

4. モバイルレビーの新たな構造形式

4.1 新たなモバイルレビーの提案

第3章で整理したモバイルレビーの実例及び外国特許調査を参考に、研究会では、モバイルレビーの新たな構造形式を検討した。新たな構造形式検討の視点は、以下のとおりである。

- ① 機能性・操作性・耐久性に優れた新しい材料を用いること
- ② できるだけ設置時の省力化を図ること
- ③ 平常時の堤防上の利用や景観保全に配慮すること

検討の結果、図 4.1 と表 4.1 に示すように5タイプの構造形式を創案した。

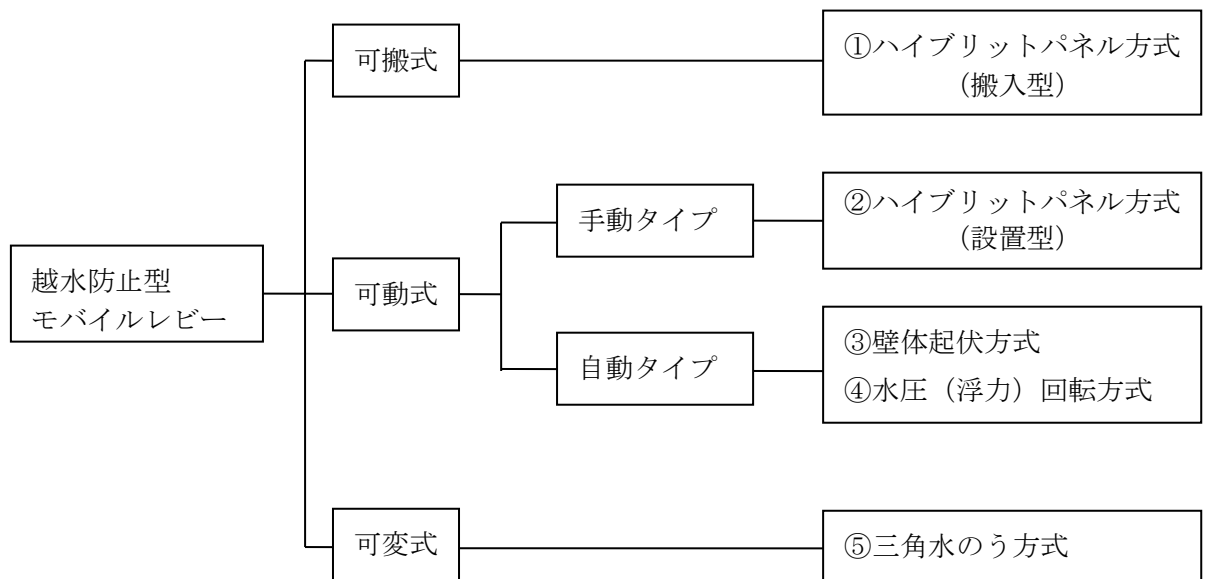
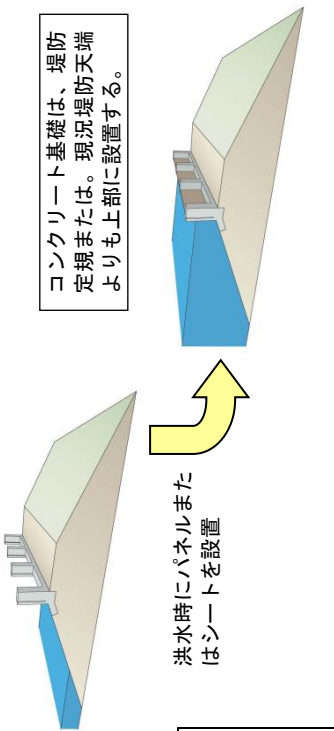
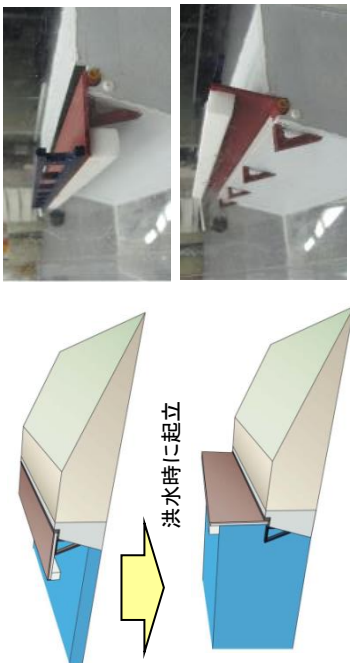
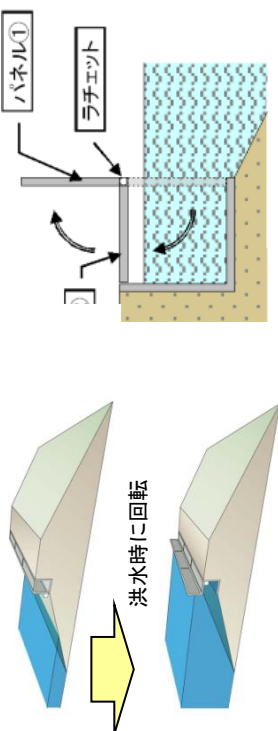
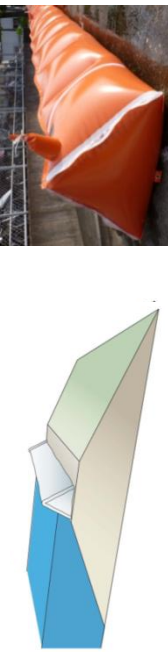


