

リバーテクノロジー

三角水のう

性能確認試験報告書



平成24年9月

RRT 一般社団法人リバーテクノ研究会
Research Institute of River Technology

序

近年、地球温暖化に伴う気候変化に起因すると思われる総雨量 1000 mm 超、あるいは時間雨量 100 mm を超える豪雨や度重なる台風の上陸など、全国各地で激甚な水害、土砂災害、高潮災害が多発しています。

平成20年6月の社会資本整備審議会答申「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について」において、地球温暖化に伴う気候変化により多発が予想される洪水に対して、浸水を許容するなどの流域における対策とあわせて安全を確保する治水政策へと転換することが示されました。

この答申において「浸水・氾濫の頻度が増加する中で、社会・経済状況等の制約により施設を設置しにくい場合や災害の状況に応じて機動的な運用が必要な場合には、被害軽減のために効果的な可搬式の特殊堤防や排水ポンプ等の整備を図る。」とされています。また、可搬式の特殊堤防は、平成22年9月に公表された今後の治水対策のあり方に関する有識者会議による「今後の治水対策のあり方について中間とりまとめ」でも複数の治水対策案の中に位置づけられています。

当研究会では、答申に示された「被害軽減のために効果的な可搬式の特殊堤防」をモバイルレビーと呼称し、検討を進めております。

このたび、当研究会で検討してきましたリバーテクノレビー『三角水のう』に関して性能確認試験を実施いたしました。

本報告書は、リバーテクノレビー『三角水のう』に関する性能について、各関係機関のみならず市民の方々に広く周知し、その活用を図るために作成したものであります。

平成24年9月

一般社団法人 リバーテクノ研究会

目 次

I. 概 要	2
1. 性能確認対象技術	2
1.1 製品の名称	2
1.2 製品の概要	2
2. 既存技術との対比	3
3. 目標性能	7
4. 性能確認試験の方法	8
4.1 品質管理	8
4.2 機能管理	8
II. 性能確認試験の詳細	12
1. 製品の仕様	12
2. 性能確認試験結果	13
2.1 品質管理	13
2.2 構造特性	13
2.3 止水性	26
2.4 強度特性	30
2.5 耐久性	40
2.6 施工性	50
2.7 表示（視認）性	51
III. 付属資料	55
1. 付－１．使用マニュアル	
2. 付－２．漂流物の衝突エネルギー	
3. 付－３．試験・評価報告書	
4. 付－４．静止摩擦係数	

I . 概 要

I. 概 要

1. 性能確認対象技術

1.1 製品の名称

リバーテクノレビー『三角水のう』

1.2 製品の概要

リバーテクノレビー『三角水のう』は、越水防止を目的とする可搬式のモバイルレビー*1)の一種であり、遮水性の高いシートを用いて製作した三角形状の長い袋体である。これを堤体の上や浸水箇所に敷設し、その後袋体の中に注水することで堤防からの越水や水の浸入を防ぐことができる。

写真 I-1 に『三角水のう』の外観を示す。



写真 I-1 『三角水のう』の外観

*1) モバイルレビー

本報告書におけるモバイルレビーとは、洪水および高潮を対象として、

- ・越水防止および堤防補強による破堤の防止あるいは軽減
- ・氾濫流制御
- ・重要施設、家屋等の浸水防止

を目的とし、河川区域（堤防）および堤内地に設置される可搬、可動または可変な施設をいう。

2. 既存技術との対比

堤防越水対策として従来から用いられてきた代表的な水防工法に「積土のう工法」がある。「積土のう工法」は、堤防上面に土のうを積み上げ、水の越水を防止する工法である。ここでは「積土のう工法」のうち、「改良積み土のう工法(2)*²⁾」と対比して、『三角水のう』の特徴と設置時間の比較を示す。

