

鉄線籠(平張)により被覆された越流堤の 現地実験による検討

AN EXAMINATION OF GABION MATTRESS COVERING FOR OVERFLOW-TYPE LEVEES VIA FIELD EXPERIMENT

安部剛¹・赤平博文²・中野智仁³・成田秋義⁴・名尾耕司⁵
横川勝美⁶・本田正修⁷・服部敦⁸・坂野章⁹・齋藤由紀子¹⁰

Tsuyoshi ABE, Hirofumi AKAHIRA, Tomohito NAKANO, Akiyoshi NARITA, Koji NAO,
Katsumi YOKOKAWA, Masanobu HONDA, Atsushi HATTORI, AKIRA Sakano and Yukiko SAITO

^{1,2,3} 国土交通省東北地方整備局岩手河川国道事務所 (〒020-0066 岩手県盛岡市上田4-2-2)

⁴ 国土交通省東北地方整備局河川部河川計画課 (〒980-8602 仙台市青葉区二日町9番15号)

⁵正会員 工修 三井共同建設コンサルタント株式会社 (〒169-0075 東京都新宿区高田馬場1丁目4-15)

^{6,7} 三井共同建設コンサルタント株式会社 (〒169-0075 東京都新宿区高田馬場1丁目4-15)

⁸正会員 博(工) 国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究室 (〒305-0804 つくば市旭1番地)

⁹正会員 土木研究所 水工研究グループ水理チーム (〒305-8516 つくば市南原1-6)

¹⁰正会員 土木研究所地質・地盤研究グループ土質・振動チーム (〒305-8516 つくば市南原1-6)

A full-scale experimental overflow-type levee was built at the Ichinoseki Retarding Basin to establish baseline data for a more precise design-phase evaluation of gabion mattress overflow levee stability. This document includes the findings of that investigation and examines the suitability of gabion mattress construction for the Ichinoseki Retarding Basin overflow levee. Under the conditions of this experimental environment, no deformation of the 50cm basket wires was observed but movement of the material in the baskets was observed (State II); 50cm gabion baskets appear to be suitable for installation in the first stage overflow levee of the Ichinoseki Retarding Basin. Manning's roughness coefficients of 0.038 for 30cm baskets and 0.040 for 50cm baskets were observed. Basket material movement was observed at a dimensionless tractive force τ^* of 0.16, and wire deformation (State III) was observed at a τ^* of 0.23.

Key Words : Gabion mattress, Overflow-type levee Critical tractive force

1. はじめに

一関遊水地初期越流堤は、堤防高さ4m~6m、裏法勾配1:5、越流堤延長3.7kmと規模が大きく、越流から堤防本体を保護するための被覆材にかかるコストが全体コストに与える影響が大きい。また、越流堤設置位置である一関遊水地は田園風景が広がり、一帯が中尊寺金色堂等をふくめ世界遺産に指定されたこともあり、景観性も重要視される地域特性がある。

このような背景のもと、一関遊水地初期越流堤の被覆形式には自然材料にて構成され経済的、景観的に優れる点のある鉄線籠(平張)形式が計画されている。しかし鉄線籠(平張)形式については、護岸として設置された場合の力学的安定性の評価手法は確立されているものの、越流堤における法肩から法尻に向かう流れに対しては、流体力と籠の重力の作用方向が異なること等から、従来の安定性評価手法をそのまま適用するには課題がある。

一方、鉄線籠の安定・変形に関する研究は国土技術政策総合研究所にて多く行われており⁵⁾⁶⁾⁷⁾、実物大の鉄線籠工に関する実験的検討により、鉄線の流れに対する変形特性や移動限界掃流力が整理されている。通常的设计においては従来よりコロラド大学の移動限界掃流力³⁾⁴⁾の使用が一般的であるが、これら研究⁵⁾⁶⁾⁷⁾は国内で一般的に使用される諸元に近い実物大の鉄線籠が用いられた実験であり移動限界値の結果に対する信頼性は高い。しかしながら平坦部におかれた条件における実験であるため、斜面部に設置される越流堤設置の条件に適用するには十分ではない。

そこで岩手河川国道事務所では、実際の越流堤を模した実物大の被覆形式を有する堤防を設け、鉄線籠被覆形式の一関遊水地越流堤への適用性を確認するための現地実験を行った。本報は、現地実験の結果と検討内容、実験に際して得られた変形特性・粗度・限界掃流力等の越流堤被覆材を設計するための基礎資料について報告するものである。