図 4.1 モバイルレビーの新たな構造形式（5タイプ）

表 4.1 新たなモバイルレバー（越水防止型）の提案

形態	名称	特徴	模式図
可搬式	ハイブリット パネル方式 (搬入型)	<u>近代型たみ堤</u> ●堤防天端に一定間隔で支柱を立てこめる孔を予め設置しておき、洪水時は支柱を立て込む。 ●支柱の間はパネルまたはシートにより越水を防止する方法である。 ●洪水時に堤防天端に予め設置したパネルを人力により引き上げたり、立ち上げる。 ●パネルの運搬作業を必要としない。 ●平常時はパネルを歩廊として利用したり、堤体内に格納する。	 コンクリート基礎は、堤防 定規または。現況堤防天端 よりも上部に設置する。 洪水時にパネルまたは シートを設置
	ハイブリット パネル方式 (設置型)		
可動式 (自立タイプ)	壁体起伏方式 (自立式)	<u>浮体起動・洪水水圧利用による回転型止水壁（洪水時）</u> <u>親水遊歩道（常時）</u> ●フロートの浮力で止水壁が初期起動（回転が開始）する。 ●洪水で水位上昇するにつれ、止水壁に作用する水圧が回転力になる（回転を加速）。 ●常時に遊歩道として親水空間を演出。地震時は緊急避難路として活用。	 洪水時に起立
	水圧（浮力）回転 方式	<u>回転パネル起動による回転型止水壁</u> ●ボックス形状のユニットのうち、前面及び上面のパネルが水圧または浮力によって一体が回転し、越水防止の機能を果たす。 ●ボックスは、越水の危険がある箇所に必要な個数を連続して設置する。	 洪水時に回転 パネル① ラチェット
可変式	三角水のう方式	<u>近代型伝統的水防工法（土のう積み）に替わる水のう</u> ●透水性の高いシートを用いて製作した三角形の長い袋体を堤体の上に伸ばして設置し、その後、袋体の中に水を注入し、越水を防止する為の構造物とする。	

4.2 リバーテクノレビーの開発

前節に示したモバイルレビーの中から、特に現場での適用性が高いと思われる以下の2種類のモバイルレビーについて、具体的な構造形式検討、材料開発、試作品作製及び適用試験を行い、新しい構造形式の実用性を確認した。これら新たに開発したモバイルレビーを、研究会では、「リバーテクノレビー」と呼称することとした。

