

モバイルレバーの適用と設計の手引き

－ 外水と内水氾濫を防止するための治水施設・水防施設への適用 －

Ver. 2



RT RT

平成29年4月

目 次

1.	本手引きの取り扱い	1
2.	モバイルレビীর定義	2
3.	モバイルレビীর分類と事例	3
3.1	モバイルレビীর分類	3
3.2	モバイルレビীর事例	4
3.3	特許調査による事例	9
4.	モバイルレビীর新たな構造形式	13
4.1	新たなモバイルレビীর提案	13
4.2	リバーテクノレビীর開発	15
4.2.1	ハイブリットパネル方式（搬入型）	15
4.2.2	三角水のう方式	18
5.	モバイルレビীর適用の考え方	21
5.1	モバイルレビীর位置づけ	21
5.2	モバイルレビীর特徴	21
5.3	モバイルレビীর適用を検討すべき場所	22
5.3.1	河川区域での適用	22
5.3.2	堤内地での適用	23
5.4	モバイルレビীর治水施設としての適用にあたっての検討事項	29
5.4.1	治水対策の比較検討	29
5.4.2	モバイルレビীর設置による影響検討	30
6.	モバイルレビীর設計	32
6.1	設計の基本的な考え方	32
6.1.1	代表的なモバイルレビীর適用区分	32
6.1.2	モバイルレビীর安全照査指標	33
6.2	設計外力	35
6.2.1	治水施設における設計外力	35
6.2.2	水防施設の設計外力	37
6.3	構造照査方法	38
6.3.1	構造照査項目	38
6.3.2	構造照査事例	39
6.4	モバイルレビীর設置時の堤防の安全性評価	59
7.	モバイルレビীর確実に機能させるための検討	63
7.1	モバイルレビীর減災施設として機能させるための検討項目	63
7.2	モバイルレビীর可搬部の保管場所と搬入路	63
7.3	モバイルレビীর設置・撤収する体制と方法	64
7.4	モバイルレビীর設置または撤収するための判断基準	64
7.4.1	モバイルレビীর運用手順の明確化	64
7.4.2	設置または撤収の方法とその必要時間の検討	65
7.5	地域における合意形成	67
8.	モバイルレビীর維持管理	68

1. 本手引きの取り扱い

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」（以下、「気候変化適応策答申」という）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。

平成 25 年 7 月の水防法改正において、地下街等の地下空間、高齢者等の要配慮者利用施設、大規模工場等の管理者は、避難確保計画や浸水防止計画の作成するよう、規定されています。また、平成 27 年 5 月の水防法改正において、想定し得る最大規模の洪水・内水・高潮の浸水想定区域の公表や、下水道管理者に対し水防計画に基づき水防管理団体が行う水防活動に協力することが義務付けられています。

平成 27 年 12 月の社会資本整備審議会答申「大規模氾濫に対する減災のための治水対策のあり方について～社会意識の変革による「水防災意識社会」の再構築に向けて」（以下、「水防災意識社会再構築答申」という）において、「水防活動を効率的・効果的に行うことができるよう、水防資機材の技術開発とその普及のための仕組みづくり等を行うこと。」とされています。

当研究会では、気候変化適応策答申に示された「被害軽減のために効果的な可搬式の特殊堤防」を、可搬式のみならず、可動式、可変式という形態にまで範囲を拡張、これをモバイルレビーと呼称しています。また、水防法改正や水防災意識社会再構築答申を踏まえ、対象事象は洪水・内水・高潮、設置場所は河川区域（堤防上や中小河川の掘込区間）及び堤内地、位置付けは水防施設及び治水施設とする等、モバイルレビーの適用範囲を拡張して考え、モバイルレビーの構造形式、適用・設計手法などについて検討を進めてきました。

本手引きは、当研究会が検討してきたモバイルレビーの構造形式や適用・設計時の基本的な考え方について、現時点での検討成果に基づき技術的な参考書としてとりまとめたものであり、モバイルレビーを適用・設計するにあたって活用されることを目的としています。

また、本手引きは最低限検討を行う必要があると考えられる項目を中心に考え方をとりまとめたものであり、具体の適用・設計にあたっては、これに限定せず、河川の特徴や技術的課題等に応じると共に、平成 28 年 8 月の「地下街等における浸水防止用設備整備のガイドライン」等の技術資料を併せて活用するなどして、適宜、設計法や構造形式等を工夫することが望まれます。

なお、モバイルレビーの適用と設計には、今後さらに検討すべき課題も多く、これらについては新たな知見等の獲得に努め適宜、本手引きの改訂を行います。

2. モバイルレビーの定義

モバイルレビーという用語は、まだ我が国では一般的でなく、人により持つイメージも異なる。本章では、まずモバイルレビーの定義を行い、モバイルレビーの概念及び範囲を明確にする。モバイルレビーとは直訳すると「可動性・移動性のある堤防」であるが、ここでは堤防に限定せず、防水板などを含むこととし、モバイルレビーをもう少し広範囲に考える。

対象とする現象、有する機能、形態、設置される場所という4つの視点からモバイルレビーの定義を行う。

(1) 対象とする現象

水災害の防止という観点から洪水と高潮を対象とする。ただし洪水現象には内水氾濫を含む。

(2) 機能

越水防止・軽減、堤防補強、氾濫流制御及び浸水防止の4つの機能を考える。

(3) 形態

可搬、可動、可変を「モバイル」の要件とする。可搬には組立型、装着型も含むものとする。可動とは、運搬するというプロセスがなく、すでに設置されている施設を動かすあるいは施設自体が自動的に動くことにより、モバイルレビーとなるものを意味する。可変とは、水や空気等を充填することなどにより、形状が変化しモバイルレビーの役割を果たすものをいう。

(4) 設置される場所

河川区域（堤防上や中小河川の掘込区間）及び堤内地とする。

以上の観点から本手引きにおいては、モバイルレビーを以下のように定義する。

【本手引きにおけるモバイルレビーの定義】

本手引きのモバイルレビーとは、洪水及び高潮を対象として、

- ・ 越水防止及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（堤防上や中小河川の掘込区間）及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。

3. モバイルレビーの分類と事例

3.1 モバイルレビーの分類

前章の4つの視点、①対象とする現象、②機能、③形態、④設置される場所からモバイルレビーの分類を行う。表3.1に示すように洪水現象の時間経過と河川区域、堤内地という空間区分、すなわち時空間軸でモバイルレビーを分類するとわかりやすい。

表 3.1 空間・時間的な観点からのモバイルレビーの分類

設置場所	外力	時間 → ← 復旧 →			
		氾濫		復旧	
河川区域	洪水・高潮	①越水防止 ②堤防補強	氾 濫 発 生	③越水軽減	復旧
堤内地	外水氾濫	—		④氾濫流制御 ⑤浸水防止	—
堤内地	内水氾濫	—		⑥氾濫流制御 ⑦浸水防止	—

以上のように、モバイルレビーは大きく7種類に分けることができるが、①越水防止と③越水軽減を目的とするモバイルレビーの構造は基本的に同じものと考えられ、ここでは「越水防止型」と呼ぶ。また、氾濫流制御、浸水防止施設は外水氾濫、内水氾濫いずれに対しても基本的には同じ構造である。よって、表3.1の7タイプは4つにまとめられる。これに、可搬、可動、可変という形態を考慮すると、表3.2のように12タイプに分類することが可能である。

表 3.2 モバイルレビーの分類（堤防強化型の機能区分と形態分類も加味）

No	対象外力	設置場所	モバイルレビーの種類	機能細分類	形態分類	備考	
1	洪水・高潮	河川区域	越水防止型	—	可搬		
2					可動		
3					可変		
4			堤防補強型	浸透対策	可搬		基本的に 可搬
5				浸食対策			
6				越水対策			
7	外水・内水	堤内地	氾濫流制御型	—	可搬		
8					可動		
9					可変		
10			浸水防止型	—	可搬		
11					可動		
12					可変		

3.2 モバイルレビーの事例

モバイルレビーのイメージを明確にするため、すでに実用に供されている国内外の事例を紹介する。当研究会で収集したモバイルレビーの事例一覧を表 3.3 に示す。また、これらモバイルレビーの写真も示した。収集事例については、越水防止型が多い。

表 3.3 モバイルレビーの事例一覧

番号	モバイルレビーの名称	設置河川名	モバイルレビーの種類	形態分類
1	畳堤	揖保川	越水防止型	可搬
2	畳堤	長良川	越水防止型	可搬
3	可搬式特殊堤防	エルベ川	越水防止型	可搬
4	可搬式特殊堤防	ライン川	越水防止型	可搬
5	エン・テク 3 T 水防工法		越水防止型	可変
6	シート掛け方式		越水防止型	可搬
7	簡易パラペット工		越水防止型	可搬
8	ラバーマット工		越水防止型	可変
9	吸水性土嚢		越水防止型	可搬
10	パネル		浸水防止型	可搬、可動
11	フローティング防水扉		浸水防止型	可動
12	陸閘	長良川	越水防止型	可動
13	ハイブリッドパネル	矢部川他	越水・浸水防止型	可搬
14	三角水のう		越水・浸水防止型	可搬

(1) 畳堤（揖保川 兵庫県）



(2) 畳堤 (長良川 岐阜県)



(3) 可搬式特殊堤防 (エルベ川・チェコスロバキア共和国)



旧市街地に設置された可搬式の特設堤防
(エルベ国際保護委員会提供)



Photo 3 Mobile levee in Prague

出典:「2002年ヨーロッパ水害調査報告書」財団法人河川環境管理財団

(4) 可搬式特殊堤防 (ライン川中流部: ドイツ・ドルマーゲン市)



可搬式洪水防御壁設置用のボルト穴



可搬式防御壁の組立て設置状況

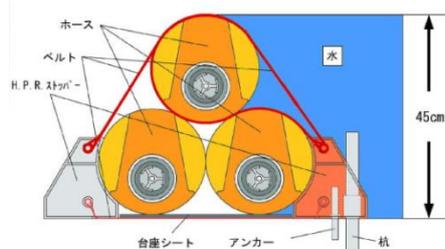


水防組合倉庫での部材格納状況

出典: 2002年ヨーロッパ水害調査報告書 財団法人河川環境管理財団

(5) エン・テク 3 T 水防工法 (設置箇所が固定されない浸水防止工法)

越水が予想される河川等の堤防上に、前もって、直径 25cm の円柱型ホース 3 本を正三角形に組上げて、H.P.R ストッパーと呼ぶ部材で設置面に固定し、高さ 45cm の応急仮設堰を迅速に構築するもの。



<http://www.entech.jp/index.htm> (エン・テク株式会社)
江戸川水害防止実施訓練の状況 (<http://www.entech.jp/tokutyou.htm>)

(6) シート掛け方式 (米ポータダム社製品)

複数の金属棒を立てかけてボルトでつないだ上から防水シートを固定して壁を作る仕組みで、土を詰め込む必要はない。



<http://www.portadam.com/Portadamfloodprot.htm> より

(7) 簡易パラペット工

(組み立て式のパラペット)



<http://www.kasen.net/suibo.htm> より

(8) ラバーマット工

(水を入れて膨らませる)