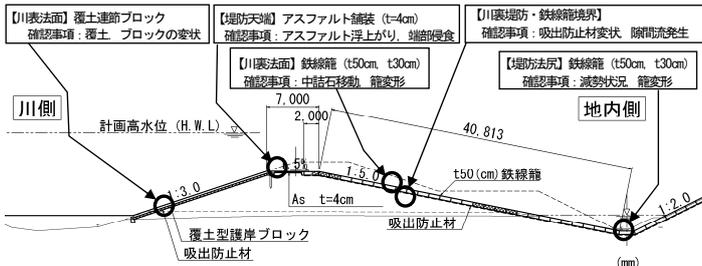


図-1 初期越流堤標準断面図 (実験による確認箇所)



写真-1 実験施設 (堤防部) 全景

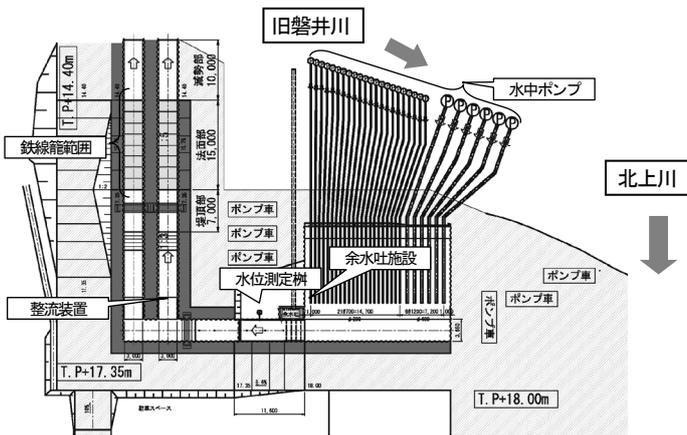


図-2 実験越流堤施設配置図

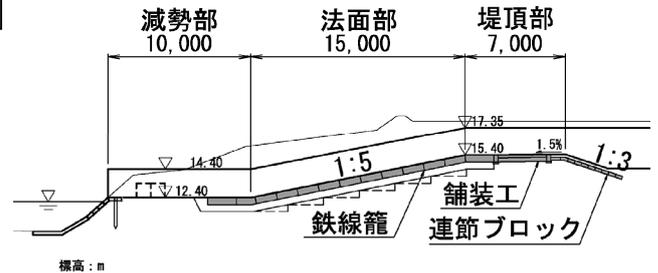


図-3 実験越流堤断面図

2. 一関現地越流堤実験

(1) 実験方法

実験は一関遊水地内における磐井川旧川跡に実物大の被覆材を設置した越流実験堤防を設けて実施した。

実験堤防諸元は、実際に初期越流堤に計画される標準断面をもとに天端幅7m、裏法の勾配は1:5とし、天端法肩から法長15.3mを再現している(図-1~3、写真-1)。越流部の幅(水路幅)は3m、主要部延長が減勢部10m、法面長15m、堤頂部7mの全長32mである。法面被覆に使用する籠はt30(cm)、t50(cm)の実物大で実用に供されるものを用いている。実験堤防への通水は、旧磐井川から着水層にポンプ揚水し、揚水した河川水を流量測定堰、整流装置をへて裏法斜面の鉄線籠部へ流下させることで行っている。

a) 流量測定

流量は流量測定堰より計測した越流水深より把握しつつ、所定の実験流量が得られるよう、ポンプの起動台数で調整した。水位は流量測定堰に設置された圧力式水位計で計測監視するとともに、定期的に量水標の値を目視し実験中の変動がないことを確認した。

b) 水位測定

水位は量水標および水路中央の水位を把握するため電極式スケールを用いて測定した。電極式スケール観測は測定棒の先端に設置した電極が水面に接した瞬間にアラーム音を発生させその際の基準高から電極までの延長

を読み取ることで水位を把握するものである。

c) 流速測定

流速は流量と水深から連続条件にて求めるが、計算した流速の妥当性を確認することを目的とし、電磁流速及び浮子流速を測定した。浮子流速は、電磁流速計のレンジを超える流速への対応等計測可否に関する危険分散を目的として行った。

d) 鉄線籠の変形状態測定

鉄線籠の変形状況は3Dレーザスキャナにより計測した。3Dレーザスキャナはスキャナより発されるレーザ反射波を解析することで視認される対象面の形状を位置座標を有する点群データとして取得するものである。

e) 越流堤各部の変状確認

変状等が予想される箇所の変状について目視等による確認を行った(図-1)。鉄線籠・堤防の境界状況について、実証実験の通水後、法面中央に位置する籠の上蓋及び中詰石を仮撤去し、吸出し防止材下の侵食状況を目視およびファイバースコープを用いて確認した。