① ハイブリットパネル方式（搬入型）

⑤ 三角水のう方式

以下に、これら2種類のリバーテクノレビーを概説する。

4.2.1 ハイブリットパネル方式（搬入型）

(1) 機能と構造の概要

ハイブリットパネル方式（搬入型）は、一定間隔に設置した支柱間にパネルをはめ込んで止水壁を構築し、河岸などからの越水を防止するモバイルレビーである。この方式は、「3.2 モバイルレビーの事例」で紹介した畳堤（揖保川・長良川）や可搬式特殊堤防（エルベ川・ライン川）のように、平常時の景観を保全する機能（二面性の確保）を有している。

研究会では、パネルに剛性が大きく軽量の新材料を用いることにより、操作性、機能性及び耐久性を高めたタイプを開発し、ハイブリッドパネル堤と称している。

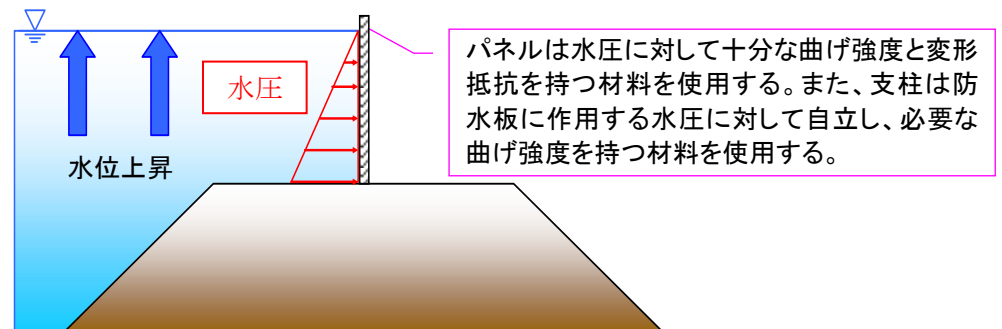


図 4.2 ハイブリットパネル方式の設置イメージ
(水防活動等により設置)

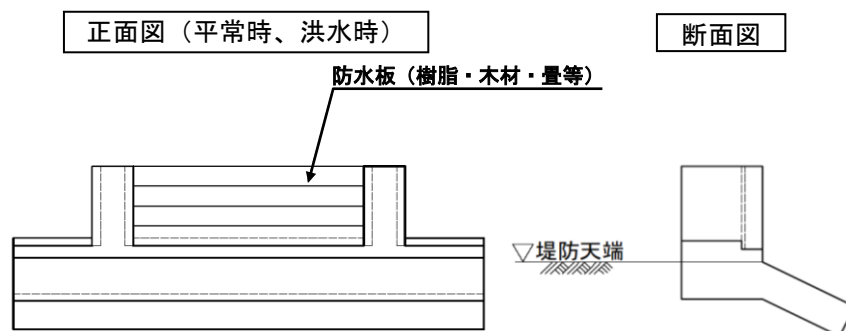


図 4.3 ハイブリットパネル方式の一般的な構造

(2) ハイブリッドパネル堤の特徴

ハイブリッドパネル堤は、パネルとして剛性の大きい軽量板を用いることで、以下のような特徴を有し、従来の量堤に比べ、操作性、機能性、省スペース性、及び経済性の向上を図ることができる。

① 設置が容易であること（操作性）

剛性の大きい軽量板を用いることで、搬入、取り付けなどの操作性の良さを確保できる。

② 止水機能に優れること（機能性）

従来の量堤や木製の角落しに比べ、止水性と強度に優れ、防水機能を確実に発揮できる。

③ 保管しやすいこと（省スペース性）

軽量で重ねて格納できるため保管用のスペースが小さくてすみ、かつ劣化しにくい。

④ 維持管理コストの低減が図れること（経済性）

耐候処理を施せば、パネルは 10 年間程度繰り返し使用が可能である。（水密ゴムは消耗品として、2～3 年程度で交換を行う）

(3) 使用にあたっての留意点

設置場所の状況等により、強度・水密性を照査した上で、ガードレールや転落防止施設（手すり、安全柵、等）を支柱として利用するバリエーションや、引き上げ式支柱（埋設したポストホールに支柱を格納し、必要時に引き上げて固定する）、支柱の無いはめ込み式など、様々な工夫が考えられる。

