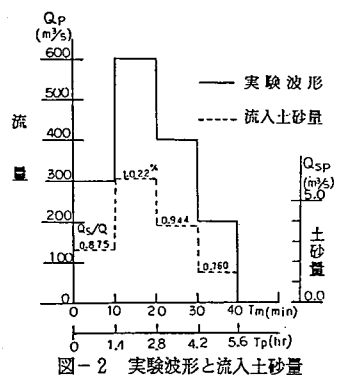


図-1 横堤工配置位置図

表-1 実験ケースと条件

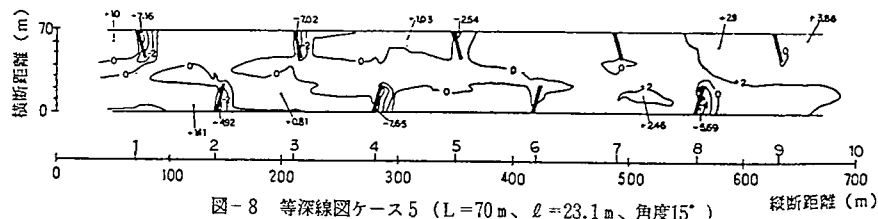
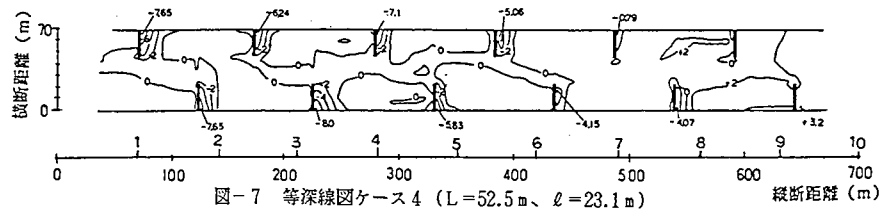
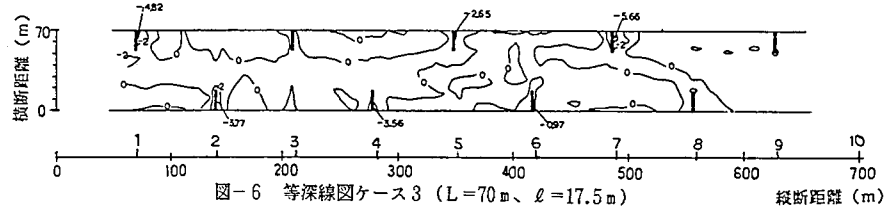
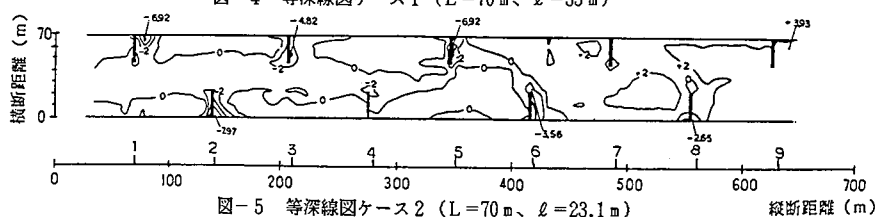
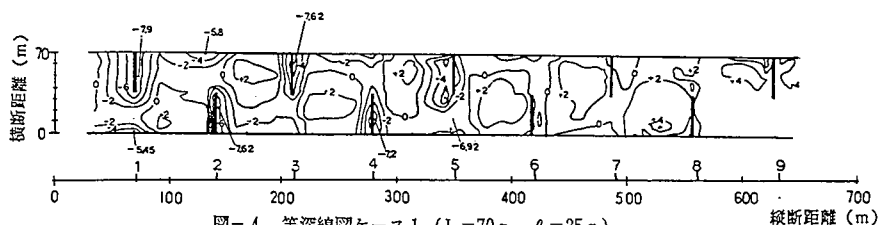
実験ケース	間隔L	L/B	長さl	l/B	備 考
1	140m	2.0	35.0m	0.50	千鳥配置 右岸側5基、左岸側4基 非越流型、B=70m
2	140m	2.0	23.0m	0.33	
3	140m	2.0	17.5m	0.25	
4	105m	1.5	23.0m	0.33	千鳥配置右岸側5基、左岸側4基
5	140m	2.0	23.0m	0.33	ケース2と同間隔 $\theta = 15^\circ$ (上流) へ傾ける。