(2) 実験条件

適用性可否の判定に用いる実証実験流量は、初期越流堤区間において想定される最大流速発生時の単位幅流量 $1.2\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ とした。また、実験施設の通水能力の最大流量通水時の状況確認のため、排水ポンプ能力最大の $1.3\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ の限界実験および、t50(cm)籠水路については、籠の抵抗特性を確認するため実証実験流量の25%、50%、75%流量における予備実験も実施した(表-1)。

鉄線籠は一定間隔で仕切られた金網内に、中詰石（砕石或いは玉石）を詰めて設置される被覆形式である。実験では一般的な鉄線籠の規格⁴⁾であるt30（cm）とt50（cm）を用いている。両籠形式は籠厚と中詰石及び鉄線径等の規格が異なっており、籠厚は中詰石の平均粒径の3倍程度として規定されている。表-2に鉄線籠の構造仕様の規格値⁴⁾を示す。

鉄線籠を設置する堤防の床付面は、実際の築堤盛土の状態を想定し締固め密度85%以上とした。なお、実験越流堤の締固め密度はRI試験により98%が確認されている。

表-1 実験条件一覧

実験流量	q (m ³ /s/m)	鉄線籠t500mm					鉄線籠t300mm	
		0.3	0.6	0.9	1.2	1.3	1.2	1.3
カゴ厚	t (cm)	50	50	50	50	50	30	30
中詰石平均粒径	dm (m)	0.175	0.175	0.175	0.175	0.175	0.100	0.100
水路勾配	1:n	1:5	1:5	1:5	1:5	1:5	1:5	1:5
水路幅	B (m)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
備考		予備実験		実証実験	限界実験	実証実験	限界実験	

表-2 鉄線籠の規格⁴⁾

籠の厚さ		30cm	50cm	
中詰め材料の粒径(平均粒径)		5~15cm (10.0cm)	15~20cm (17.5cm)	
籠の構造	網目	蓋部	6.5cm	
		本体部	7.5cm / 10.0cm	
	線径	蓋部	φ4.0mm	φ5.0mm
		本体部	φ3.2mm	φ4.0mm
		枠骨	蓋部 φ5.0mm 本体部 φ4.0mm	φ6.0mm
	線材の引張強度		290N/㎡以上	
	仕切間隔	水平部	2.0m以下	
		法面部	1.5m以下	
		夕し部	1.5m以下	
		側網間隔	2.0m以下	
仕切の取付け角度		法面に直角	法面に直角 但し、法勾配が1:2未満の急勾配の場合は鉛直	

(3) 実験結果

a) 通水後の越流堤各部の変状状況

堤防天端および川表の保護工法は、天端はアスファルト、川表法面は覆土連節ブロックとしている。ここで実験は実際の堤防と異なり芝は生育していない状況ではあったが、一部覆土が流出し護岸ブロックが露出している箇所がみられたことから、堤防川表への護岸の必要性を示す結果となっている（写真-3）。

鉄線籠下の吸出し防止材と土堤本体間の隙間については、隙間における流速が2m/sを超えると堤体の侵食が発生するという実験結果が報告されている⁶⁾。ここで本実験では厚さ1cmの吸出し防止材を使用しており、吸出し防止材のラップ部において流下方向に連続的に1cm、局所的に3cm程度の隙間が鉄線籠設置の段階から存在する。実験通水後に鉄線籠の中詰石を撤去し、水路中央部の隙間3cmの位置における侵食状況を確認したところ、堤体土質が均一且つ良好な状態でもあり隙間流発生による侵食の痕跡は見うけられなかった（写真-4）

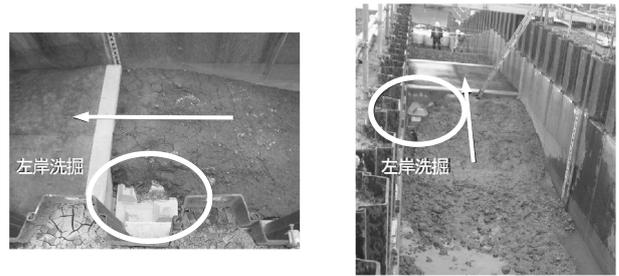


写真-3 天端～川表部の堤防の変状



写真-4 鉄線籠下の隙間流の発生状況確認

b) 鉄線籠の伏流量

鉄線籠は、少流量時に流れが鉄線籠内部のみを流れる伏流状態となることがある。ここでは鉄線籠の伏流量を把握するためt30cm、t50cm両方の鉄線籠について、通水量を漸増させつつ、水面が籠天端に至った時点の流量を測定することで伏流量を測定した。この結果鉄線籠t30cm、鉄線籠t50cmの伏流量qfは各々0.040（m³/s/m）、0.090（m³/s/m）が得られた。

