

鉄骨による袖部の補強に関する報告

国土交通省 北陸地方整備局 松本砂防事務所 五十嵐祥二 渡邊剛^{※1)} 廣瀬昌宏^{※2)} 土居崇史
 (株) 建設技術研究所 ○池田幸太郎 金野崇史 岸根泰三 古山剛
 (※1 現 北陸地方整備局 企画部, ※2 現 北陸地方整備局 河川部)

1. はじめに

土石流区間に位置する砂防堰堤の袖部の破壊に対し、土石流流木対策設計技術指針解説(平成 19 年 3 月)では、「袖部と本体の境界面上に生じる引張応力が許容引張応力を上回る場合、その引張応力を鉄筋あるいは鉄骨で受け持たせるものとし、それらの鉄筋あるいは鉄骨は袖部と本体の境界面をまたぐように配置する」としている。また、鉄筋による袖部補強については「土石流対策技術指針(案)に基づく設計例について(平成 2 年 4 月)」で例示されているが、鉄骨による袖部補強は例示されていない。

松本砂防事務所管内では、土石流が常襲する溪流において施工時の安全確保のため、省人化施工を目的とし、鉄骨による袖部補強を行っている。

そこで本稿では、松本砂防事務所管内における袖部補強の事例整理と土石流常襲溪流である金山沢(図-1)の砂防堰堤をモデルケースとして鉄骨による袖部補強の効果検討を行ったので報告する。

2. 鉄骨による袖部の補強事例

表-1 に松本砂防事務所管内における袖部の補強事例を示す。袖部補強を行っている堰堤は 7 基あり、内 3 基が鉄骨を使用している。

表-2 に鉄骨による補強事例①,②,③及び金山沢モデル堰堤の諸元を示す。鉄骨はいずれも H 鋼を用いており、配置間隔は最大礫径と同程度としている。

3. 鉄骨による袖部補強の効果検討(金山沢モデル堰堤に対して)

3.1 与条件

- (1) 上流面のかぶり: 無人化施工対応残存型枠ブロック(天端幅 0.8m)の使用を想定し、上流面のかぶりを 1m とした。
- (2) 収縮継目への配置: 内部型枠(天端幅 1m)を考慮し、継目から 1m 以内には鉄骨を配置しないこととした。
- (3) 鉄骨の規格: 鉄骨は市場に流通しているものを用い、最小規格は H 鋼 100×100 とした。
- (4) 配置間隔: 作業性を考慮し、鉄骨の最小配置間隔を 50cm とした。
- (5) 必要定着長: 1 ブロックあたりの引張荷重に対して鉄骨による付着応力が上回るのに必要な定着長を算出した。

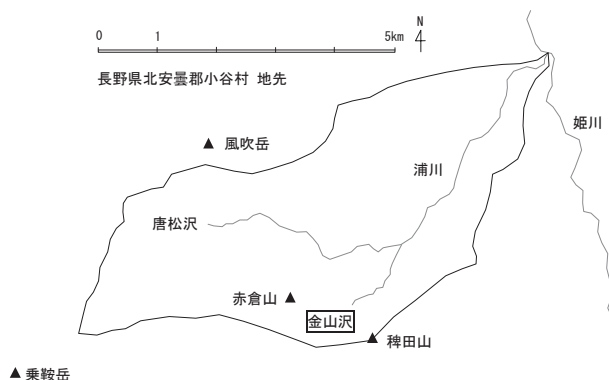


図-1 金山沢位置図

表-1 袖部の補強事例(松本砂防事務所管内)

河川名	工種	完成年月	元河床勾配	袖部補強	備考
梓川 奈川 ソグラ沢	堰堤工	H23.9	1/9.0	鉄筋	
梓川 奈川 大寄合川	堰堤工	H18.3	1/10.0	鉄筋	
姫川 松川 北股入川	堰堤工	S59.11	1/7.1	鉄筋	
姫川 松川 湯ノ入沢	堰堤工	H22.3	1/7.0	鉄筋	
姫川 浦川	堰堤工	H11.10	1/12.5	鉄骨(H鋼)	事例①
姫川 浦川	堰堤工	H26.12	1/12.5	鉄骨(H鋼)	事例②
姫川 蒲原沢	堰堤工	H9.12	1/3.33	鉄骨(H鋼)	事例③