また、支柱の外観を工夫したり、平常時には支柱をベンチとして活用する構造とするなどにより、平常時の良好な景観を形成することも考えられる。

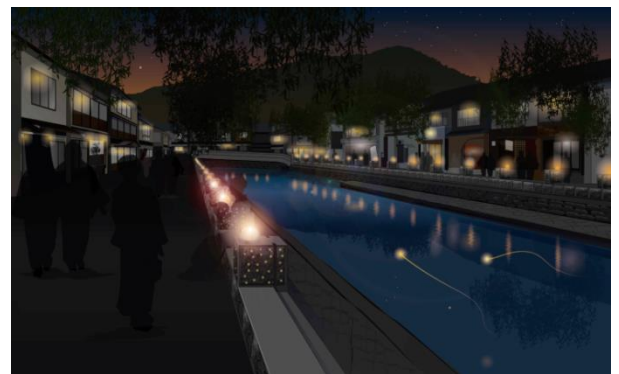


図 4.4 平常時の景観に配慮した支柱の工夫例（イメージ）

(4) ハイブリッドパネル堤の製品仕様

パネルについては、以下に示す2種類の製品がある。ここでは、標準的なパネルのサイズを示す。本製品は工場加工品であるので、現場条件や施工条件にあわせた大きさを計画することができる。

鋼材と比較すると、どちらのパネルも軽量のプラスチック材であり、持ち運びや設置は容易であるが、変形しやすい材料である。実物大のパネルを用いて水槽実験を行い、水密性の確認とあわせて、水圧によるパネルのたわみが小さくなるよう、補強の方法を含めた製品開発を行った。

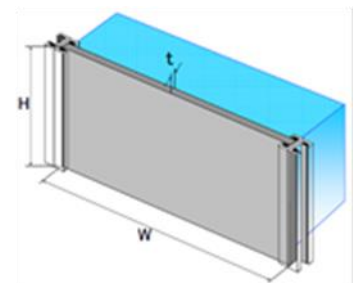
① 高強度板（塩化ビニル樹脂複合板）

- ・必要高さに板を積み重ねることができる（3枚積み重ねで1mの高さ）。
- ・軽量で高強度である。パネル（10kg/枚）間に挟み込んだ止水ゴムにより水密性が確保される。

タイプ	1ユニット標準寸法	備考
高強度板	1480(W)×300(H)×30(t)	10kg/枚、PVC複合板 (最大で2m程度のスパンまで製作可能)

② 軽量採光板（ポリカーボネート複層板）

- ・軽量（11kg/枚）で持ち運び設置が容易である。
- ・ハニカム構造で耐性が大きい
- ・パネルが透明であり設置状態で水深が分かる。（透過性）



タイプ	1ユニット標準寸法	備考
軽量採光板	1495(W)×1000(H)×32(t)	11kg/枚、PC複層板+SUS、AL枠+SUS補強 (最大でスパン1.5m)

(1) 機能と構造の概要

The diagram illustrates the forces acting on a gravity dam cross-section. The dam is shown in orange, with its upstream face on the left and downstream face on the right. The water level is indicated by a blue line with a triangle symbol. Two large blue arrows point upwards from the water level, labeled '水位上昇' (Water level rise) and '水圧水平力' (Water pressure horizontal force). A green triangle represents the '三角水のう' (Triangular water wedge), with green arrows pointing downwards from its top, labeled '水位上昇に伴い三角水のうに水圧鉛直力(安全側)が作用する' (With water level rise, vertical water pressure acts on the triangular water wedge on the safe side). A red triangle represents the '三角水のう' (Triangular water wedge), with red arrows pointing downwards from its top, labeled '回転モーメントは転倒側に作用せず、三角水のうは転倒しない' (The rotation moment does not act on the overturning side, and the triangular water wedge does not overturn). A black arrow points downwards from the center of the dam, labeled '自重' (Self-weight). A red curved arrow indicates the '回転モーメント' (Rotation moment). A pink box at the bottom left states: '三角水のうは水圧水平力よりも大きい摩擦力で滑動に対して抵抗する' (The triangular water wedge resists sliding by friction force larger than the water pressure horizontal force).