c) 水位・流速

鉄線籠t30cmのケースの流速は、電磁流速4.4m/s、浮子換算流速は4.3~4.9m/sであり、流量・水深より逆算した平均流速4.7m/sと概ね近い値が得られた。また、鉄線籠t50cmのケースの流速についても電磁流速4.1m/s、浮子換算流速は4.3~4.7m/sであり、流量・水深より逆算した平均流速は4.5m/sと概ね近い値が得られた。なお、鉄線籠t30cmのケースの流速は、通水初期より発生した鉄線籠の変形の影響が水面の乱れとして現れており、これらの影響を計測値に含んでいるものの若干鉄線籠t50cmより速くなっている。

表-3 水理量の計測結果（実証実験）

		鉄線籠 t 30cm	鉄線籠 t50cm
実験流量	q (m ³ /s/m)	1.2	1.2
伏流流量	qf (m ³ /s/m)	0.04	0.09
表面流流量	q' (m ³ /s/m)	1.16	1.11
カゴ厚	t (mm)	300	500
中詰石平均粒径	dm (m)	0.100	0.175
平均水深	h (m)	0.25	0.25
平均流速 (q'/h)	U (m/s)	4.70	4.49
浮子換算流速	Uf (m/s)	4.25~4.85	4.25~4.72
電磁流速 (鉛直平均)	Ue (m/s)	4.42	4.06
フルード数 (U/√gh)	Fr (-)	3.0	2.9
相当粗度	ks (m)	0.190	0.210
粗度係数 (n=f(ks, h))	n (m ^{-1/3} ・s)	0.038	0.040
エネルギー勾配	le (-)	0.20	0.20
平均掃流力	τ (N/m ²)	480	480
無次元掃流力	τ*(-)	0.30	0.17

※エネルギー勾配は水路勾配 1 : 5 で近似、流速は6m断面の計測値

d) 鉄線籠の変形状態

鉄線籠30cmのケースは、法肩から5m～9.5mの地点において中詰石が金網の仕切り部に移動、集積し籠が大きく隆起している（図-3、写真-5）。図-3によると籠の隆起量は水路センターにおいて最大20cm程度と、中詰石平均粒径の2倍程度に達している。一方鉄線籠t50cmのケースでは、法肩から9.5mの地点で鉄線籠の隆起が見られるが、その隆起量は水路センターにおいて最大で10cm程度とt30cm籠の場合に比べ小さい。また、その隆起量は中詰石平均粒径の6割程度にとどまっている（図-4、写真-6）。

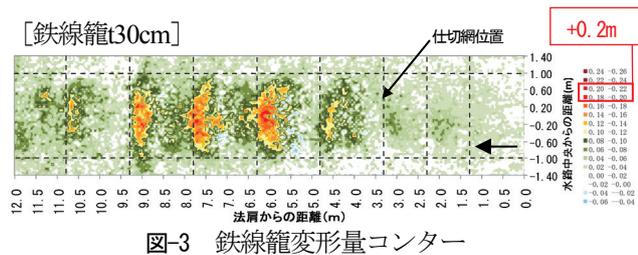


図-3 鉄線籠変形量カウンター

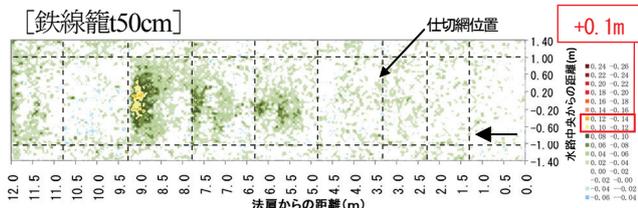


図-4 鉄線籠変形量カウンター

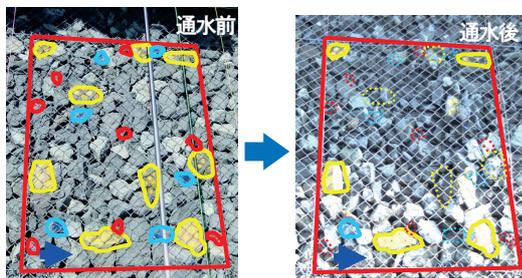


写真-5 中詰石の移動状況 [鉄線籠t30cm]