<http://www.kasen.net/suibo.htm>

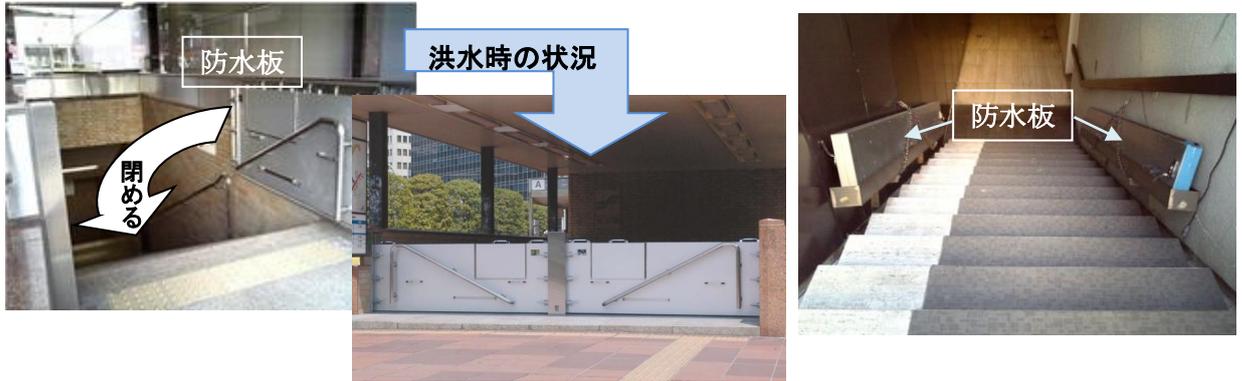
(8) 吸水性土嚢

「吸水バッグ」は、突然溢れ出た水、溜まった水を、短時間で吸収するシート。吸水スピードが早く吸収倍率も高いことから、突然の水も短時間 (約4分) で吸収する。



出典 : <http://www.alexgroup.com/disaster/goods/10010.htm> (アレックス 防災資料館) より文面修正

(9) パネル（建物・地下空間への浸水防止）



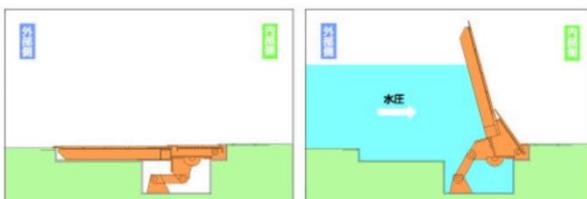
浸水防止版（JR 博多駅地下入口）

<p>止水板の設置（鶴見川流域） 港北区役所駐車場</p>  <p>止水板の設置（鶴見川流域）</p>  <p>防水扉の設置（地下鉄）</p> 	<p>1. 地下鉄出入口の止水板</p> <ul style="list-style-type: none"> ・現在の設置状況： 123駅、出入口総数753箇所のうち、115駅、487箇所 ・今後の予定： 出入口の改修工事等に合わせて全ての出入口に設置する予定 ・設置の考え方： 江東地区等の隅田川以東の地下駅出入口は全てに、また、隅田川以西においてはTP+3.1m以下の出入口（TP+3.1m以上であっても出入口周囲の地形・過去の浸水事例等を考慮）に、35cm×2段の止水板を設置 <p>* TP+3.1mは大正6年の東京湾の既往最大潮位</p> 
--	---

出典：http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/past_shinngikai/shinngikai/takashio/051214/ref3.pdf

(10) フローティング防水扉

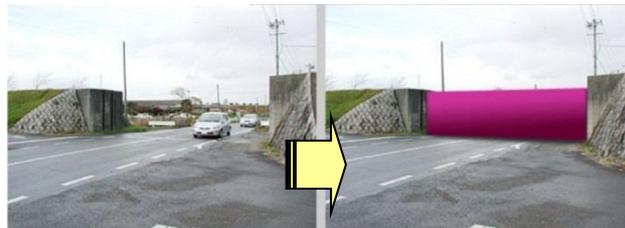
この防水扉は、浸入してくる水の浮力により立ち上り、水が引くと自動的に倒伏し、元の床面に収納される構造であることから、人の労力や電力・油圧などの動力源を必要としない。



出典：日本 FRP 株式会社 HP
<http://www.nihonfrp.co.jp/>

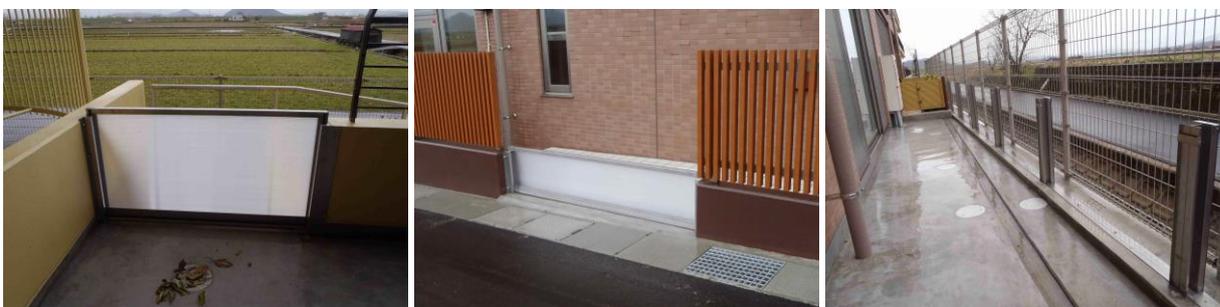
(11) 陸閘（市街地への氾濫流の浸水防止工法）

河川堤防、高潮堤防、輪中堤などの堤防を、平常時の通行確保のため、道路幅だけ切り欠いておき、洪水時等にはゲート等で、これを締め切って堤内への浸水を防ぐ施設。記載した写真は長良橋陸閘である。



出典： <http://www.cbr.mlit.go.jp/kisojyo/facilities/>（国土交通省 木曾川上流河川事務所ホームページより）

(12) ハイブリッドパネル（建物・堤内地への浸水防止）



介護施設（鳥取県）での適用



矢部川（福岡県） 沖端川（福岡県）

(13) 三角水のう（堤防の越水防止や建物への浸水防止）

三角水のうによる水防訓練



2015 総合水防演習 in 江の川（中国地方整備局）



2016 木曾三川連合総合水防演習（中部地方整備局）

3.3 特許調査による事例

河川堤防の越水防止を目的とする施設に関する外国特許の状況について、調査した。

調査方法は、外国の特許に関するデータベース（米国：IFIPAT、米国以外：DWPI）を用いて、1988年以降のデータを対象に実施した。その結果、合計172件（米国106件、米国以外66件）の特許が抽出された。これらのうち、内容が理解でき、かつ現実的と考えられる特許技術の内容について、44件選出し分類した。

選出した44件のうち、代表事例について第2章で定義したモバイルレビーの形態別（可搬式、可動式、可変式）に分類し、表3.4及び表3.5に示す。これより、外国特許事例においては、可搬式が最も多く、次に可動式が多い。

表 3.4 海外特許事例の分類（代表的な事例）

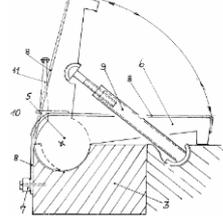
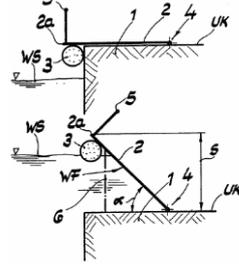
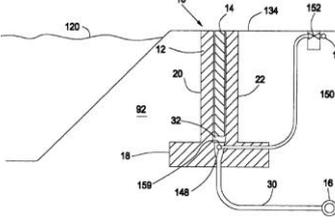
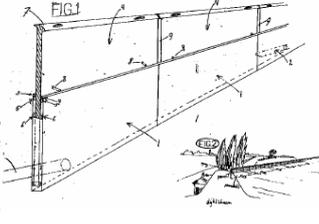
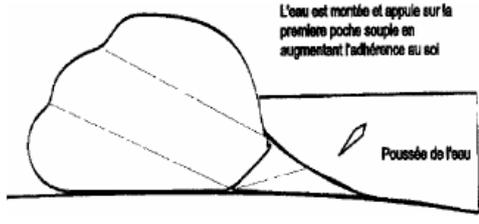
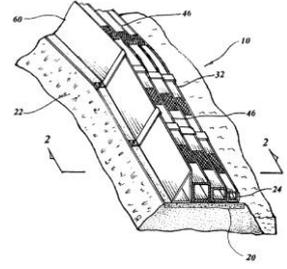
形態 作動方式	可搬式	可動式	可変式
ユニット積み重ね型	EA49 カナダ		
防水斜壁支持型	EA17 ドイツ EA60 ドイツ	EA26 ドイツ	
柱・壁体組み立て型	US60 アメリカ EA56 ドイツ		
単体ユニット・部材型	EA27 ドイツ		
フロート浮き上がり型		EA57 ドイツ	
浮力壁体立ち上がり型		US71 アメリカ EA62 オランダ	
長大チューブ積み重ね型			EA32 フランス
複合構造型	US100 アメリカ		

表 3.5(1) 海外特許事例のタイプ別分類

<p>ユニット積み重ね型（可搬式）EA49 カナダ</p> <p>水を入れた袋を積み重ねる。 下のシートにはアンカーが設けられ、袋の間はベルクロなどの滑り止めを貼ってある。</p>	
<p>防水斜壁支持型（可搬式）EA17 ドイツ</p> <p>傾斜した支柱の間にパネルを設置する。パネルの下端には止水パッキンを挟む。</p>	
<p>防水斜壁支持型（可搬式）EA60 ドイツ</p> <p>予め設けたポストホール及び基礎部に支柱を立て防水横板をはめ込み防水壁を作る。</p>	
<p>柱・壁体組み立て型（可搬式）US60 アメリカ</p> <p>予め土中に支柱のためのポストホールが設けてあり、支柱の間にパネルを組み入れる。</p>	
<p>柱・壁体組み立て型（可搬式）EA56 ドイツ</p> <p>H型鋼などの支柱を立て、フレキシブルなコルゲートタイプの壁体を組み立てる。</p>	
<p>単体ユニット・部材型（可搬式）EA27 ドイツ</p> <p>隣接する固体とかみ合う形に作られた水・砂利容器で、並べたり積み重ねたりすることができる。</p>	<p>1. Steine mit Nut und Feder 2. Klammerhalter 3. Schlackhalter 4. Ausfüllmaterial für Wasser 5. weiche Tische zur Befüllung mit schwerem Material</p>

注) () 内: 設置方式

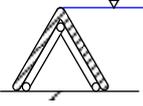
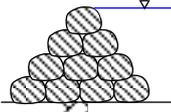
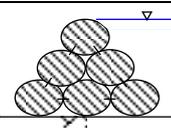
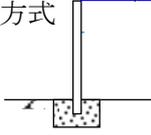
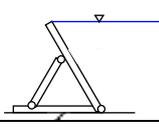
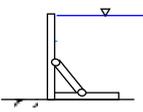
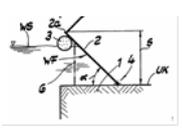
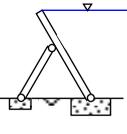
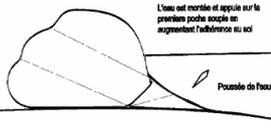
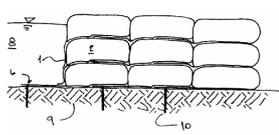
表 3.5(2) 海外特許事例のタイプ別分類

<p>防水斜壁支持型（可動式）EA26 ドイツ</p> <p>河岸縁石部に予め設けたベース上部に埋め込まれた防水壁が回転して立ち上がる。</p> <p>背面に水圧に対する支柱が設けられる。</p>	
<p>フロート浮き上がり型（可動式）EA57 ドイツ</p> <p>堤防表肩あるいは河岸に予め設置したフロートとパネルがあり、河川水の上昇でフロートが浮上し、パネルを立ち上げる。</p> <p>フロートとパネルの盛土肩部との位置関係には種々の形が考えられている。</p>	
<p>浮力壁体立ち上り型（可動式）US71 アメリカ</p> <p>鉄筋コンクリート製の収納体に収められている防水壁体の下部に注水すると、壁体が上方に押し上げられる。</p>	
<p>浮力壁体立ち上がり型（可動式）EA62 オランダ</p> <p>土中（堤防内）に設けられた溝の中に防水壁があり、河川水が上昇し、溝の中を上昇すると防水壁が浮力で持ち上げられる。</p>	
<p>長大チューブ積み重ね型（可変式）EA32 フランス</p> <p>3つの空間に仕切られている。地表に平におかれた状態から、ポンプを用いて順に水で膨らませ、立ち上がる。</p> <p>併設及び積み重ねもできる。</p> <p>何kmもの延長に用いることができる。</p>	
<p>複合構造型（可搬式）US100 アメリカ</p> <p>堤防天端に三角形の風除けパネルと背後のチャンネルで構成され、防水板を越流した場合に氾濫水を水路で排水する。</p>	

注) () 内：設置方式

既設事例及び特許事例調査をもとに、モバイルレビー（越水防止型）の代表的な構造形式を整理し、表 3.6 に示した。

表 3.6 モバイルレビーの構造形式

形態分類	堤体構造	特徴
可搬式	シート掛け方式 	外水圧を堤体自重で受け、安定を図る。
	土嚢方式 	同上
	袋体状方式 	同上
	ハイブリットパネル方式 	同上
	防水斜板支持方式 	同上
可動式	アングル方式 	外水圧を堤体で受けるとともに、外水圧によって堤体自身の安定を図る。
	フロート浮き上り方式 	河川水の上昇により、堤防天端に埋めたパネルのフロートがパネルを立ち上げる。
	衝立方式 	外水圧を壁状構造で受け、基礎部に伝達し、安定を図る。
可変式	水のう方式  L'eau est moulée et appuie sur le premier poche souple en augmentant l'élasticité du sac. Pochon de l'eau	地表に置かれた状態から、水で膨らませ立ち上げる。
	吸水方式 	突然溢れ出た水、溜まった水を短時間で吸収し、膨らむシート。