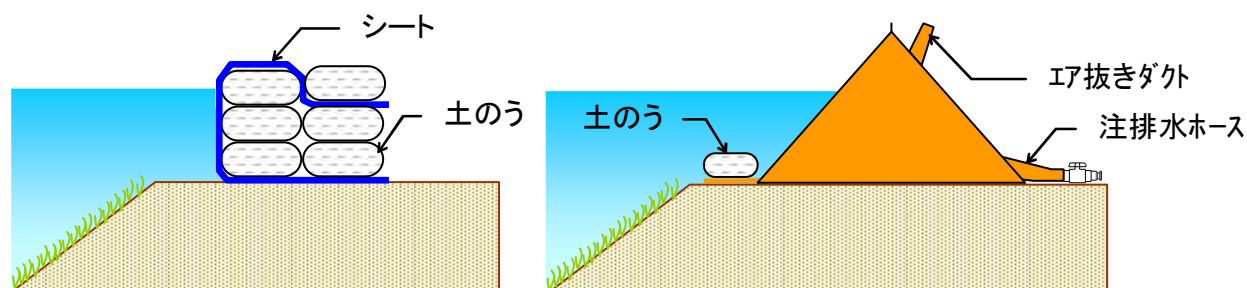


図 I-1 改良積み土のう工法(2) (左) と『三角水のう』 (右) の設置イメージ

*2) 改良積み土のう工法(2)

積土のう工法の改良型の改良積み土のう工法（中積み材を省略する代わりに杭とブルーシート等で止水の役割を受け持たせた工法。土のう重量と杭で水圧に抵抗する構造。）からさらに杭を省略し、土のう重量のみで水圧に抵抗する構造である。

参考文献「時代に即した水防工法 工法選定と作製の手引き（第1回改訂版）」平成18年度 国土交通省 中国地方整備局

(1) 『三角水のう』の特徴

- 給水ポンプを用いて少人数で短時間に構築できるため、多大な労力は必要としない。
- 増水時など危険な場所での作業時間を最小限にし、早期に防災機能を発揮する。
- 土のうのように製作や車両での運搬手間を必要としない。
- 一人で持ち運びできるほど軽量で、車両の入れない場所への運搬も可能。
- 使用後は水を排水するだけで撤去が可能。
- 耐候性および耐薬品性に優れており、繰り返し使用できるため廃材は発生しない。

注) 上記比較内容は、本報告書内での概念的な相対比較である。

(2) 設置時間の比較

【三角水のう（標準型*³⁾】

改良積み土のう工法(2)の10m 当り（高さ 45 cm）の必要材料を表 I-1 に示し、その積立断面を図 I-2 に示す。

＜必要土のう数量＞

- ・改良積み土のう工法 12m に必要な数量：170 個÷10m×12m≒約 200 個／12m

*3) 標準型、大型は、三角水のうの型式（大きさ）の区分を示す

<土のう作成時間>

- ・実作業で土のう 1 個作製に要した時間：約 50 秒／袋／2 人
- ・積立時間は、移動距離を考慮せずに約 1 分／袋／1 人と仮定する。

『三角水のう』の設置は作業員 2 人で可能であることから、土のう作製・設置も 2 人で行うものとして比較した結果を表 I-2 に示す。

なお、土のう充填用の砂および『三角水のう』注水用の水、エンジンポンプは準備してあるものとした。

表 I-1 標準的な必要材料（改良積み土のう工法（2） 10m 当り）

材 料 名		材 質	数 量	規 格	
				長さ、幅×長さ	厚さ、直径
シート	—	PE 製ブルーシート	2 枚	5.4m×3.6m	#2000 以上
土のう	土のう袋	PE 製、麻製、等	170 個	62cm×48cm	—
	中詰め材	砂、小砂利等	2.5m ³	—	φ20mm 以下