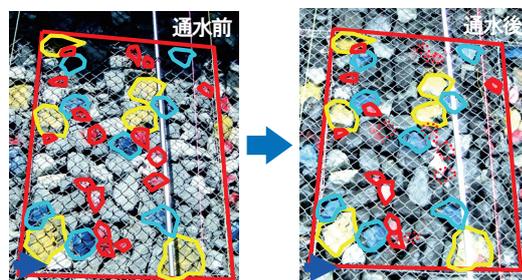


写真-6 中詰石の移動状況 [鉄線籠t50cm]

3. 実験結果の考察

(1) 粗度の特性

越流堤の流れは通常護岸の場合に比べ水深が浅く底面粗度の影響を大きく受ける。一般的な鉄線籠の粗度は k_s の実験値より式(1)のマニングストリクラ式を用いて定め

るとされているが、実験値がない場合は n に0.032を用いるか鉄線籠における $k_s=2.5 \cdot d_m$ の関係より式(1)を用いて求める方法がある⁴⁾。図-5に鉄線籠の変形が少ないt50cm水路の各実験における粗度と水深の関係を示す。これより最も水深の小さい1ケースを除き、水深の増加とともに粗度が低下する傾向があることがわかる。また、実験結果はこれら一般値より大きな粗度となっていることがわかる。ここで粗度が小さく他と傾向の異なる1ケース（平均水深0.1m）を除いた平均の相当粗度 $k_s=0.22$ (m)と水深の項を含む式(2)に適用した粗度係数推定線は、概ねこれら実験値の傾向を捉えていることがわかる。

$$n = \frac{1}{7.66} \cdot \frac{k_s^{1/6}}{\sqrt{g}} \quad (1)$$

$$n = \left(A_r - \frac{1}{\kappa} + \frac{1}{\kappa} \ln \frac{h}{k_s} \right)^{-1} \left(\frac{h}{k_s} \right)^{1/6} \cdot \frac{k_s^{1/6}}{\sqrt{g}} \quad (2)$$

ここに、 k_s ；相当粗度 (m)，定数 $A_r=8.5$ ，カルマン定数 $\kappa=0.4$ 。

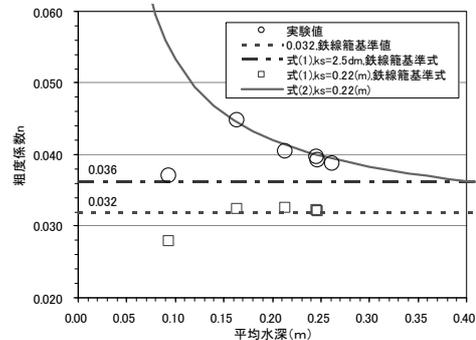


図-5 粗度係数の実験結果 (鉄線籠t50cm)

(2) 変形状態の評価

国総研⁷⁾では鉄線籠の変形状態を中詰石の移動がない【状態Ⅰ】，中詰石は移動するものの金網の変形がない【状態Ⅱ】，中詰石の移動に伴う金網の変形が生じる【状態Ⅲ】に分類し（図-6），水平床における実験により【状態Ⅱ】【状態Ⅲ】の移動限界無次元掃流力 τ_{*d} を0.15, 0.30とし、一般護岸で用いられている0.10, 0.12³⁾より若干大きな値を提案している。

本実験における変形を同定義により分類するとt30cm籠実験は【状態Ⅲ】，t50cm籠実験は【状態Ⅱ】の変形に分類できる。このときの限界掃流力を各々のケースで変形が顕著であった鉄線籠区画（3m, 8m地点）の掃流力を不等流計算で計算することで設定すると、0.16, 0.23となる（図-7）。不等流計算時の粗度は式(2)，法肩水深は実験水深を境界条件として計算している。