高橋*らの横堤群による土石流の調節実験結果によると、横堤群の張り出し長さが大きいもので土砂の貯留が大きくなっていると報告されている。今回の実験は掃流河道における横堤群の効果の把握を目的としており、この場合、横堤群周辺の局所洗掘が問題となる。それで今回の実験では移動床とし、横堤群の間隔、長さ、角度をパラメータとし局所洗掘、流出土砂の堆積状況を検討したものである。



2. 2 実験結果

各ケースの等深線図を図-4～8に、河床高の変化を図-9に示す。



① 流水は横堤工に衝突して、横堤工に沿って流れ、流水の蛇行を促していた。このため、横堤工上流側は水衝部となり洗掘を受けている。この傾向は横堤工が長いほど顕著である。

② 各ケースともに横堤工設置区間の上流側は堆積傾向にあり、下流側は洗掘気味であった。

③ ケース 1～3 で横堤工の長さについてみると、 $l/B = 0.5$ の場合は流水の蛇行が大きく横堤工周辺の側壁沿いの局所洗掘が大きかった。 $l/B = 0.25$ の場合は流水が中央を流下し蛇行も小さく、横堤工間の堆積土砂が少なかった。 $l/B = 0.33$ の場合は土制工上流側の局所洗掘が少しみられるが、その面的範囲、深さとともに $l/B = 0.5$ に比べかなり小さい値であった。なお、局所洗掘部は減水時 $200 \text{ m}^3/\text{s}$ で埋め戻される傾向にあった。

④ ケース 4 では横堤工間隔 $L/B = 2.0$ (ケース 2) を 1.5 に狭めた場合について検討したが、横堤工への水当たりが強まり横堤上流側での洗掘深が大きくなった。

⑤ ケース 5 では横堤工の方向を直角方向 (ケース 2) に対し上流側へ 15° 傾けた場合について検討したが、横堤工根元付近に渦流が生じ、横堤工上流側での洗掘深が大きくなった。

⑥ 表-2 に無施設および各ケースにおける流出土砂量、土砂捕捉量を示した。これによると土砂捕捉量が大きいのは、ケース 1 およびケース 2 であるがケース 1 の場合は流入土砂量の約 57% を捕捉する反面、下流側での洗掘が大きく 18500 m^3 もの土砂を洗掘させている。ケース 2 の場合は流入土砂量の約 54% を捕捉し洗掘土砂量は、 4500 m^3 にとどめている。

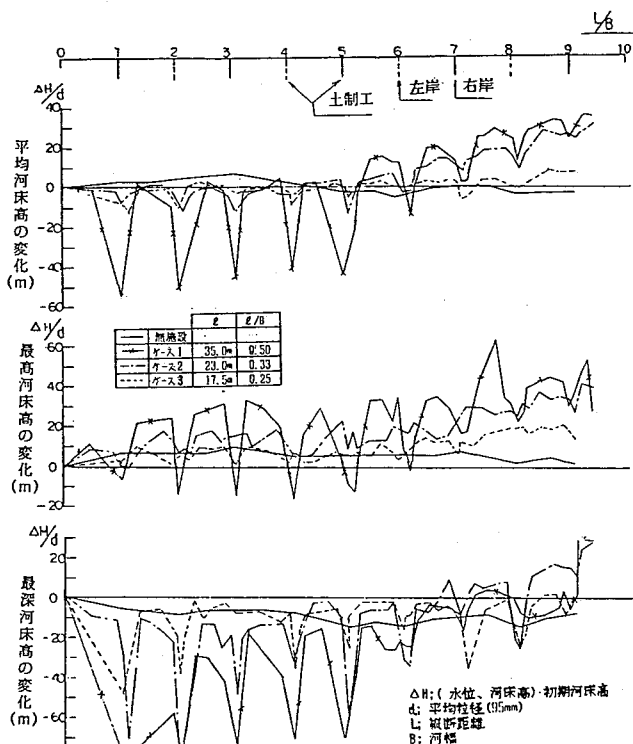


図-9 横堤群における河床高の変化

表-2 横堤群による流出土砂量と土砂捕捉量

ケース	l	l/B	θ	L/B	流出土砂量	割合	土砂捕捉量		割合	
							全体	上流側	全体	上流側
無施設	—	—	—	—	68,400 m^3	96.9%	2,200 m^3	-6,200 m^3	3.1%	-8.8%
1	35.0m	0.50	0°	2.0	30,300 m^3	42.9%	40,300 m^3	58,800 m^3	57.1%	83.3%
2	23.0m	0.33	0°	2.0	32,300 m^3	45.8%	38,300 m^3	42,800 m^3	54.2%	60.6%
3	17.5m	0.25	0°	2.0	53,600 m^3	75.9%	17,000 m^3	21,100 m^3	24.1%	29.9%
4	23.0m	0.33	0°	1.5	39,900 m^3	56.5%	30,700 m^3	34,300 m^3	43.5%	48.6%
5	23.0m	0.33	15°	2.0	34,900 m^3	49.4%	35,700 m^3	38,500 m^3	50.6%	54.5%