越水防止型

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。

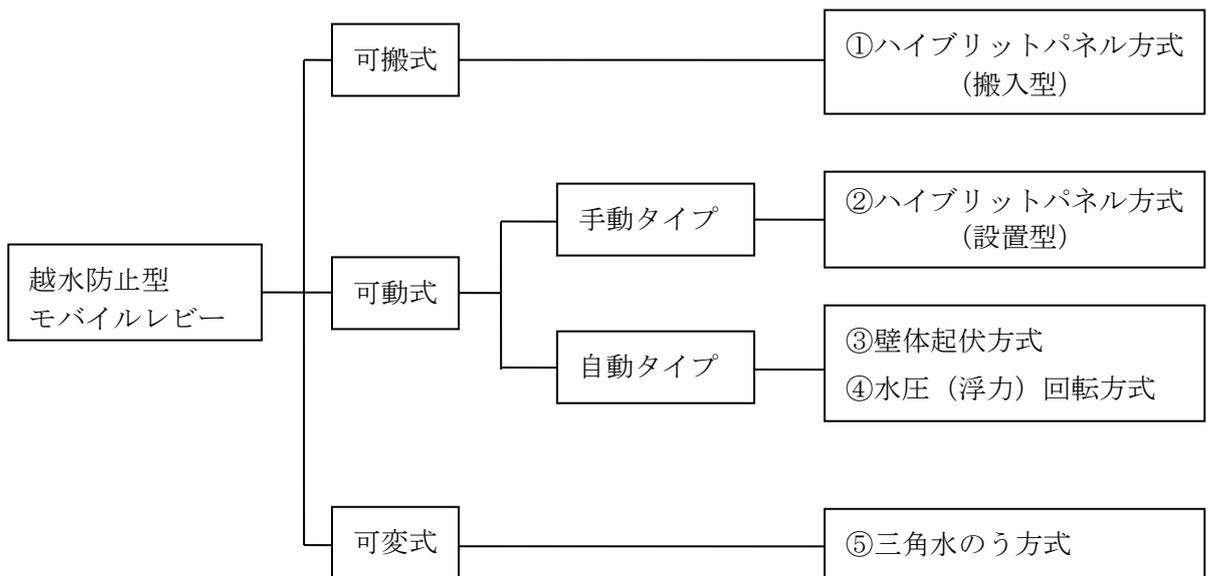
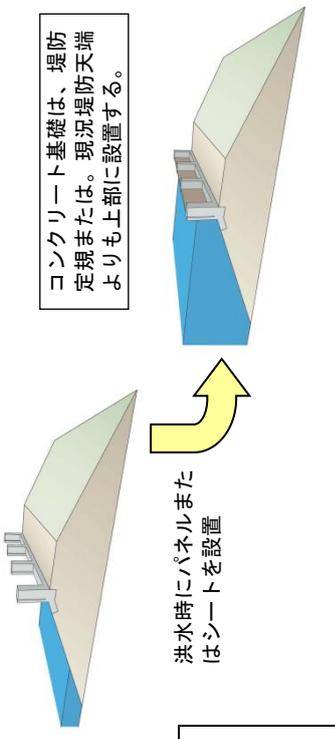
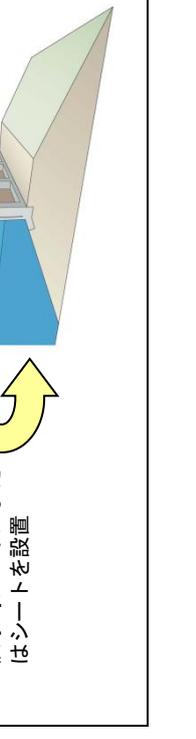
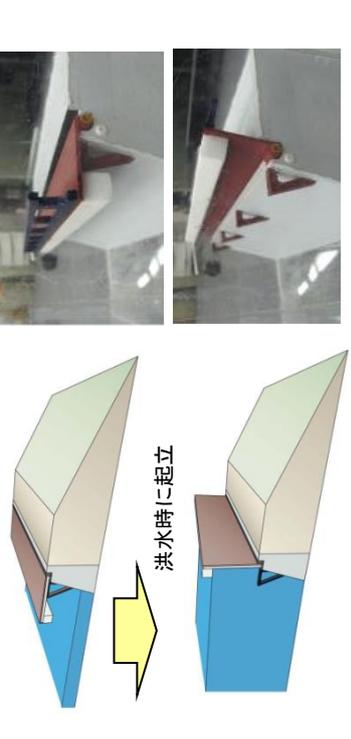
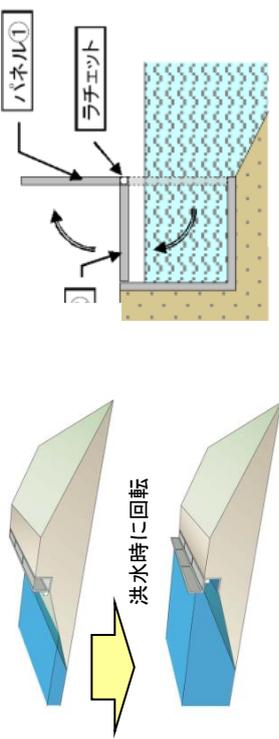
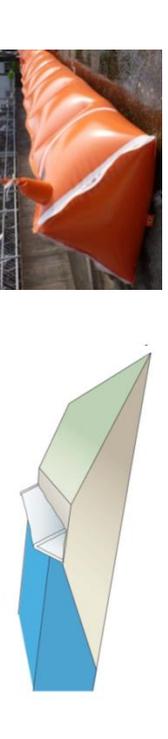


図 4.1 モバイルレビーの新たな構造形式 (5タイプ)

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)	<p>近代型たみ堤</p> <ul style="list-style-type: none"> ●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。 	 <p>洪水時にパネルまたはシートを設置</p> <p>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。</p>
可動式 (自立タイプ)	ハイブリット パネル方式 (設置型)	<ul style="list-style-type: none"> ●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。 	 <p>洪水時に起立</p>
可動式 (自立タイプ)	壁体起伏方式 (自立式)	<p>浮体起動・洪水水圧利用による回転型止水壁(洪水時)</p> <p>親水遊歩道(常時)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●フロートの浮力で止水壁が初期起動(回転が始動)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。 	 <p>洪水時に起立</p> <p>洪水時に回転</p>
可変式	水圧(浮力)回転 方式	<p>回転パネル起動による回転型止水壁</p> <ul style="list-style-type: none"> ●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。 	 <p>洪水時に回転</p> <p>パネル①</p> <p>ラチェット</p>
可変式	三角水のう方式	<p>近代型伝統的水防工法(土のう積み)に替わる水のう)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 ハイブリッドパネル方式（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 ハイブリッドパネル方式（搬入型）

(1) 機能と構造の概要

ハイブリッドパネル方式（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。

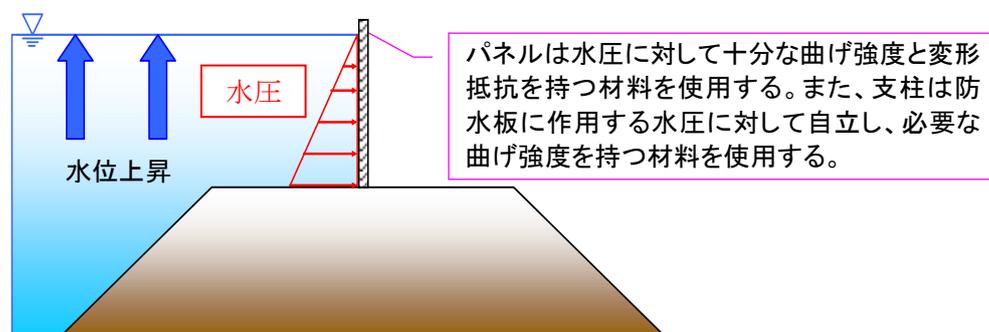


図 4.2 ハイブリッドパネル方式の設置イメージ
(水防活動等により設置)

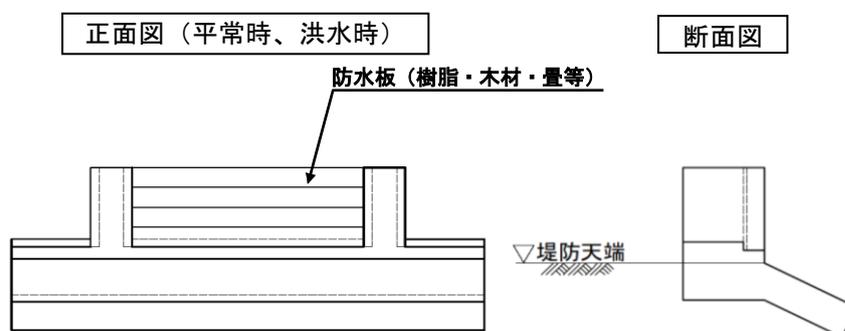


図 4.3 ハイブリッドパネル方式の一般的な構造

(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。

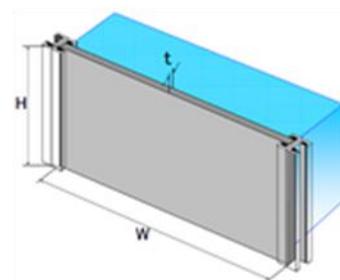
① 高強度板（塩化ビニル樹脂複合板）

- ・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)

4.2.2 三角水のう方式

(1) 機能と構造の概要

三角水のう方式は、遮水性の高い防水シートを用いており、注水後に三角形断面を保持できる袋体構造である。堤体の上（あるいは堤内地）に伸ばして敷設し、その後袋体の中に水を注入することで越水を防止する（あるいは流入防止や導流する）モバイルレベーターである。

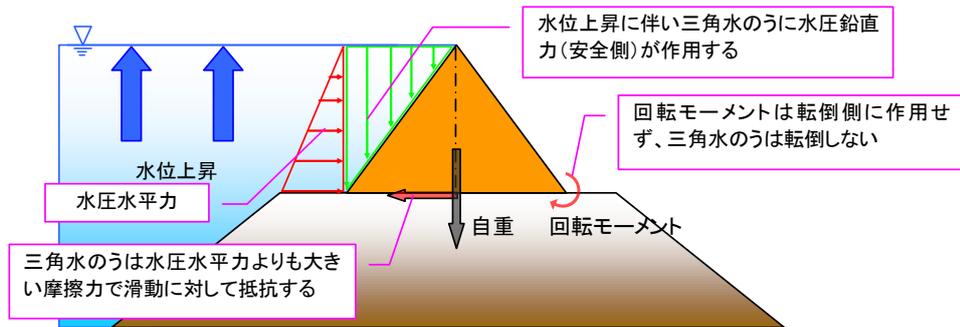


図 4.5 三角水のう方式のイメージ

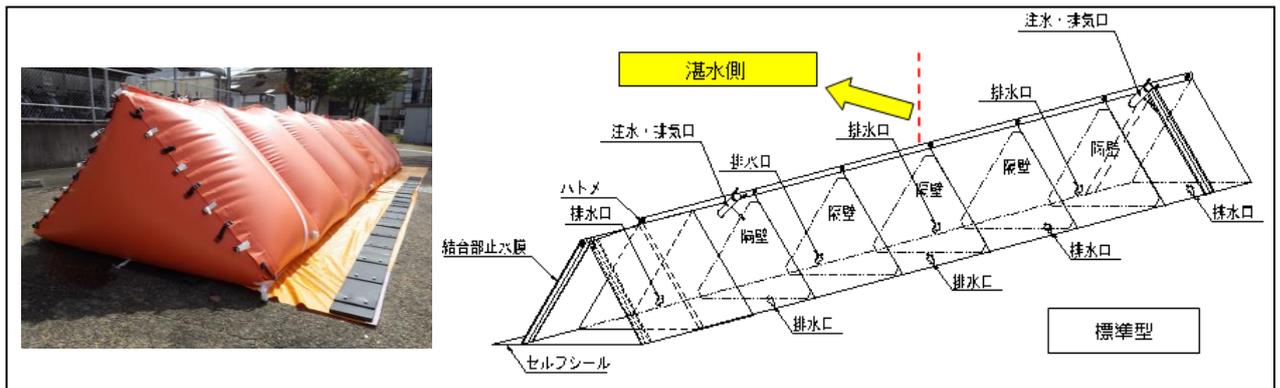


図 4.6 三角水のうの一般的な構造



図 4.7 三角水のうの設置手順

(2) 三角水のうの特徴

三角水のうは、充填材に水を用いることにより、以下のような特徴を有し、従来の土のうに比べ、設置作業の時間短縮、省力化に加え、長期間にわたり繰り返し使用可能であり経済面や環境面においても優れた特徴を有する。