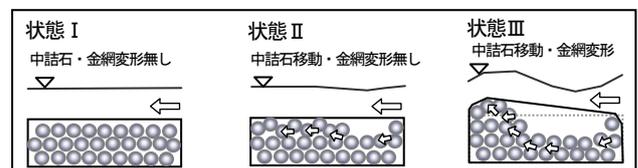


図-6 鉄線籠の流れによる変形状態⁷⁾

表-4 既往研究及び本実験における鉄線籠変形時の無次元限界掃流力

No.	かご工の種類	使用水路	金網諸元			中込材諸元			状態Ⅰ→Ⅱ				状態Ⅱ→Ⅲ			
			種類	目合い	線径	種類	平均粒径	水深	水深粒径比	無次元掃流力	平坦補正	水深	水深粒径比	無次元掃流力	平坦補正	
1	中込材のみ	国総研高流速水路	なし	-	-	玉石(均一)	54mm	0.26	4.81	0.037	-	-	-	-		
2			なし	-	-	玉石(均一)	76mm	0.25	3.25	0.027	-	-	-	-		
3			なし	-	-	割栗石(混合)	82mm	0.24	2.93	0.057	-	-	-	-		
4	既往かごマット	一関現地実験水路	菱形金網	65mm	5mm	0.158	割栗石(混合)	82mm	0.17	2.07	0.170	-	0.21	2.54	0.300	-
5			菱形金網	65mm	5mm	0.158	玉石(均一)	76mm	0.16	2.11	0.140	-	0.26	3.39	0.260	-
6	標準カゴt150cm	一関現地実験水路	菱形金網	65mm	6mm	0.153	割栗石(混合)	175mm	0.23	1.32	0.160	0.212	-	-	-	-
7	標準カゴt30cm	一関現地実験水路	菱形金網	65mm	5mm	0.123	割栗石(混合)	100mm	-	-	-	-	0.19	1.90	0.230	0.305
8	小粒径強靱性金網	国総研高流速水路	溶接金網	40mm	4.0mm	0.100	玉石(均一)	54mm	0.19	3.46	0.335	-	0.22	3.98	0.580	-
9			溶接金網	40mm	4.0mm	0.100	玉石+粗目砂	40mm(玉石)	0.20	5.00	0.107	-	0.25	6.15	0.505	-
10		溶接金網	40mm	5mm	0.125	玉石+粗目砂	40mm(玉石)	0.21	5.30	0.100	-	0.24	6.00	0.463	-	
11		国総研傾斜水路	菱形金網	40mm	4.0mm	0.185	玉石+粗目砂	40mm(玉石)	0.06	1.39	0.169	0.223	0.11	2.77	0.336	0.445
12			溶接金網	40mm	4.0mm	0.100	玉石+粗目砂	40mm(玉石)	0.07	1.67	0.203	0.269	0.11	2.77	0.336	0.445
13			溶接金網	40mm	3.2mm	0.080	玉石	40mm(玉石)	0.07	1.81	0.220	0.291	0.08	1.95	0.236	0.313
14			溶接金網	40mm	6.0mm	0.150	玉石	40mm(玉石)	0.05	1.37	0.166	0.220	0.10	2.50	0.303	0.401
15			溶接金網	40mm	4.0mm	0.100	〃	40mm(玉石)	0.07	1.63	0.197	0.261	0.11	2.75	0.333	0.441
16			溶接金網	40mm	2.5mm	0.062	玉石+粗目砂	40mm(玉石)	0.20	4.92	0.049	-	0.21	5.33	0.270	-
17		溶接金網	40mm	1.6mm	0.040	〃	40mm(玉石)	0.23	5.63	0.054	-	0.23	5.71	0.188	-	

※No.1~5、No.8~17：国総研実験施設における実験、No.6~7：一関現地実験水路における実験

(3) 移動限界無次元掃流力の既往研究との比較

本実験で得られた移動限界無次元掃流力を既往研究の値と比較する。表-4、図-8に実験結果を種々の規格の鉄線籠の結果と合わせて示す。これより本実験結果は、同規格における国総研実験結果【状態Ⅱ】【状態Ⅲ】より同等か若干小さい結果であることがわかる。通常、護岸の安定計算は、流れによる掃流力と、式(3)式(4)により斜面の影響を考慮した移動限界掃流力を比較することにより行われる³⁴⁾。ここでは式(4)の斜面補正式を越流堤型に変形した式(5)を用い、実験値を平坦場の値に換算して比較した。結果をプロットしたものを図-8に示す。これより斜面補正を考慮すると既往国総研結果に近づくことがわかる。

$$\tau_{*sd} = f_s(\theta) \cdot \tau_{*d} \quad (3)$$

$$f_{s\text{護岸}}(\theta) = \cos\theta \sqrt{1 - \frac{\tan^2\theta}{\tan^2\phi}} \quad (4)$$

$$f_{s\text{越流堤}}(\theta) = \cos\theta \left(1 - \frac{\tan\theta}{\tan\phi}\right) \quad (5)$$

τ_{*sd} , τ_{*d} ：斜面上，平坦場におかれた場合の無次元限界掃流力， $f_s(\theta)$ 斜面補正式， θ ：斜面角度， ϕ 中詰石の安息角（玉石30°，碎石41°）