- (注) 1) 割合: 流入土砂量 70,600 m^3 に対する割合
 2) 土砂捕捉量は平均河床高縦断面図よりプランメータで面積を求め、水路幅を乗じて算出する。
 3) 表の中で上流側というのは、横堤群施工区間長の約 $1/2$ より上側で捕捉された土砂量を示す。

3. 横堤群の機能と効果的施設配置

実験結果より横堤群により流入土砂量の約55%の土砂を捕捉することが可能であることが認められた。その土砂堆積状況は図-10に示したように、横堤工の下流側に多くの土砂が堆積している。しかし、横堤群の長さや河道方向か間隔、方向によって横堤群の局所洗掘が問題となることが判明した。

ここで、適切な横堤群の長さ、河道方向間隔、方向を実験結果より検討する。

図-11に横堤群の長さや流入土砂、捕捉率および土砂洗掘率を示した。これによると、前述したように、 $l/B = 0.5$ では流入土砂捕捉率は最も大きい反面、土砂洗掘率も大きい。しかし、 $l/B = 0.33$ では流入土砂捕捉率は $l/B = 0.5$ に比べやや下回るものの、土砂洗掘率は極端に小さくなることが理解できる。この流入土砂捕捉量と土砂洗掘量の差は横堤群の施設効果量に匹敵するものであり、横堤群の長さは河幅との比 $l/B = 0.33$ とするのが妥当である。また、河道方向の配置間隔は河幅の2倍と1.5倍について検討したが1.5倍の場合は2倍とした場合に比べ横堤群上流側の洗掘量が

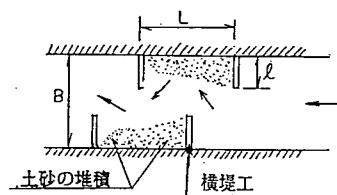


図-10 土砂の堆積状況

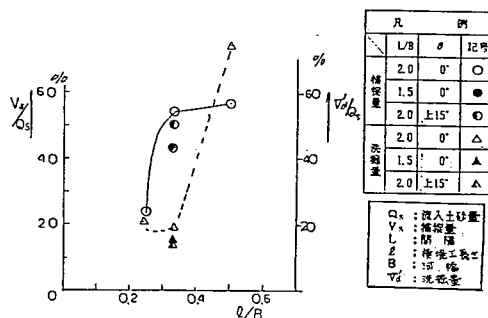


図-11 横堤群の長さや流入土砂捕捉率および土砂洗掘率の関係

大きくなり、施設効果量は低減する。よって、河道河道方向間隔は河幅の2倍程度が妥当である。さらに、横堤群の方向であるが、直角方向に比べ 15° 上流側へ傾けた場合の方が、横堤群上流側壁部に渦流が発生し洗掘量が大きく施設効果量は低減する。よって、横堤群の方向は直角方向とすることが妥当である。

4. 結 語

今回の水理模型実験により横堤群の流出土砂抑制効果を把握したが、あくまでも予備的実験結果であり、まだ多くの解決すべき問題がある。以下にその検討課題を示す。

- ① 土砂堆積後の出水により堆積土砂がどの程度流下するか（流下した堆積土砂が横堤群の調節量）確認する必要がある。
- ② 今回の実験では横堤工を非越流型としたが、越流型とした場合の問題の把握および非越流型とした場合の、有効高と根入れ深さの決定手法を確立する必要がある。
- ③ 横堤工上流側の局所洗掘に対し、護床工を計画しなければならないが、その範囲、構造等について検討する必要がある。
- ④ 横堤工本体構造についても、現地材を有効利用した構造として検討する必要がある。

なお、本実験は「砂防工法研究会」（天竜川上流工事事務所より委託）の中で検討したもので、堀内委員長はじめ各委員の方々に御指導をいただいたものであり、ここに厚く御礼申し上げる次第である。