- 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

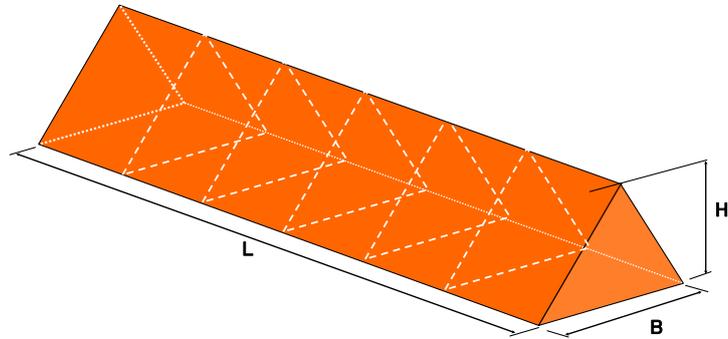
基本的には適用水深を超えないような場所で使用することが前提だが、適用水深を超える、あるいは越流する可能性のある場所では、転倒等の危険性が高くなることに留意して適用する必要がある。

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

5. モバイルレビー適用の考え方

5.1 モバイルレビーの位置づけ

モバイルレビーは、局所的な越水危険箇所に対し、暫定的あるいは応急的に越水防止するための施設である。「暫定的な治水施設」とする場合は、堤防の一部として機能させるが、適用範囲は時空間的に限定されるものとし、設置期間とともに、設置する延長と高さも制限される。一方「水防施設」とする場合には、従来の水防工法の代替機能を持たせる。

暫定的な治水施設とする場合または水防施設とする場合のそれぞれに求められる機能は表 5.1 に示すとおりである。

表 5.1 モバイルレビーの位置づけと求められる機能

位置づけ	期待する効果	構造体としての安全性	現堤防へ設置する場合の影響
暫定的な治水施設	一時的な嵩上げにより計画的に越水を防止する。 また、家屋や重要公共施設等への浸水を防止する。	一連区間の隣接する堤防と同等の安全性を有する。	浸透破壊の危険性の増大に対し、回避する対策を考慮する。また、一定期間据え置く場合は、据え置くことによって生じる現堤防への影響を回避する。(沈下対策、変状対策等)
水防施設	緊急時に、一時的な嵩上げにより越水を防止する。 また、家屋や重要公共施設等への浸水を防止する。	他の水防工法と同等以上の安全性を有する。	浸透破壊の危険性の増大など、設置に伴う現堤防への影響は考慮しない。

5.2 モバイルレビーの特徴

モバイルレビーは、「可搬」、「可動」、「可変」という形態特性を有しており、モバイルレビーの適用上の特徴は、以下の5つにまとめられる。

① 早期性：早期に治水効果が発現

用地面、景観面、利用面などの設置に関する合意形成が、築堤や特殊堤に比べて比較的容易で短期間で設置することができることから、早期に治水効果が実現される。

② 二面性の保持：平常時と洪水時における機能保持

景観、河川利用、生態系などへの配慮が重要視される場所では、平常時と洪水時において、堤防設置区域に求められる機能がそれぞれ異なることが想定される。築堤や特殊堤では、この二面性を保持することは困難であるが、モバイルレビーであれば洪水時と平常時の機能を双方満足することが可能である。

③ 省スペース：用地上の制約が少ない

用地上の制約が少ないため、周辺の建物や土地利用にほとんど影響を与えない。

④ 経済性：コスト縮減効果

用地費の大幅な減少が可能であり、築堤や特殊堤に比べコスト縮減効果が高い。

⑤ 柔軟性：段階的な対応に有効

応急的、暫定的、あるいは段階的整備の際の過渡的な越水防止対策としてモバイルレビーは有効であり、柔軟性に優れた施設といえる。

5.3 モバイルレビーの適用を検討すべき場所

モバイルレビーは、通常堤防や特殊堤に比して早期性、二面性、省スペース、経済性、柔軟性に優れていることから、残存している局所的越水危険箇所の早期解消や、浸水常襲地域の家屋等の浸水防止など、治水安全度の早期向上に有効である。

通常堤防や中小河川の掘込河道で余裕高が不足する区間の整備手法では、用地上の制約、景観面、河川利用面、生態系への影響等が支障となり未整備となっている箇所においても、モバイルレビーの特徴を活かすことが可能であり、適用を検討すべきである。

一方、堤内地においても、その地区の治水安全度を高めるには長い時間と莫大な費用を要するような浸水危険地帯や内水氾濫が頻発する地域ではモバイルレビーの適用を検討すべきである。モバイルレビーの特徴を活かすことで、家屋、重要公共施設および民間施設等への浸水防止を容易にし、地域防災力の向上に広く貢献することが可能である。

また、大規模災害後の緊急的な対応に関しても有効であり、その地域的な特徴や時間的な制約も踏まえて適用を検討すべきである。

5.3.1 河川区域での適用

河川区域においては、以下のような場所でモバイルレビーの適用が考えられる。

- ① 築堤のための用地確保が困難な場所で、地区の生活・生産基盤にできる限り影響させないで、早期に堤防の嵩上げが求められている箇所（家屋連担地区、都市中小河川、山間狭窄部など）
- ② 中小河川の掘込河道区間で余裕高が不足しているが、予算等の都合により整備が遅れている箇所
- ③ 通常の堤防や特殊堤では、景観、河川利用、生態系への影響が懸念され、堤防の設置が未整備になっている箇所（景勝地、自然環境保全地域など）
- ④ 整備事業の進捗等により特定の区間において一時的に越水の危険性が高くなっている箇所
 - ・ 橋梁の架け替えができずに、一部の区間の築堤が未整備となっている箇所
 - ・ 流下阻害要因となっている横断工作物の改修に時間を要しており、局所的な水位上昇が懸念される箇所
 - ・ 整備段階において隣接する堤防高に差が生じている箇所など

5.3.2 堤内地での適用

堤内地においては、以下のような場所でモバイルレビーの適用が考えられる。

- ① 浸水常襲地帯であるが、既定の治水計画では長い年月と莫大な費用を要する地域であり、地区を限定した盤上げや輪中堤の設置も考えられるが、生活環境を変えないで浸水被害を軽減することが求められている地区
- ② 地下空間やライフライン系設備、危険物保管施設などの重要施設で、浸水の危険性を低減させる必要のある箇所
- ③ 浸水すると経済的に損失が生じる民間施設

これらのモバイルレビーの適用場面における設置イメージを以下に示す。

表 5.2 モバイルレビーの適用場面における設置イメージ

適用場所		モバイルレビーの特徴	設置イメージ
河川区域	1) 堤防の設置スペースが狭く、築堤のための用地確保に課題のある箇所(山間狭窄部、家屋連担地区など)	早期性、経済性	②、④、⑤、⑧
	2) 中小河川の掘込河道区間で余裕高が不足しているが、予算等の都合により整備が遅れている箇所	省スペース、二面性	
	3) 景観、河川利用、生態系への影響が重要視される箇所(景勝地、自然環境保全地域など)	早期性 二面性	①、⑥
	4) 整備段階において一時的に堤防高が低い箇所(橋梁横断部など)	早期性 柔軟性	③
堤内地	1) 浸水常襲地帯であるが、治水安全度向上に長期間有するため、浸水被害を限定的に防止する特定地区	早期性 柔軟性、二面性	⑦、⑩
	2) 重要施設であり、浸水の危険性をより回避する必要のある箇所(地下空間など)	早期性 省スペース、二面性	⑤、⑧、⑨

(注) 設置イメージ欄の丸数字は次頁以降のモバイルレビー設置イメージ番号を表す。

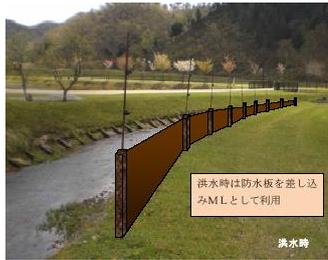
モバイルレビー設置イメージ①：景勝地の湖岸の越水防止（ハイブリットパネル方式）				
適用目的	湖岸景観保全が望まれており、かつ軟弱地盤条件であることから、安価かつ早期に安全度を確保する方策として湖岸堤にモバイルレビーを適用する。			
設置区間	特殊堤整備区間 3.0k の内、現況堤防高または堤内地盤高が計画堤防高以下の 1.2km 区間			
設置高さ	堤防の不足する高さとなる 0.12m～2.04m			
有効性	湖岸の景観、土地利用の保全、構造の簡易性、施工面から安価でかつ、早期に治水効果を発揮することができる。			
イメージ	構造タイプ	構造イメージ図	平常時	洪水時
	ハイブリット パネル			

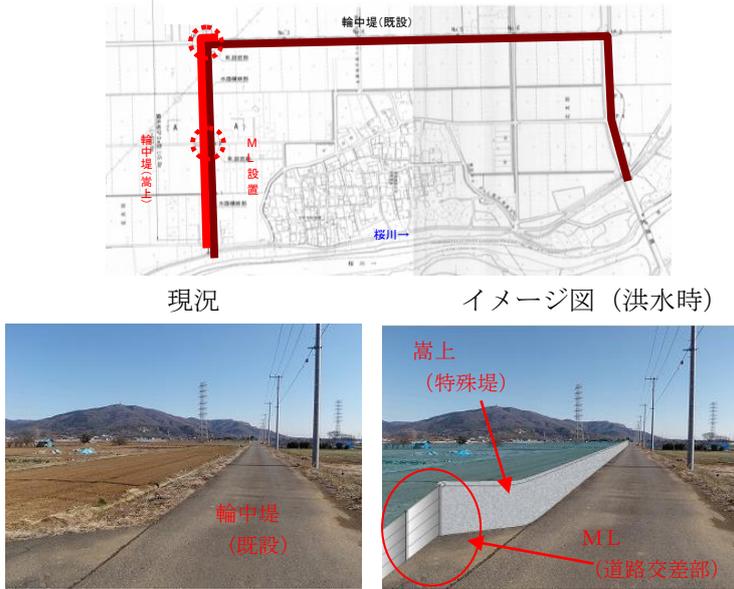
モバイルレビー設置イメージ②：無堤部集落の浸水防止（ハイブリットパネル方式）	
適用目的	浸水区域内に点在する家屋の浸水防止を目的とし、輪中堤に替わり、治水効果早期発現並びに経済性等の観点から適用する。
設置区間	家屋がまとまって存在する区域を守るように設置（輪中堤の機能）
設置高さ	浸水被害の軽減目標外力を HWL とし、縦断的な宅盤高との差を考慮して 1m 程度とする。
有効性	土堤方式の輪中堤よりも早期に一定の安全度が確保される 水防活動を通じて地域コミュニケーションの活性化も期待される 県道接続、避難路確保に工夫が必要
イメージ	

モバイルレビー設置イメージ③：高潮区間の越水防止（三角水のう方式）	
適用目的	河川と海岸で同一の治水安全度確保を目的とし、高潮に対する治水効果を早期に発現させるためにモバイルレビーを適用する。
設置区間	他事業との整合が取れていない区間（L=650m）
設置高さ	1.0m（上下流区間の完成堤防高差）
有効性	他事業と治水安全度の整合が図れ、治水安全度の早期発現や経済的メリットがある。
イメージ	

モバイルレビー設置イメージ④：家屋連担地区の越水防止（ハイブリットパネル方式）	
適用目的	暫定改修が終了しているが、今後、改修の予定がなく、超過洪水に対する浸水被害軽減のための施設としてモバイルレビーを適用する。
設置区間	片岸 80m、両岸で 160m 未改修区間 140m（改修区間 620m）の内、計画高水流量流下時の氾濫想定区間
設置高さ	0.5m
有効性	家屋連担地域で水防活動スペースに制約があり、転落防止施設を活用する。
イメージ	<p>現況（平水時）</p> <p>イメージ図（洪水時）</p>