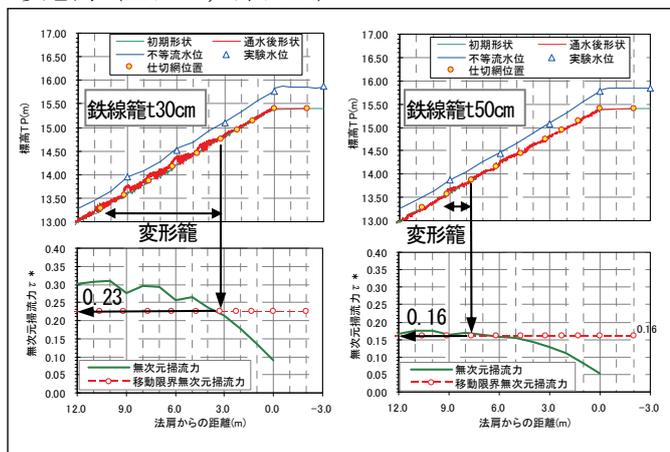


図-7 不等流計算による限界掃流力の設定図

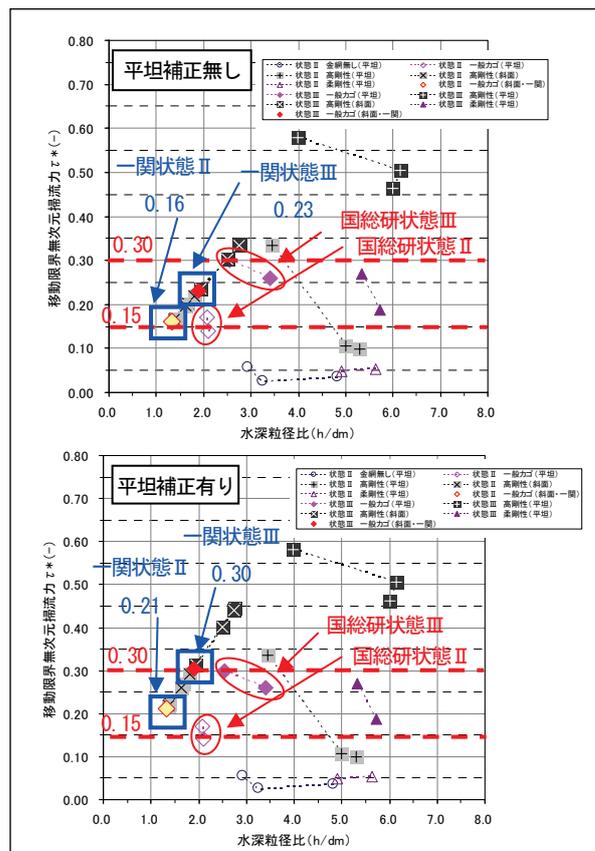


図-8 変形無次元限界掃流力の既往研究との比較

4. 一関遊水地試験堤における実洪水時の変形

現地越流実験における変形量の測定から初期越流堤に発生しうる最大外力に対して鉄線籠50cmが【状態Ⅱ】，鉄線籠30cmが【状態Ⅲ】となることがわかった。しかし実際に鉄線籠を現地に設置する際には越流量の越流堤幅方向のばらつきや籠表面の仕上がり面のばらつき等の要因が変形状態に与える影響が考えられる。このため実験結果を実際の設計に適用するにあたっては第二遊水地現地に設けられている越流堤幅30mを有する実物大試験堤（鉄線籠30cm）での観測結果をもとに安全率を考慮した上で決定することとした。

(1) 試験堤における既往出水時の掃流力と変形

試験堤は既往3出水を経験しているが、このうち内外水位差が大きく発生していた2011.6.24洪水を対象に鉄線籠の変形状態と外力である無次元掃流力 τ_* の関係を整理した。 τ_* は越流実験で得られた粗度、伏流の特性を考慮し不等流計算により算定した。この結果試験堤における最大の τ_* 0.19に対して【状態Ⅲ】とみなせる変形が確認された。これは越流実験における【状態Ⅲ】の τ_{*sd} 0.23に比べ小さい値である。ここで越流堤の籠枠毎に平均粒径を超える変形が確認された区画を【状態Ⅲ】、平均～半粒径程度の変形が確認された区画を【状態Ⅱ】と分類した変形状態マップを図-9に示す。これより法面部の180区画のうち53区画が【状態Ⅱ】以上、8区画が【状態Ⅲ】となっていることがわかる。