※施設台帳、近年の工事資料を基に整理

表-2 鉄骨による補強事例とモデル堰堤の諸元

項目	事例①	事例②	事例③	モデル堰堤(金山沢)
完成年月	H11.10	H26.12	H9.12	—
流域面積(km ²)	15.00	11.70	3.73	1.45
元河床勾配	1/12.5	1/12.5	1/3.33	1/7.70
洪水流量(m ³ /s)	414	343	—	145
土石流ピーク流量(m ³ /s)	—	457	433	635
越流水深(m)	3.2	2.9	2.9	4.0
土石流濃度	—	0.3	0.3	0.3
土石流の単位体積重量(kN/m ³)	—	15.89	15.88	15.89
土石流水深(m)	—	2.15	2.90	3.15
土石流流速(m/s)	—	4.72	7.50	7.71
土石流流体力(kN/m)	—	77.58	264.33	303.30
最大礫径D ₉₅ (m)	—	2.0	1.0	2.0
施設形式	Coスリット	不透過Co	Coスリット	不透過Co
堤高(m)	14.5	14.5	14.0	12.5
袖高(m)	6.0	5.1	4.4	7.9
袖天端幅(m)	3.0	3.0	3.0	5.0
袖底幅(m)	4.2	3.0	3.9	5.0
袖天端勾配	1/12.5	1/12.5	1/7.0	水平
使用鉄骨、配置間隔	H鋼(150×150) 1.0~2.0m 間隔	H鋼(150×150) 2.0m 間隔	H鋼(150×50) H鋼(100×100) 1.0m 間隔	—
定着長(m)	1.0	1.0	3.0	—

3.2 検討方法及び検討ケース

(1) 鉄骨の選定方法: 袖部補強に使用する鉄骨の選定は「土石流対策技術指針(案)に基づく設計例について(平成2年4月)」を基に作成した選定フロー(図-2)に沿って実施した。

(2) 検討ブロック: 図-3 にモデル堰堤の袖部形状及び検討ブロックを示す。各ブロックとも袖部の破壊に対して引張応力が許容値を上回っているため、鉄筋あるいは鉄骨による補強が必要となっている。

(3) 検討ケース: 表-3 に検討ケースを示す。配置間隔(必要間隔, 最大礫径, 最大礫径×1/2)と定着長(必要定着長, 定着長 1.0m)を組合せた計6ケースの検討を実施した。なお、必要間隔は使用する鉄骨に応じて必要な配置間隔であり、定着長 1.0m は無人化施工対応残存型枠ブロックの高さとした。また、作業員の滞在時間は、鉄筋工 3.5t/7hr, 鉄骨の設置据付 10min/本とした。

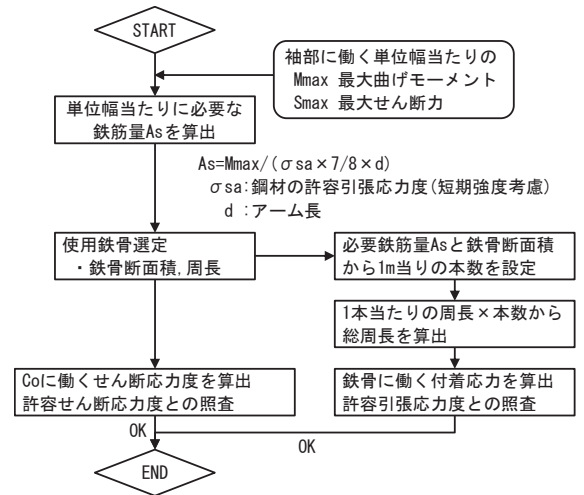


図-2 袖部補強に使用する鉄骨選定フロー

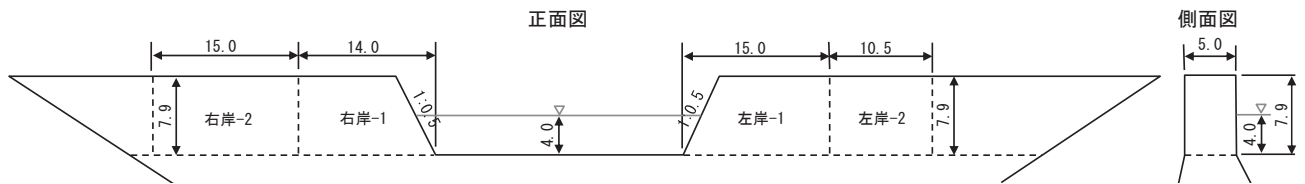


図-3 袖部の形状及び検討ブロック(モデル堰堤)

3.3 検討結果

表-3, 図-4 に鉄骨による袖部補強の検討結果を示す。検討の結果、鉄骨による袖部補強において最も経済的で省人化が図れるのは「ケース 2-1(配置間隔: 最大礫径, 定着長: 必要定着長)」であることが分かった。

鉄筋による袖部補強と比較すると、材料費は 1.2 倍(約 9 万円増)となるが、作業員の滞在時間は 1/4(11 時間減)となり、省人化に大きな効果があることが分かった。

4. おわりに

以上のことから、鉄骨による袖部の補強は省人化施工に効果があることが確認できた。今後は鉄骨の規格, 配置間隔, 定着長を変えた様々なケースに対して数値解析等を行い、最適な補強方法を検討する必要がある。