モバイルレビー設置イメージ⑤：都市部の河川越水防止・建物浸水防止（ハイブリットパネル方式）			
適用目的	内外水複合氾濫による被災を受けており、越水防止と重要保全施設（駅等）への浸水防止を目的に、モバイルレビーを適用する。		
設置区間	下流区間、建物出入り口		
設置高さ	最大 1.0m		
有効性	景観上、利用面から優れており、コスト縮減も可能で早期に効果を発現することが可能		
イメージ		①越水防止	②浸水防止
	設置区間	相対的に流下能力が小さい下流区間に設置する。	各建物への浸水防止を目的とし、建物周囲に設置する。
	設置高さ	堤内地盤との高低差が最大 1m 程度となるよう、ガードレールの活用を踏まえて H=1.0m とする。	内外水複合氾濫解析の結果、浸水深は概ね 50cm 以下であるものの、所々 50cm を上回る浸水深が生じているため、設置高さを H=1.0m とする。
	構造形式	防水板を用い、ガードレールを活用した上で構造上の安定性及び水密を確保する構造とする。	水防活動時に適用可能な構造、かつコスト面を考慮して可搬式 ML が考えられる。
	イメージ図		

モバイルレビー設置イメージ⑥：公園が隣接する河川の越水防止（ハイブリットパネル方式）	
適用目的	破堤被災を受け、築堤および河道掘削が計画されている。財政状況により整備完了が未定であり、治水安全度確保を目的としてモバイルレビーを適用する。
設置区間	堤防高が部分的に低い区間、流下能力が不足する区間
設置高さ	1.0m
有効性	①区間：コスト的に優位であり、治水効果の早期発現が可能。 ②区間：公園からの景観を含めた治水対策となるが、コスト的メリットはない。
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>イメージ図（平水時）</p>  <p>平常時は天端通路の欄として活用</p> <p>平水時</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>イメージ図（洪水時）</p>  <p>洪水時は防水板を差し込みMLとして利用</p> <p>洪水時</p> </div> </div>

モバイルレビー設置イメージ⑦：輪中堤嵩上げによる浸水防止の強化（ハイブリットパネル方式）	
適用目的	一部低くなっている輪中堤の道路交差部の嵩上げにモバイルレビーを適用する。嵩上げすることで治水安全度（輪中堤内の家屋浸水の防止）が向上する。
設置区間	輪中堤の道路交差部の道路幅（約 6m×2 箇所）
設置高さ	1.0m
有効性	既設輪中堤の道路交差部にモバイルレビーを設置することで、追加の用地買収が不要となり、住民の合意形成が図りやすい。
イメージ	 <p>The image block contains a map and two photographs. The map at the top shows a road intersection with a red outline indicating the '輪中堤 (既設)' (existing mobile levee) and 'ML 設置' (mobile levee installation) points. Below the map are two photos: '現況' (current state) showing a road and a '輪中堤 (既設)' (existing mobile levee), and 'イメージ図 (洪水時)' (imagery during flood) showing the '高上 (特殊堤)' (raised special levee) and 'ML (道路交差部)' (mobile levee at road intersection).</p>

モバイルレビー設置イメージ⑧：大規模震災地域において ML 設置が有効な箇所（三角水のう方式など）	
(例1) 地盤沈下し海水で浸水するようになった学校の正門	
<p>学校正門のように出入りが頻繁な箇所には、設置や取り外しが容易（二面性）であるモバイルレビーは有効である。例えば土囊の場合、設置の繰り返しは重労働であり、また、常設すると登下校時の安全性確保が困難である。</p>	 <p>A photograph showing a school gate completely submerged in floodwater, illustrating the need for mobile levees in such areas.</p>
(例2) 津波で破壊された河川の特設堤	
<p>特設堤に建物が近接しており、設置スペースがないため、土囊では高さや止水性を十分に確保できていない。省スペースで設置が可能なMLは有効である。</p>	 <p>A photograph showing a mobile levee installed at the base of a building, demonstrating its use in space-constrained areas.</p>

モバイルレバー設置イメージ⑨：企業等の入口部における浸水防止の強化（三角水のう方式など）	
適用目的	企業等は、敷地境界の塀などによって浸水を防ぐことができるが、玄関口など切れ目になる箇所には三角水のうを設置することで、浸水防止機能が向上する。
設置区間	堤内地の企業等の入り口部
有効性	平常時は玄関口に設置されないため利用面で優れており、コスト縮減も可能で早期に効果を発現することが可能
イメージ	

モバイルレバー設置イメージ⑩：堤内地低地部の浸水防止の強化（三角水のう方式）	
適用目的	堤内地の地盤高が相対的に低い区間などは、三角水のう等の活用により、道路での貯留と排水ポンプ等により家屋の浸水防止機能が向上する。
設置区間	河川沿いの相対的に地盤が低い区間
有効性	用地買収が不要で、道路利用にも影響しないことから合意形成が得られやすく、早期に効果を発現することが可能
イメージ	

5.4 モバイルレビーの治水施設としての適用にあたっての検討事項

モバイルレビーには暫定的な治水施設と水防施設があるが、水防施設は通常、明確な構造上の基準によらず、経験的に設置されている。このため、以下では、ある一定期間の治水施設として取り扱う暫定的な施設を対象として、モバイルレビー設置による影響の検討方法について示す。

モバイルレビーを暫定的な治水施設とする場合は、目標安全度を計画的かつ確実に確保するとともに、通常堤防や特殊堤と同様に、経済性、地域社会への影響、環境への影響等についても検討する必要がある。

また、モバイルレビーを設置することで、上下流区間での越水や破堤の危険性、あるいはモバイルレビーを設置する現堤防の破堤の危険性が增大する恐れがないかを検証する必要がある。上下流区間への影響や現堤防への影響が想定される場合は、その対策も同時に講ずることを原則とする。

5.4.1 治水対策の比較検討

有識者会議中間答申では、河川を中心とした対策に加え流域を中心とした対策を含めて幅広い治水対策案を検討することが重要であるとし、26の施策案が提示されている。この中の「堤防のかさ上げ」の中にモバイルレビーが位置づけられている。よって、モバイルレビーを治水対策案とする場合は、有識者会議中間答申の考え方に基づいて、安全度、コスト、実現性、持続性、柔軟性、地域社会への影響、環境への影響を評価軸に、他の治水対策案と比較検討する必要がある。

モバイルレビーは、早期性、二面性、省スペース、経済性、柔軟性に優れた施設であり、通常堤防や特殊堤では早期に対策できなかった局所的越水箇所等において、有効な治水対策として適用できる可能性を十分に有しているものである。

【有識者会議中間報告における治水対策案評価軸】

- 安全度（目標洪水の安全の確保、目標を上回る洪水の発生時の状態、段階的な安全度の確保、効果の及ぶ範囲等）
- コスト（完成までに要する費用、維持管理に要する費用、その他の費用等）
- 実現性（土地所有者等の協力の見通し、その他の関係者との調整の見通し、法制度上の観点からの実現性の見通し、技術上の観点からの実現性の見通し等）
- 持続性（将来にわたって持続可能か等）
- 柔軟性（地球温暖化に伴う気候変化、社会環境の変化、将来の不確実性に対する柔軟性等）
- 地域社会への影響（事業地及びその周辺への影響、地域振興への効果、地域間の利害の衝平への配慮等）
- 環境への影響（水環境への影響、生物多様性の確保及び流域の自然環境全体への影響、土砂流動への影響、景観・人と自然の豊かな触れ合いへの影響等）

5.4.2 モバイルレビー設置による影響検討

(1) モバイルレビーの高さと設置延長の考え方

モバイルレビーを暫定的な治水施設として適用する場合には、上下流河道の整備状況や今後の改修予定も十分に考慮して設置高さや延長を設定していくことが重要である。

モバイルレビーの高さは、隣接する堤防の安全度と同等の安全度を確保する高さとするが、原則として余裕高以下に設定する。

また、モバイルレビーは堤防上に長い区間設置するものではなく、一連区間の堤防の整備状況を十分に調査した上で安全度が局所的に低い一部の区間に適用することを基本とする。

(2) 現況堤防への影響

モバイルレビーの設置により、洪水時の河道内水位は上昇する可能性があり、動水勾配が大きくなり、堤防の安全性を低下させる恐れがある（図 5.1）。

このため、モバイルレビー設置時には、既存堤防の安全性評価を実施し、モバイルレビーを設置したとしても堤防の安全性が確保できているか確認することが重要である。

また、堤防の安全性評価検討結果を踏まえ、必要に応じてドレーン工や地盤改良など別途対策を実施し、堤防としての安全性を確保できる適切な対策を実施する必要がある。

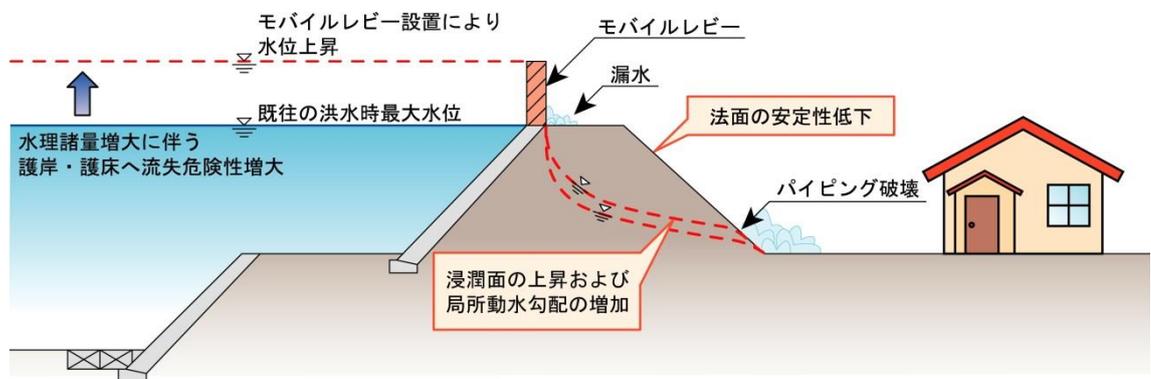


図 5.1 モバイルレビーを設置することによる現況施設への影響

(3) 上下流への影響

洪水時に上流から堤防天端一杯に流れてきた場合を想定すると、モバイルレビーを設置することにより、設置区間においてはこれまで以上の流量が流下する可能性があるため、下流への流出量の増大や、上流の水位上昇が懸念される。

このため、モバイルレビー設置においては、現況の上下流バランスに配慮した計画とするとともにモバイルレビー設置により変化する水理諸量を適切に評価し、既存の周辺構造物の安全性に影響を及ぼさないことを確認することが重要である（図 5.2）。

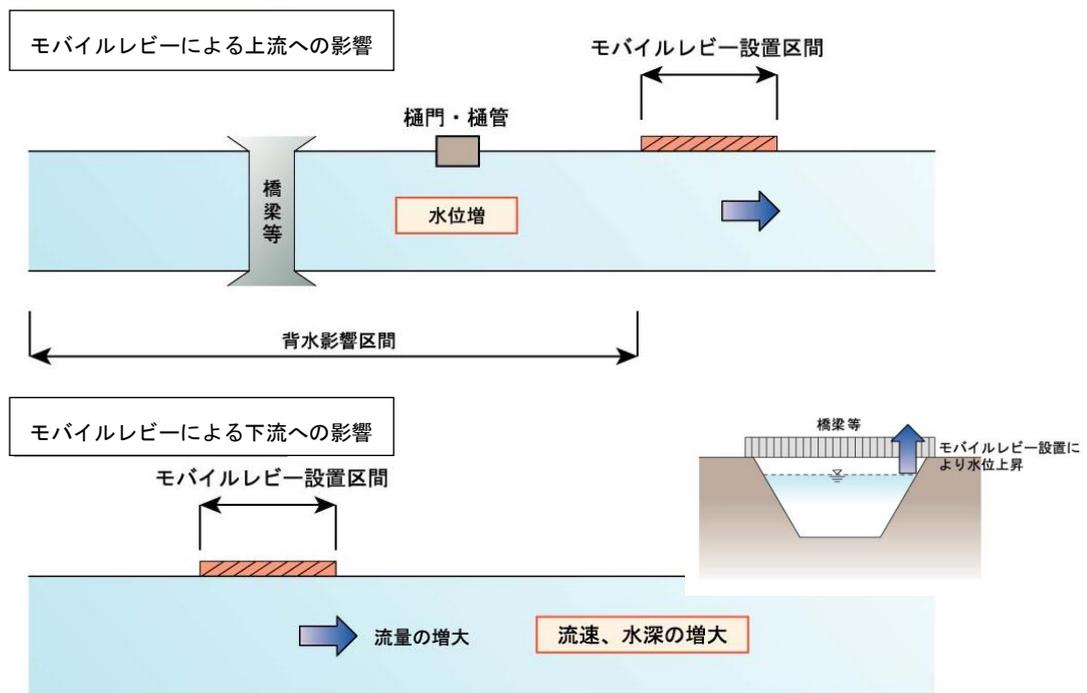


図 5.2 モバイルレビーを設置することによる上下流河道への影響

この流出量増大により、上下流の既存施設の安全性が低下する可能性がある場合は、各施設の安全性照査を行い、必要に応じて適切な補強対策等を実施する必要がある。着目する施設としては、以下の施設が挙げられる。