出典）「時代に即した水防工法 工法選定と作製の手引き（第 1 回改訂版）」平成 18 年度 国土交通省 中国地方整備局

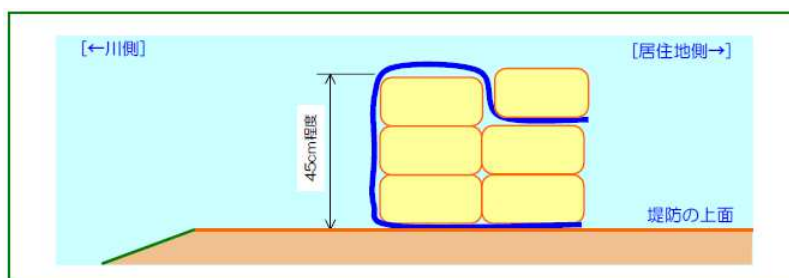


図 I-2 改良積み土のう工法（2）高さ約45cm積立断面

出典）「時代に即した水防工法 工法選定と作製の手引き（第 1 回改訂版）」平成 18 年度 国土交通省 中国地方整備局

表 I-2 土のうと『三角水のう』の設置時間比較（12m 当り、作業員 2 名）

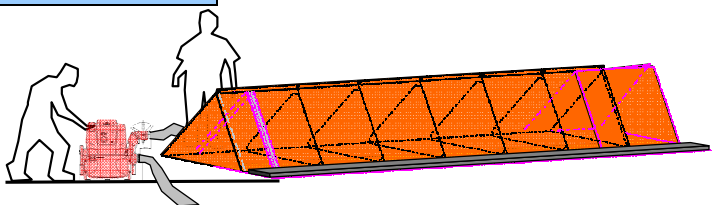
	土のう (PE製 中詰時;長さ40×幅35× 厚さ15cm、重さ約30kg)	『三角水のう』 (A-50 注水時;長さ6.0×幅1.2× 高さ0.6m、容量2.5m ³ (乾重26kg))
必要数量	約200個	2体
製作時間	約3時間	—
設置時間	約2時間	連結約5分、注水* ⁴⁾ 約15分
合計	約5時間	約20分

※実作業をもとに当研究会で算出した概算値 *4) 吐出量約0.3m³/分(300ℓ/分)のエンジンポンプ使用時

・標準型の『三角水のう』は、土のう積みと比較して約15分の1の時間で設置できる。

なお、表 I-2 に示す標準型の『三角水のう』と同じ設置時間で土のうを設置する場合、表 I-3 に示すように最小限の人員は約 30 人必要となる。

表 I-3 土のうと『三角水のう』の設置に必要な人員比較 (12m 当り、作業時間 20 分)

	設置するために必要な最小限の人員	
土のう	約 30 人 / 20 分	土のう製作・運搬・設置
		
『三角水のう』	2 人 / 20 分	三角水のう敷設・注水
		

・土のう積みで約 30 人必要なところ、標準型の『三角水のう』は 2 人で設置できる。

【三角水のう (大型*³)】

土のう積み高さ約 1m、延長 8m の場合、図 I-3 から必要な土のうの数量は $(700 \text{ 個} \div 10\text{m}) \times 8\text{m}$ $\approx$ 約 560 個 / 8m である。土のうと『三角水のう』の設置時間比較を表 I-4 に示す。

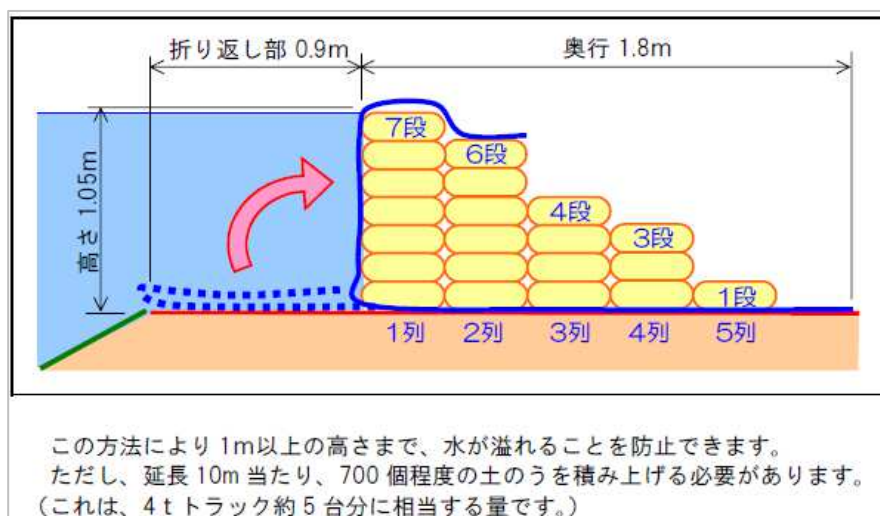


図 I-3 改良積み土のう工法(2) 高さ約 1m 積立断面

出典) 「時代に即した水防工法 工法選定と作製の手引き (第 1 回改訂版)」平成 18 年度 国土交通省 中国地方整備局

表 I-4 土のうと三角水のうの設置時間比較

(8m当り、作業員2名)