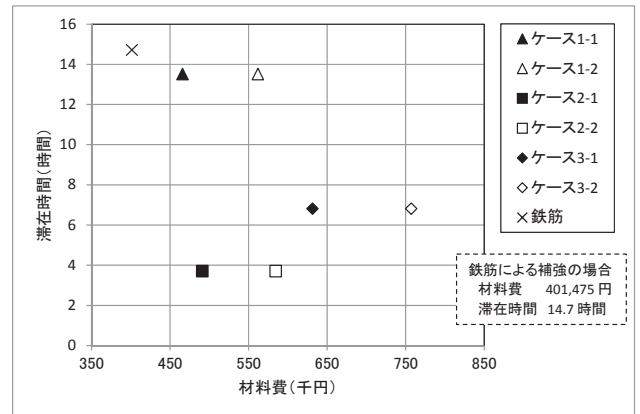


図-4 各ケースの材料費と滞在時間の比較

表-3 鉄骨による袖部補強の検討結果一覧

鉄骨による袖部補強 条件	ケース1-1		ケース1-2		ケース2-1		ケース2-2		ケース3-1		ケース3-2		
	配置間隔 必要間隔 定着長 必要定着長		必要間隔 必要間隔 1.0m		最大礫径=2.0m 必要定着長		最大礫径=2.0m 1.0m		最大礫径×1/2=1.0m 必要定着長		最大礫径×1/2=1.0m 1.0m		
使用鉄骨	右岸-1	H100×100@500	18	H100×100@500	18	H250×250@2000	5	H250×250@2000	5	H200×200@1000	9	H200×200@1000	9
配置間隔 (mm), 本数	右岸-2	H100×100@500	23	H100×100@500	23	H250×250@2000	6	H250×250@2000	6	H200×200@1000	12	H200×200@1000	12
	左岸-1	H100×100@500	22	H100×100@500	22	H250×250@2000	6	H250×250@2000	6	H200×200@1000	11	H200×200@1000	11
	左岸-2	H125×125@500	18	H125×125@500	18	H250×250@2000	5	H250×250@2000	5	H200×200@1000	9	H200×200@1000	9
定着長 (m)	右岸-1	0.2	1.0	0.2	1.0	0.2	1.0	0.2	1.0	0.2	1.0	0.2	1.0
	右岸-2	0.1	2.0	0.2	1.0	0.2	1.0	0.2	1.0	0.2	1.0	0.2	1.0
	左岸-1	0.2	3.0	0.2	1.0	0.2	1.0	0.2	1.0	0.2	1.0	0.2	1.0
	左岸-2	0.1	4.0	0.2	1.0	0.2	1.0	0.2	1.0	0.2	1.0	0.2	1.0
鉄骨1本当 たりの長さ (m)	右岸-1	4.2	5.0	4.2	5.0	4.2	5.0	4.2	5.0	4.2	5.0	4.2	5.0
	右岸-2	4.1	6.0	4.2	5.0	4.2	5.0	4.1	5.0	4.1	5.0	4.1	5.0
	左岸-1	4.2	7.0	4.2	5.0	4.2	5.0	4.2	5.0	4.2	5.0	4.2	5.0
	左岸-2	4.1	8.0	4.2	5.0	4.2	5.0	4.2	5.0	4.2	5.0	4.2	5.0
鉄骨1m当たり重量 (kg/m)	H100×100	16.9	H100×100	16.9	H250×250	71.8	H250×250	71.8	H200×200	49.9	H200×200	49.9	
	H125×125	23.6	H125×125	23.6									
鉄骨の重量 (kg)	H100×100	4433.9	H100×100	5323.5	H250×250	6635.2	H250×250	7898.0	H200×200	8533.6	H200×200	10229.5	
	H125×125	1742.4	H125×125	2124.0									
鉄骨の単価(円/t) (H28, 2建設物価)	H100×100	76,000	H100×100	76,000	H250×250	74,000	H250×250	74,000	H200×200	74,000	H200×200	74,000	
	H125×125	74,000	H125×125	74,000									
コスト	材料費	465,914 円	561,762 円	491,005 円	584,452 円	631,486 円	756,983 円						
		1.16 (鉄筋比)	1.40 (鉄筋比)	1.22 (鉄筋比)	1.46 (鉄筋比)	1.57 (鉄筋比)	1.89 (鉄筋比)						
省人化	作業員の滞在時間	13.5 時間	13.5 時間	3.7 時間	3.7 時間	6.8 時間	6.8 時間						
		0.92 (鉄筋比)	0.92 (鉄筋比)	0.25 (鉄筋比)	0.25 (鉄筋比)	0.46 (鉄筋比)	0.46 (鉄筋比)						