《考慮すべき影響工作物》

- ①堤防（流出形態の変化に伴う、堤防の浸透に対する安全性）
- ②樋門・樋管（構造と現操作規則への影響）
- ③堰・水門などの河川横断工作物（構造と現操作規則への影響）
- ④橋梁・水管橋などの横断工作物（流量増大に伴うクリアランス）
- ⑤河岸浸食（流量増大に伴う流速変化による護岸の必要性等）
- ⑥既存護岸（流量増大に伴う流速、水位の変化に対する安定性）

6. モバイルレビーの設計

モバイルレビーは、治水目標に対して堤防高が局所的に不足する区間の越水防止を目的とした治水施設、あるいは堤防決壊の危険性や堤内地施設の浸水の可能性を低減するための水防施設である。このため、施設設計では、目標条件となる外力（設計水深）に対して、設置目的に応じた要求機能を確保させるとともに、モバイルレビー設置により既存堤防や周辺施設に影響が生じない構造であることが必要条件となる。

本章では、開発したモバイルレビーを対象に、設計外力、照査方法について検討事例を示した。

なお、安全率や照査指標についてはあくまで参考値を示したものであり、施設の要求機能や場の状況に応じて、施設管理者と十分協議のうえ設定することが必要である。

6.1 設計の基本的な考え方

6.1.1 代表的なモバイルレビーの適用区分

本書で対象とするモバイルレビーの適用区分は、下表のとおり、治水施設や水防施設としてパラペット的な擁壁構造となるハイブリットパネル構造と、水防施設となる土のう型の機能を有する三角水のう構造に区分される。

なお、水衝部や急流河川などの高流速区間や流木などの流下物が課題となる河川では、流下物の衝撃等の特殊荷重が掛かるため、本施設の適用には、各対象河川の特徴を踏まえ、十分に留意して判断することが必要である。

表 6.1 代表的なモバイルレビーの適用の考え方

モバイルレビーの構造	ハイブリットパネル構造		三角水のう構造
モバイルレビーの位置づけ	治水施設	水防施設	
構造特性から見た適用区分	本構造は、人力により設置するため、設置に必要なとなる時間が確保できる箇所(到達時間の長い河川・湖・堤内地、及び設置に必要な時間前に水位上昇が予測できる河川・湖・堤内地)に適用する。	本構造は、人力により設置するため、設置に必要なとなる時間が確保できる箇所(到達時間の長い河川・湖・堤内地、及び設置に必要な時間前に水位上昇が予測できる河川・湖・堤内地)に適用する。	本構造は、人力により設置するため、設置に必要なとなる時間が確保できる箇所(到達時間の長い河川・湖・堤内地及び、設置に必要な時間前に水位上昇が予測できる河川・湖・堤内地)で、かつ、起伏に必要なとなる水源及び給水設備が確保できる場合に適用する。
適用高さ	部材の強度を確保することで様々な高さに対応することが可能である。河川堤防として用いる場合は、特殊堤の構造原則に従い、余裕高以下を基本とする。	部材の強度を確保することで様々な高さに対応することが可能である。	製品の規格により規定されるが、原則、余裕高以下とする。なお、安全な水防活動が可能となるスペースを確保することが必要となる。

6.1.2 モバイルレビーの安全照査指標

モバイルレビーの構造は、河川区域や堤内地などに設置する自立構造であり、特殊堤と類似している。『河川砂防技術基準(案)設計編 I (P9)』では、特殊堤に求められる性能を以下の通り規定している。

特殊堤は、河川特性、地形、地質等を考慮してその形式を選定するとともに、堤防としての機能と安全性が確保される構造となるよう設計する。

本構造を河川区域に使用する場合は、特殊堤と同様に計画高水位以上の余裕高部分に用いることが望ましいが、モバイルレビー適用の緊急度が高い区間は、計画高水位よりも堤防が低い箇所であると想定される。また、堤内地に利用する場合も想定浸水深より低い箇所にモバイルレビーが適用されると想定される。

そこで、モバイルレビーの設計は、河川や堤内地の水理特性に応じた設計条件の検討を行い、想定される荷重条件下において自立し、沈下、滑動、転倒に対して安全な構造となる設計を行い、ならびに構造物周辺の洗掘、浸食に対しても安全を確保するものとする。

また、既存堤防上に設置する構造の場合は、モバイルレビーによる嵩上げを考慮した条件でも既存施設（堤防、護岸等）の安全基準を満足できるようにする。

ただし、モバイルレビーは、擁壁タイプの特殊堤と異なり恒久的でなく、復旧が容易な施設であることから、地震外力は考慮しない。

モバイルレビー構造体及び既存堤防に対する設計上の安全率や照査指標は、施設管理者と協議して設定する。暫定的な治水施設における安全照査指標の参考として、恒久施設の場合によく用いられる基準値を表 6.2 に示す。一方水防施設は、経験的な要素が強いため参考となるような基準値はないが、表 6.2 より安全度を下げて設定することが妥当である。

表 6.2 恒久施設によく用いられる安全照査指標（参考値）

項 目		安全率・照査指標
モバイルレビー本体 (出典：河川砂防技術 基準(案)設計編 I、 P82)	基礎	3
	転倒	合力の作用点が中央 1/3 以内
	滑動	1.5
	曲げ圧縮応力度	使用部材の許容応力度以下
	せん断応力度	使用部材の許容応力度以下
既存堤防 (モバイルレビーによ る水位上昇考慮)	すべり破壊（裏のり）	安全率 $F \geq 1.2 \times \alpha_1 \times \alpha_2$ α_1 ：築堤履歴による割増係数 α_2 ：基礎地盤による割増係数
	すべり破壊（表のり）	安全率 $F \geq 1.0$
(出典：河川堤防の構造 検討の手引き、P47)	パイピング破壊（砂質土）	局所動水勾配 $i < 0.5$
	パイピング破壊（粘性土）	安全率 $G/W > 1.0$

また、構造検討時の設計・土質定数は、適切に調査を実施して設定することが望ましいが、調査資料等が不足している場合は、下表の値を参考に設定する。

表 6.3 地盤支持力および摩擦係数

基礎地盤の種類		許容支持力 (kN/m ²)		摩擦係数	備考	
		常時	地震時		qu (k N/m ²)	N 値
岩盤	亀裂の少ない均一な硬岩	981	1470	0.7	9810 以上	-
	亀裂の多い硬岩	558	883	0.7	9810 以上	-
	軟岩、土丹	294	441	0.7	981 以上	-
礫層	密なもの	558	883	0.6	-	-
	密でないもの	294	441	-	-	-
砂質	密なもの	294	441	0.6	-	30~50
	中位なもの	196	294	0.5	-	15~30
粘性土	非常に堅いもの	196	294	0.5	196~392	15~30
	堅いもの	98.1	147	0.45	98.1~196	8~15
	中位なもの	49	73.5	-	49~98.1	4~8

出典：河川砂防技術基準(案)設計編Ⅰ P80

表 6.4 コンクリートの許容応力度 (N/mm²) {kgf/cm²}

使用場所	設計基準強度	許容曲げ圧縮応力度	許容付着応力度	許容せん断応力度
現場打ち鉄筋コンクリート	24 {240}	8.0 {80}	1.6 {16.0}	0.39 {3.9}
現場打ち無筋コンクリート	18 {180}	4.5 {45}	許容引張応力度 0.23 {2.25}	0.33 {3.3}
プレキャスト	30 {300}	-	-	-

出典：土木構造物設計マニュアル P25

表 6.5 鉄筋の許容引張応力度 (N/mm²) {kgf/cm²}

応力度、部材の種類		鉄筋の種類	SD345
引張応力	荷重の組合せに衝突荷重を含まない場合	一般の部材 ^(※1)	180 {1800}
		厳しい環境下の部材 ^(※2)	160 {1600}
	荷重の組合せに衝突の影響を含む場合の許容応力度の基本値		200 {2000}
	鉄器の重ね継手長あるいは定着長を計算する場合		200 {2000}

※1 通常的环境や常時水中、土中の場合

※2 一般的环境に比べて乾湿の繰り返しが多い場合や有害な物質を含む地下水位以下の土中の場合

出典：土木構造物設計マニュアル P25

6.2 設計外力

6.2.1 治水施設における設計外力

一般的な設計外力は、平常時、洪水時、地震時などに分類されるが、モバイルレビーは、施設機能時は洪水時が対象となるため、洪水時の荷重に対して安全性を確保することを基本とする。

ここでは、治水施設の代表的な構造形式であるハイブリットパネル構造における設計外力について、下表に示す通り整理した。

表 6.6 モバイルレビー設計外力

計画規模	治水施設
構造タイプ	ハイブリットパネル構造
自重	○
土圧	○(下部工)
静水圧	○
波圧	△(湛水域、川幅の大きい河川、湖沼)
揚圧力	○
群集荷重	×
衝撃荷重	×
風荷重	●(静水圧と比較)
雪荷重	×
温度変化	×

※ ○：考慮すべき荷重、●：比較して考慮すべき荷重、△：適用場所に応じて考慮すべき荷重、▲：地域、設置環境、構造、利用目的に応じて考慮すべき荷重、×：考慮する必要のない荷重

(1) 自重

モバイルレビーの材料単体重量により計算する。なお、材料等が明確でない場合の設計時には、下表の値を参考に設定する。

表 6.7 材料の単位体積重量(参考)

材料名	単位体積重量
鉄筋コンクリート	24.52kN/m ³
無筋コンクリート	23.05kN/m ³
土(空中)	17.65kN/m ³
土(水中)	9.81kN/m ³
鋼、铸鋼、鍛鋼	76.98kN/m ³
铸鉄	71.10kN/m ³
砂、砂利、碎石	18.63kN/m ³
セメントモルタル	21.08kN/m ³
石材	25.50kN/m ³
木材	7.85kN/m ³
瀝青材	10.79kN/m ³
瀝青舗装	22.56kN/m ³

出典：河川砂防技術基準 設計編 I P82

(2) 土圧

モバイルレビーは、堤防天端に設置する自立構造を基本とすることから、考慮しないが、下部工を設置する構造では、その背面に働く土圧をクーロン式等により算定する。

(3) 静水圧

モバイルレビーの設置箇所の平常時、洪水時の水位について検討して設定することも考えられるが、施設特性上、設置高さまでの安全性を有する必要があるものと判断し、壁体上端までの水位を対象とする。

また、本書では、モバイルレビーの設置箇所として、水衝部などの流況の乱れが大きく、高流速区間を対象としていないことから、動水圧は考慮する必要はない。

$$P = W_0 h$$

ここに、P:静水圧、W₀:水の単位体積重量、h:水深

(4) 波圧

河口部、湖岸部など供用期間中に風波による衝撃砕波圧等の発生が懸念される箇所は、考慮する必要があるが、通常部では、静水圧のみで問題ないと判断することが多い。

(5) 揚圧力

揚圧力は、水位差が生じる場合に考慮する。

(6) 風荷重

仮設時の風速を算定し、荷重計算を実施するものとするが、静水圧と風荷重の大きい方で構造照査の対象荷重とする。なお、風荷重は、『河川砂防技術基準(案) 設計編 I P79』を参考に 300kgf/m^2 (2942N/m^2) とすることが多い。

6.2.2 水防施設の設計外力

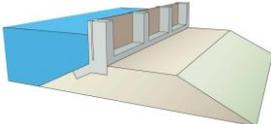
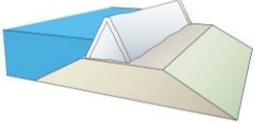
水防活動で用いる土のうは、緊急時に仮設堤防として設置する構造であり、また、これまでも安定計算などを実施した上で設置していない構造である。このため、本書に記載した三角水のうやハイブリッドパネル(水防施設)は、洪水時水位に対して安定性が確保されていれば、同等施設となることから、設計外力は、静水圧、揚圧力と自重を対象とする。