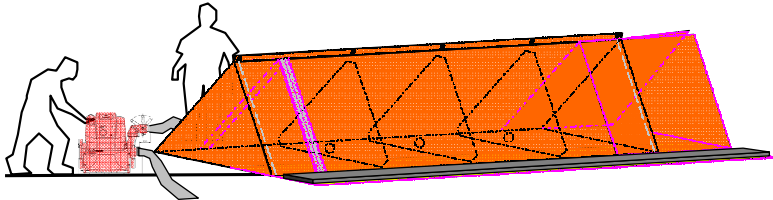
	土のう (PE製 中詰時;長さ40×幅35× 厚さ15cm、重さ約30kg)	『三角水のう』 (A-80 注水時;長さ4.0×幅2.0× 高さ1.0m、容量4.4m ³ (乾重26kg))
必要数量	約560個	2体
製作時間	約8時間	—
設置時間	約5時間	連結約5分、注水* ⁴⁾ 約30分
合計	約13時間	約35分

※実作業をもとに当研究会で算出した概算値 *4) 吐出量約0.3m³/分(300ℓ/分)のエンジンポンプ使用時

・大型の『三角水のう』は、土のう積みと比較して約22分の1の時間で設置できる。

なお、表 I-4 に示す標準型の『三角水のう』と同じ設置時間で土のうを設置する場合、表 I-5 に示すように最小限の人員は約45人必要となる。

表 I-5 土のうと『三角水のう』の設置に必要な人員比較 (8m当り、作業時間35分)

	設置するために必要な最小限の人員	
土のう	約45人/35分	土のう製作・運搬・設置
		
『三角水のう』	2人/35分	三角水のう敷設・注水
		

・土のう積みで約45人必要なところ、大型の『三角水のう』は2人で設置できる。

参考(ポンプ能力と注水時間)

ポンプ能力(吐出量) (m ³ /分)	注水時間(分)		ポンプ能力(吐出量) (m ³ /分)	注水時間(分)	
	標準型、2.5m ³ /体(6m)	大型、4.4m ³ /体(4m)		標準型、2.5m ³ /体(6m)	大型、4.4m ³ /体(4m)
0.01	約4時間	約7時間	0.1	約25分	約44分
0.03	約1.5時間	約2.5時間	0.3	約8分	約15分
0.05	約50分	約1.5時間	0.5	約5分	約9分

※給水栓口径(水道)φ13mmの標準流量は約0.017m³/分(17ℓ/分)

3. 目標性能

『三角水のう』は、ポリエステル基布にポリ塩化ビニルコーティングされた軽量で高強度、かつ柔軟で耐久性のある防水シートで製作した三角形の袋体に水を注水するもので、堤防からの越水防止や堤内地での浸水防止など、対象とする水深（水圧）に対して以下の性能を有する袋体を提供する。

(1) 構造特性

遮水性の高い防水シートを用いており、注水後に三角形状を保持できる袋体構造であり、注水・排水ができること。また、適用水深での水圧に対して『三角水のう』が滑動、転倒せず安定していること。

(2) 止水性

適用水深に対し、接地底面および連結部分からの漏水が無い、あるいはわずかであること。

(3) 強度特性

流木など流下物の衝撃および使用時の引きずりなどの摩耗に耐えられる強度を有していること。

(4) 耐久性

袋体として十分な耐候性、耐薬品性を有していること。

(5) 施工性

人力での運搬・敷設が容易にできる軽量の袋体であり、ユニット同士の連結が容易にできること。また袋体に注水ホースなどを接続して水を容易に充填できること。

(6) 表示(視認)性

製造者名、型式記号および製造年などの表示が容易に消えないように表示されていること。

4. 性能確認試験の方法

4.1 品質管理

『三角水のう』の材料特性は、表 I-6 に基づいて確認する。

表 I-6 材料特性

項目	試験・調査名		(参考)規格値		試験項目
			高強度タイプ	標準タイプ	
袋体膜材 (本体・隔壁・結合部止水シート)	a) 引張強さ (N/3cm)	㌥	1962以上	1368以上	JIS L 1096 (ストリップ 法)
		ヨコ	1962以上	1230以上	
	b) 破断伸び率*5) (%)	㌥	35以下	30以下	
		ヨコ	35以下	40以下	
製造メーカー等の試験結果に基づく品質証明書、あるいは適宜試験を行い確認する。					