図 4.6 三角水のうの一般的な構造



図 4.7 三角水のうの設置手順

(2) 三角水のうの特徴

① 設置が容易であること（施工性）

軽量であることから人力での運搬・敷設が容易にでき、ユニット同士の連結も比較的簡単にできる。また袋体に注水ホースを接続して水を充填できるため、土のうと比べて敷設作業の省力化と時間短縮を図ることができる。また、河川等の水を使用するため、充填材の準備も不要である。

② 保管しやすいこと（省スペース性と軽量コンパクト）

柔軟で軽量の防水シートで構成されており、小さく折畳んで保管できる。また、軽量であるため容易に持ち運ぶことができ、撤去・収納作業が容易である。

③ 長期間繰り返し使用できること（経済性）

消耗部材が少ないこと、袋体として十分な耐候性、耐薬品性を有しており、耐久性に優れていることから、適切にメンテナンスすることにより 10 年程度繰り返し使用可能であり、維持管理コストの低減が図れる。

④ 環境にやさしいこと（環境配慮）

土のうのように充填材の準備が不要であり、敷設には河川等の水を充填可能である。使用後は排水して再利用できるため、廃材は生じない。

(3) 使用にあたっての留意点

三角水のうは、既存の土のうに比べて施工性や経済性などの点で優れているが、使用にあたっては以下の点に留意する必要がある。なお、設置時の注意事項や適用水深等の条件に関しては、「三角水のう性能確認試験報告書」と「三角水のう使用マニュアル」（いずれも一般社団法人リバーテクノ研究会 平成 24 年 9 月）を参照されたい。

① 給水設備を確保しておくこと

設置時には、ポンプや給水車等の給水設備が必要となる。洪水時における給水設備を確保しておく必要がある。

② 敷設場所の地表面形状に注意すること

敷設場所に不陸や大きな凹凸があると止水性を確保できないので、設置場所をあらかじめ整地しておく必要がある。

③ 適用水深を超える場合についての配慮

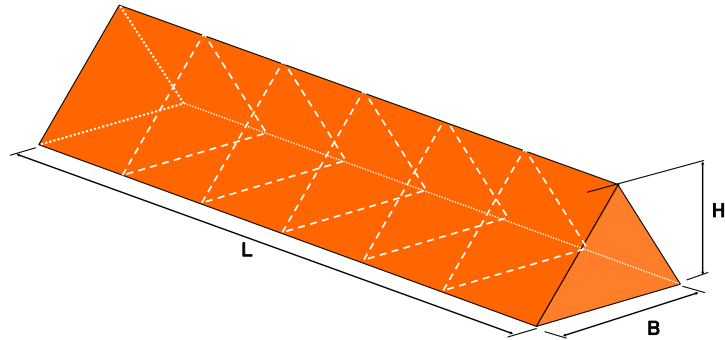
基本的には適用水深を超えないような場所で使用することが前提だが、適用水深を超える、あるいは越流する可能性のある場所では、転倒等の危険性が高くなることに留意して適用する必要がある。

④ 機能の確実な発揮のための工夫

止水性と安定性確保のため、土のう（押さえ重し）やアンカーを併用する必要がある。

(4) 三角水のうの製品仕様

三角水のうについては、大きさと材質により以下の4種類の二次製品が開発されている。



タイプ	1ユニット寸法(cm)	備 考
大 型／高強度タイプ(A-80)	200(B)×100(H)×400(L)	約30kg、適用水深80cm以下
標準型／高強度タイプ(A-50)	120(B)×60(H)×600(L)	約30kg、適用水深50cm以下
標準型／標準タイプ(B-50)		約20kg、適用水深50cm以下
小 型／簡易タイプ(C-30)	50(B)×40(H)×300(L) (B): 支持棒設置時約80cm	約6kg、適用水深30cm以下