6.3 構造照査方法

6.3.1 構造照査項目

モバイルレビエの構造照査は、構造タイプに応じて以下の通り実施する。各構造照査方法については、次項にまとめる構造照査事例を参考にされたい。

表 6.8 構造タイプ別構造照査項目

構造タイプ	構造特性	照査方法
<p>・ハイブリットパネル方式</p> 	外水圧を壁状構造で受け、基礎部に伝達し、安定を図る。	<p>■擁壁（下部工）の安定照査 （滑動・転倒・支持力）</p> <p>■柱体の応力照査</p> <p>※パネルは製品の適用水深を確認することとし、照査は省略してもよいものとする。</p>
<p>・三角水のう方式</p> 	外水圧を堤体自重で受け、安定を図る。	<p>■本体の安定計算 （滑動・転倒・支持力）</p>

6.3.2 構造照査事例

2種類のモバイルレビーについて行った構造照査事例を以下に示す。ハイブリッドパネルについては治水施設と水防施設の位置付けで、三角水のうについては水防施設の位置付けで照査をおこなった。

表 6.9 照査事例一覧表

事例番号	形状	位置付け	設計水深	摩擦係数の仮定値※	粘着力の仮定値※	滑動安全率の仮定値※
1	ハイブリッドパネル (前垂れ有り)	治水	0.8m	0.6	見込まない	1.5
2	ハイブリッドパネル (前垂れ無し)	治水	0.6m	0.6	見込まない	1.5
3	ハイブリッドパネル (前垂れ無し)	水防	0.8m	見込まない	5kN/m ²	1.2
4	ハイブリッドパネル (前垂れ無し)	水防	0.6m	見込まない	5kN/m ²	1.2
5	三角水のう (標準型)	水防	0.5m	0.5	見込まない	1.2
6	三角水のう (大型)	水防	0.8m	0.5	見込まない	1.2

※上記の摩擦係数、粘着力、安全率は本書で仮定した値であり、数値や考え方は施設管理者と十分協議して設定する必要がある

(1) ハイブリッドパネル方式計算例 (前垂れ有り、治水施設、設計水深 0.8m)

前垂れが有る治水施設の場合のパラペット擁壁タイプの設計例を以下に示す。構造照査項目は、下部工の安定計算となる。設計水深は 0.8m とする。

1) 設計条件

- ・ 基礎と地盤の摩擦係数； $\mu=0.6$
- ・ 粘着力は考慮しない
- ・ 滑動安全率；1.5
- ・ パネル自重；無視(安全側)
- ・ パネル寸法 1500×800
- ・ 最小部材厚は 400mm と設定
- ・ 底面高さは地盤高より 350mm と設定

2) 断面形状

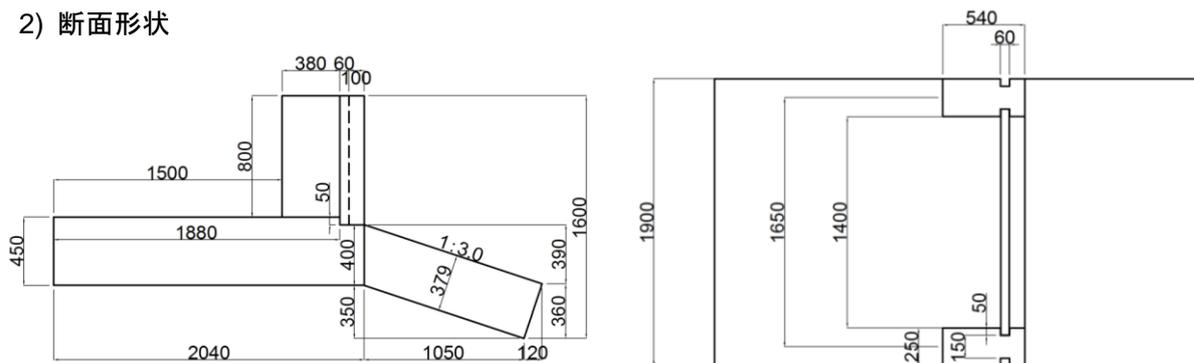


図 6.1 断面形状

3) 下部工の安定検討

① 滑動に対する安定

$$\frac{\gamma \cdot A \cdot \mu}{H} \geq 1.5$$

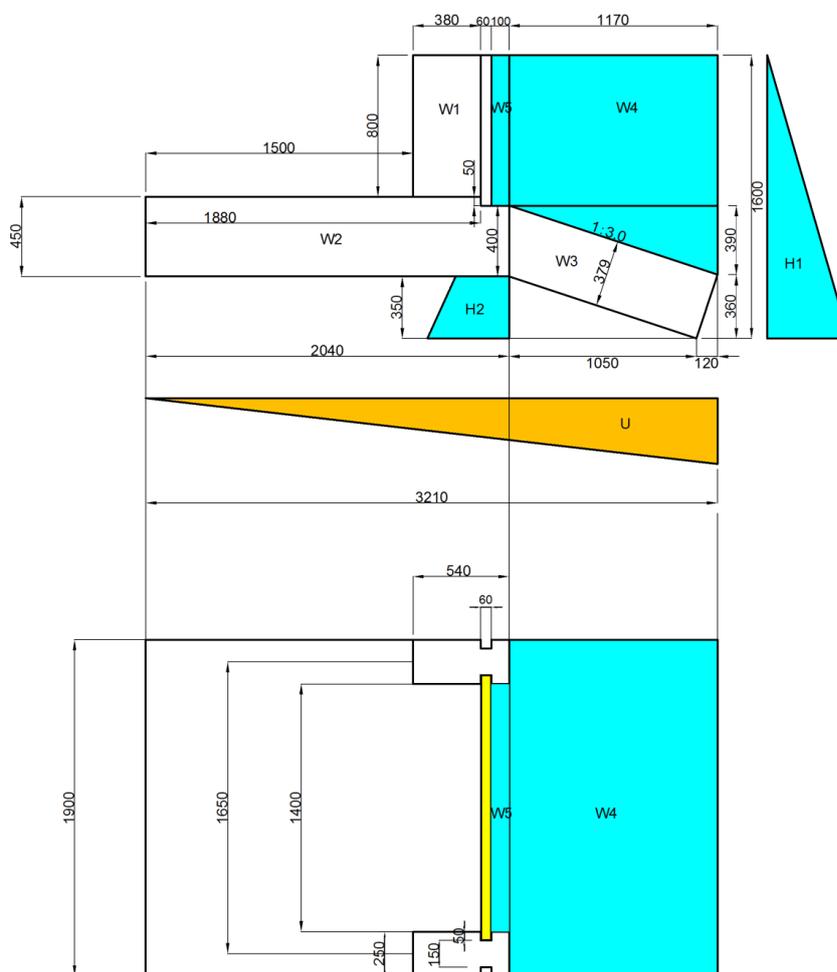


図 6.2 自重計算模式図

$$W_1 = (0.85 \times 0.38 \times 0.25 + 0.85 \times 0.06 \times 0.15 + 0.85 \times 0.10 \times 0.25) \times \frac{23.05}{1.65} = 1.4654 \text{ kN/m}$$

$$W_2 = (0.45 \times 2.04 - 0.05 \times 0.16) \times 23.05 = 20.9755 \text{ kN/m}$$

$$W_3 = \left\{ \frac{(0.35 + 0.40 + 0.36) \times 1.17}{2} - \frac{0.35 \times 1.05}{2} - \frac{0.36 \times 0.12}{2} \right\} \times 23.05 = 10.2342 \text{ kN/m}$$

$$W_4 = \frac{(0.85 + 0.85 + 0.39) \times 1.17}{2} \times 9.81 = 11.9942 \text{ kN/m}$$

$$W_5 = 0.85 \times 0.10 \times 1.4 \times \frac{9.81}{1.65} = 0.7075 \text{ kN/m}$$

$$U = -\frac{1}{2} \times H_{up} \times B \times W_o = -\frac{1}{2} \times 1.60 \times 3.21 \times 9.81 = -25.1921 \text{ kN/m}$$

$$\sum W = 1.4654 + 20.9755 + 10.2342 + 11.9942 + 0.7075 - 25.1921 = 20.1847 \text{ kN/m}$$

$$H_1 = \frac{1}{2} \times W_o \times h^2 = \frac{1}{2} \times 9.81 \times 1.60^2 = 12.5568 \text{ kN/m}$$

$$H_2 = -\frac{1}{2} \times 9.81 \times 1.60 \times \left(\frac{2.04}{3.21} + 1.0 \right) \times 0.35 = -4.4924 \text{ kN/m}$$

$$\sum H = 12.5568 - 4.4924 = 8.0644 \text{ kN/m}$$

以下より、 $F_s = \frac{20.1847 \times 0.60}{8.0644} = 1.502 \geq 1.5$

∴ OK

② 転倒に対する安定

合力の作用点の底版中央からの偏心距離 e が底版幅 B の $1/3$ 以内にあること。つまり、 $|e| \leq \frac{B}{6}$ となるか、確認する。

つま先から合力の作用点までの距離 d

$$\begin{aligned} d &= \frac{\sum M_r - \sum M_o}{\sum W} \\ &= \frac{(W_1 \times 1.7668 + W_2 \times 1.0117 + W_3 \times 2.5955 + W_4 \times 2.6614 + W_5 \times 1.9900 + U \times 2.14) - H \times 0.1807}{\sum W} \\ &= \frac{(2.5891 + 21.2217 + 26.5633 + 31.9212 + 1.4079 - 53.9111) - 1.4575}{20.1847} \\ &= \frac{28.3346}{20.1847} = 1.4038 \end{aligned}$$

$$|e| = \frac{B}{2} - d = \frac{2.04 + 1.05}{2} - 1.4038 = 0.14$$

$$\frac{B}{6} = \frac{2.04 + 1.05}{6} = 0.52$$

よって、 $|e| \leq \frac{B}{6}$

∴ OK

(2) ハイブリットパネル方式計算例（前垂れ無し、治水施設、設計水深 0.6m）

前垂れが無い治水施設のパラペット擁壁タイプの設計例を以下に示す。構造照査項目は、下部工の安定計算となる。設計水深は 0.6m とする。

1) 設計条件

- ・ 基礎と地盤の摩擦係数； $\mu=0.6$
- ・ 粘着力は考慮しない
- ・ 滑動安全率；1.5
- ・ パネル自重；無視（安全側）
- ・ パネル寸法 1500×600
- ・ 最小部材厚は 400mm と設定