*5) 破断伸び率：(破断時の長さ－元の長さ)/元の長さ) × 100

※表中の高強度タイプ、標準タイプは、使用膜材強度の区分を示す。

4.2 機能管理

『三角水のう』の性能確認は、表 I-7 に示す試験・測定に基づいて確認する。

表 I-7 性能確認のための試験・測定内容

項目	試験・調査名	試験・測定内容
(1) 構造特性	a) 外観・構成	<調査方法と条件> 『三角水のう』を展開敷設し、構造、形状、寸法および材質を目視および寸法測定器により確認する。 <測定項目> ①形状・寸法および構成材料などを仕様書と照らして確認 ③止水バルブの開閉確認
	b) 水密性	<調査方法と条件> 水平なコンクリートまたはアスファルトコンクリート面上に『三角水のう』を構築し、注水後15分および24時間放置した『三角水のう』の高さ(最低部高)を寸法測定器により確認する。 <測定項目> ①頂点高さ ②本体からの漏水量

	c) 安定性	<調査方法と条件> 水平なコンクリートまたはアスファルトコンクリート面上に『三角水のう』を構築後、当該ユニット湛水側に湛水させ『三角水のう』の滑動・転倒の有無を確認する。 <測定項目> ①設置箇所からの滑動・転倒の有無（変化時の水深） ②水圧による形状変形(写真撮影記録)
(2) 止水性	a) 止水性	<調査方法と条件> 水平なコンクリートまたはアスファルトコンクリート面上に『三角水のう』を構築後、当該ユニット湛水側に湛水させ『三角水のう』の連結部および底部からの漏水量を確認する。 <測定項目> ①連結部の止水カバーが本体に密着していることを確認 ②連結部および底部からの漏水量
(3) 強度特性	a) 耐衝撃性	<調査方法と条件> 水平なコンクリートまたはアスファルトコンクリート面上に『三角水のう』を構築後、振り子状に吊した重り（あるいは丸太）を『三角水のう』に直角方向から衝突させる。 <測定項目> ①袋体本体の破損状況と破袋するまでの衝突回数
	b) 耐摩耗性	<調査方法と条件> JIS K 6404-6に準拠し、膜材の揉み試験を行った後、膜材の被覆樹脂層と布層との剥離、その他異状の有無を確認する。 <測定項目> ①剥離、異状の確認(防水性能の有無)
	c) 耐圧性	<調査方法と条件> 『三角水のう』に高圧ポンプ等で注水し、最大使用圧力を確認する。 <測定項目> ①袋体本体の溶着部、縫製部の状況と破袋しないで注水可能な吐出圧力（最大使用圧力）

(4) 耐久性	a) 耐候性	<調査方法と条件> JIS A 1415に準拠し、耐候性試験機を用いて一定時間促進曝露(屋外曝露2年相当)した後、JIS L 1096に準拠し、引張試験を行う。 <測定項目> ①膜材の引張強度保持率 ②既往試験結果による確認
	b) 耐薬品性	<調査方法と条件> 各種薬品中に所定温度で一定時間浸漬した後、引張試験を行う。 使用薬品例：塩化ナトリウム 3.0% 水酸化カルシウム 飽和(pH12) 硫 酸 0.05%(pH3) 浸漬温度：60±2℃ <測定項目> ①膜材の引張強度保持率
(5) 施工性	a) 施工性	<調査方法と条件> 水平なコンクリートまたはアスファルトコンクリート面上に『三角水のう』を構築および撤去し、施工性の確認を行う。 <測定項目> ①ユニットの連結、止水シートの取付、注水ホースの接続、止水バルブの開閉、排水状況
(6) 表示(視認)性	a) 表示(視認)性	<調査方法と条件> 製造者名、型式記号および製造年が容易に消えないよう表示されているか、仕様書と照合し確認する。 <測定項目> ①表示の有無(状態)