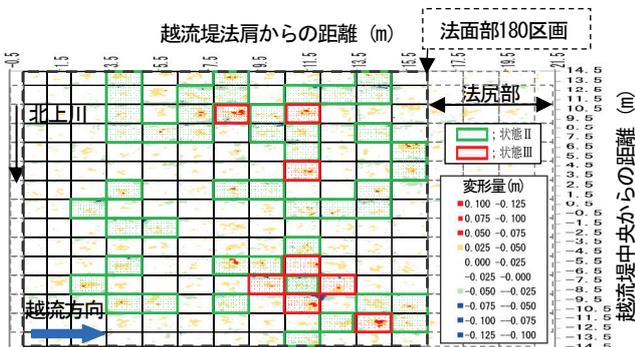


図-9 試験堤における変形状態マップ (籠枠毎)

(2) 一関遊水地越流堤設計への安全率の適用

鉄線籠基準に安全率は適用されていないが、類似形式である籠詰め形式に関する従来設計³⁾では中詰石粒径の1.3倍の余裕を見込む考え方がある。そこで越流堤設計では移動限界無次元掃流力の実験値に安全率を適用することとした。 τ_{*sd} の実験堤と試験堤の比からも2割強程度の相違が確認できる (0.23/0.19=1.21)。

5. おわりに

一関遊水地現地越流堤実験及び第二遊水地試験堤での検討により、一関遊水地初期越流堤への鉄線籠の適用性の確認と鉄線籠設計に必要な抵抗特性及び無次元掃流力に関する知見を得た。

(1) 越流実験結果

a) 鉄線籠の流水抵抗

本実証実験におけるマンニングの粗度係数 n は0.038 (鉄線籠t30cm)、0.040 (鉄線籠t50cm) となり、一般値0.032⁴⁾より若干大きい。

b) 鉄線籠の変形と無次元掃流力の関係

【状態Ⅱ】【状態Ⅲ】における無次元掃流力は各々0.16、0.23であり鉄線籠型護岸設計に用いられる値の0.10、0.12³⁾より大きい。一方、国総研実験値0.15、0.30⁷⁾

と比較すると【状態Ⅱ】の値はほぼ一致するものの【状態Ⅲ】の値は若干小さい。ここで無次元掃流力に斜面補正を行うと【状態Ⅲ】については国総研実験値にほぼ一致する。

(2) 一関遊水地設計への適用

越流実験で得られた結果より実証実験流量のもと変形が【状態Ⅱ】に留まることから鉄線籠t50cmの採用が可能と判断した。また、越流外力が実証実験流量より小さくなる初期越流堤区間は鉄線籠t30cmの採用の可能性はあるが、 τ_{*sd} に1.3の安全率を考慮し初期越流堤3.7km全区間において鉄線籠t50cmを適用することとした。現地にて中詰石の施工状態を確認したところ適切な中詰石の選定と丁寧な配置が確認できたものの表面には若干の凹凸を含む状態であり、本設計における安全率の適用は妥当な判断であったと考えられる (写真-5)。なお本実験データ及び検討の詳細資料は、国土交通省岩手河川国道事務所工務第三課にて「一関遊水地初期越流堤詳細設計業務H24.9」に掲載されている。



写真-5 初期越流堤完成後の状況

謝辞：非出水期という限られた期間の中、越流実験に尽力いただいた関係機関の方々に謝意を表す。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局監修 (社) 日本河川協会編(2007)：建設省河川砂防技術基準 (案) [設計編]。
- 2) 土木学会 (2001)：水理公式集 [平成11年度版]，丸善
- 3) (財) 国土技術研究センター編 (2007)：改定護岸の力学設計法。
- 4) 国土交通省河川局治水課 (2009)：鉄線籠型護岸の設計・施工技術基準 (案)。
- 5) 藤田光一・諏訪義雄・東高德・平林桂 (2000)：流れによる変形特性に着目した新しいふとんかご設計の試み，河川技術に関する論文集，第6巻，pp357-362。
- 6) 藤田光一・末次忠司・諏訪義雄・東高德・白土正美・郡司篤・最上谷吉則 (2001)：透水性 (排気性) 材料を用いた堤防裏法越流水強化工法の水理的評価と技術的位置づけについて，河川技術論文集，第7巻，pp109-114。
- 7) 末次忠司・諏訪義雄・東高德・平林桂 (2001)：流れに対する応答特性 (変形特性) に着目した既往かごマット工と剛性の強い金網を用いた小粒径かご工の水理的評価，河川技術論文集，第7巻，pp121-126。

(2013. 4. 4受付)