2) 断面形状

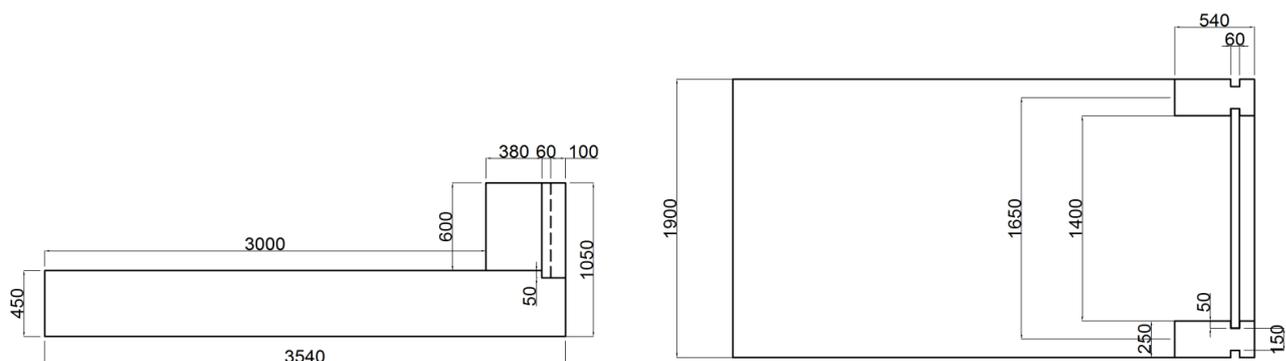


図 6.3 断面形状

3) 下部工の安定検討

① 滑動に対する安定

$$\frac{\gamma \cdot A \cdot \mu}{H} \geq 1.5$$

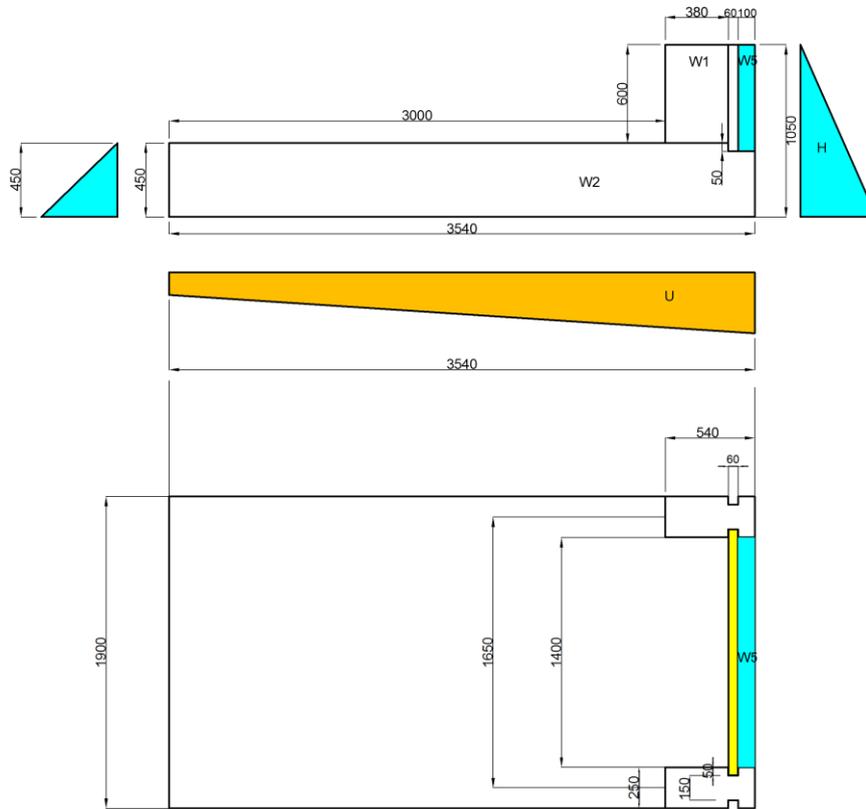


图 6.4 自重計算模式図

$$W_1 = (0.6 \times 0.38 \times 0.25 + 0.65 \times 0.06 \times 0.15 + 0.65 \times 0.10 \times 0.25) \times \frac{23.05}{1.65} = 1.1050 \text{ kN/m}$$

$$W_2 = (0.45 \times 3.54 - 0.05 \times 0.16) \times 23.05 = 36.5343 \text{ kN/m}$$

$$W_5 = 0.65 \times 0.10 \times 1.4 \times \frac{9.81}{1.65} = 0.5410 \text{ kN/m}$$

$$U = -\frac{1}{2} \times B \times (h_1 + h_2) \times W_0 = -\frac{1}{2} \times 3.54 \times (0.45 + 1.05) \times 9.81 = -26.0456 \text{ kN/m}$$

$$\sum W = 1.1050 + 36.5343 + 0.5410 - 26.0456 = 12.1347 \text{ kN/m}$$

$$H_A = \frac{1}{2} \times W_0 \times h_1^2 = \frac{1}{2} \times 9.81 \times 0.45^2 = 0.9933 \text{ kN/m}$$

$$H_B = \frac{1}{2} \times W_0 \times h_2^2 = \frac{1}{2} \times 9.81 \times 1.05^2 = 5.4078 \text{ kN/m}$$

以下より、 $F_s = \frac{12.1347 \times 0.60}{5.4078 - 0.9933} = 1.65 \geq 1.5$

∴ OK

② 転倒に対する安定

合力の作用点の底版中央からの偏心距離 e が底版幅 B の $1/3$ 以内にあること。つまり、 $|e| \leq \frac{B}{6}$ となるか、確認する。

つま先から合力の作用点までの距離 d

$$\begin{aligned}d &= \frac{\sum M_r - \sum M_o}{\sum W} \\&= \frac{(W_1 \times 3.2679 + W_2 \times 1.7615 + W_5 \times 3.4900 + U \times 2.0060) - H_B \times 0.35 + H_A \times 0.15}{\sum W} \\&= \frac{(3.6110 + 64.3552 + 1.8881 - 52.2475) - 1.8927 + 0.1490}{12.1347} \\&= \frac{15.8631}{12.1347} = 1.31\end{aligned}$$

$$|e| = \frac{B}{2} - d = \frac{3.54}{2} - 1.31 = 0.46$$

$$\frac{B}{6} = \frac{3.54}{6} = 0.59$$

よって、 $|e| \leq \frac{B}{6}$

∴ OK

(3) ハイブリットパネル方式計算例（前垂れ無し、水防施設、設計水深 0.8m）

前垂れが無い水防施設の場合のパラペット擁壁タイプの設計例を以下に示す。構造照査項目は、下部工の安定計算となる。設計水深は 0.8m とする。

1) 設計条件

- ・ 基礎と地盤の摩擦係数；考慮しない
- ・ 粘着力； $c=5\text{kN/m}^2$
- ・ 滑動安全率；1.2
- ・ パネル自重；無視（安全側）
- ・ パネル寸法 1500×800
- ・ 最小部材厚は 400mm と設定

2) 断面形状

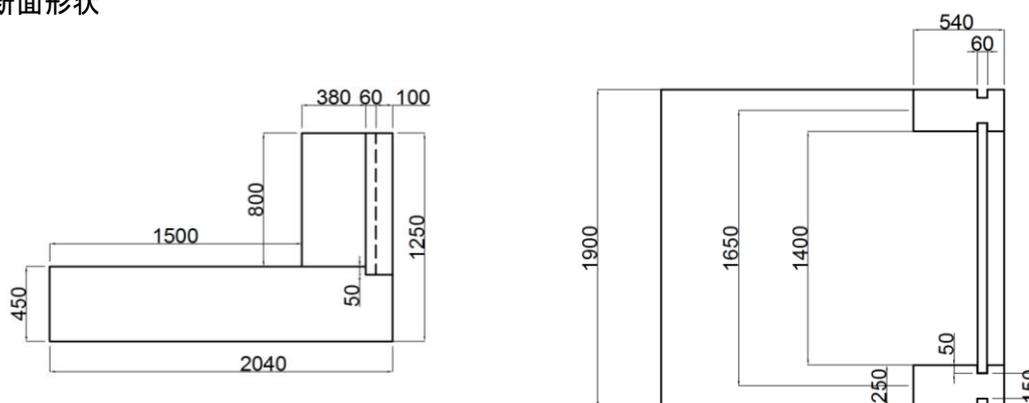


図 6.5 断面形状

3) 下部工の安定検討

① 滑動に対する安定

$$\frac{c \cdot B}{H} \geq 1.2$$

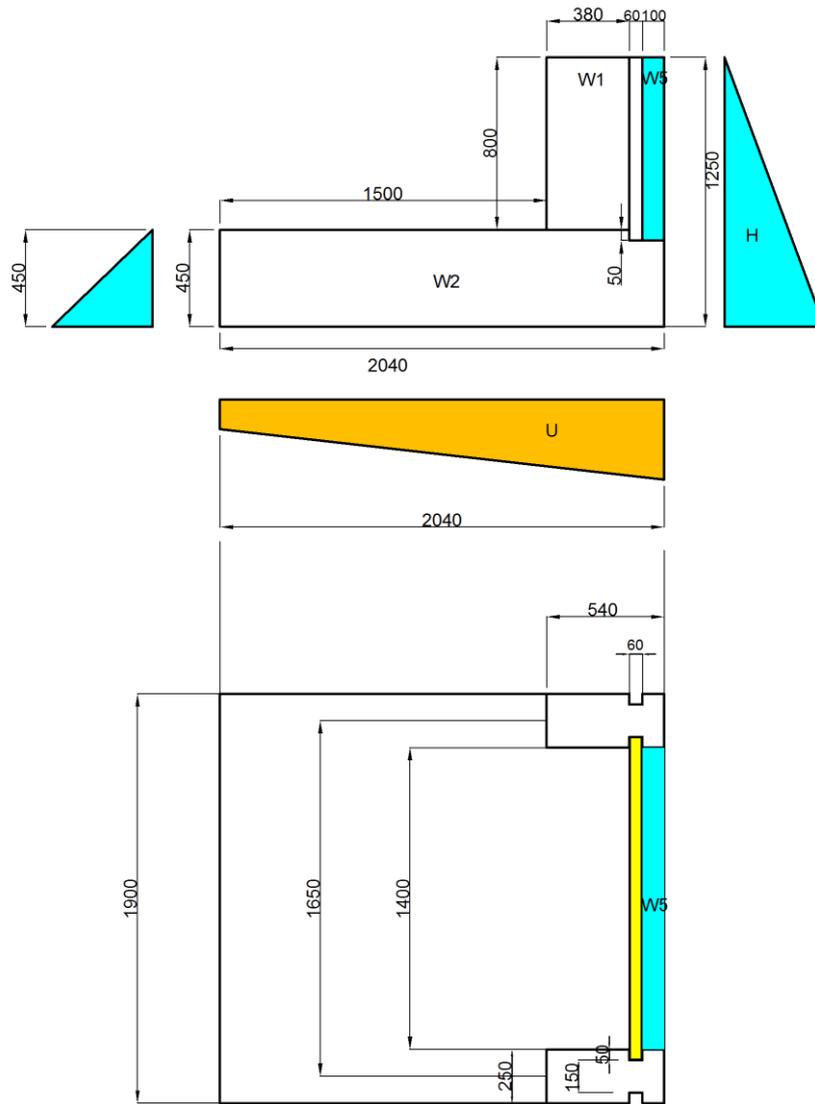


图 6.6 自重計算模式図

$$H_A = \frac{1}{2} \times W_o \times h_1^2 = \frac{1}{2} \times 9.81 \times 0.45^2 = 0.9933 \text{ kN/m}$$

$$H_B = \frac{1}{2} \times W_o \times h_2^2 = \frac{1}{2} \times 9.81 \times 1.25^2 = 7.6641 \text{ kN/m}$$

$$C \times B = 5.00 \times 2.04 = 10.200 \text{ kN/m}$$

以下より、 $F_s = \frac{5.00 \times 2.04}{7.6641 - 0.9933} = 1.53 \geq 1.2$

∴ OK

② 転倒に対する安定

合力の作用点の底版中央からの偏心距離 e が底版幅 B の $2/3$ 以内にあること。つまり、 $|e| \leq \frac{B}{3}$ となるか、確認する。

本体の重量 $\Sigma W(\gamma \cdot A)$ は、

$$W_1 = (0.8 \times 0.38 \times 0.25 + 0.85 \times 0.06 \times 0.15 + 0.85 \times 0.10 \times 0.25) \times \frac{23.05}{1.65} = 1.4654 \text{ kN/m}$$

$$W_2 = (0.45 \times 2.04 - 0.05 \times 0.16) \times 23.05 = 20.9755 \text{ kN/m}$$

$$W_3 = 0.85 \times 0.10 \times 1.4 \times \frac{9.81}{1.65} = 0.7075 \text{ kN/m}$$

$$U = -\frac{1}{2} \times B \times (h_1 + h_2) \times W_o = -\frac{1}{2} \times 2.04 \times (0.45 + 1.25) \times 9.81 = -17.0105 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma W = 1.4654 + 20.9755 + 0.7075 - 17.0105 = 6.1379 \text{ kN/m}$$

つま先から合力の作用点までの距離 d

$$d = \frac{\Sigma M_r - \Sigma M_o}{\Sigma W}$$

$$= \frac{(W_1 \times 1.7668 + W_2 \times 1.0117 + W_3 \times 1.9900 + U \times 1.1800) - H_B \times 0.4167 + H_A \times 0.1500}{\Sigma W}$$

$$= \frac{(2.5891 + 21.2209 + 1.4079 - 20.0724) - 3.1936 + 0.1490}{6.1379}$$

$$= \frac{2.1009}{6.1379} = 0.342$$

$$|e| = \frac{B}{2} - d = \frac{2.04}{2} - 0.342 = 0.678$$

$$\frac{B}{3} = \frac{2.04}{3} = 0.680$$

よって、 $|e| \leq \frac{B}{3}$

∴ OK

(4) ハイブリットパネル方式計算例（前垂れ無し、水防施設、設計水深 0.6m）

前垂れが無い水防施設の場合のパラペット擁壁タイプの設計例を以下に示す。構造照査項目は、下部工の安定計算となる。設計水深は 0.6m とする。

1) 設計条件

- ・ 基礎と地盤の摩擦係数；考慮しない
- ・ 粘着力； $c=5\text{kN/m}^2$
- ・ 滑動安全率；1.2
- ・ パネル自重；無視（安全側）
- ・ パネル寸法 1500×800
- ・ 最小部材厚は 400mm と設定

2) 断面形状

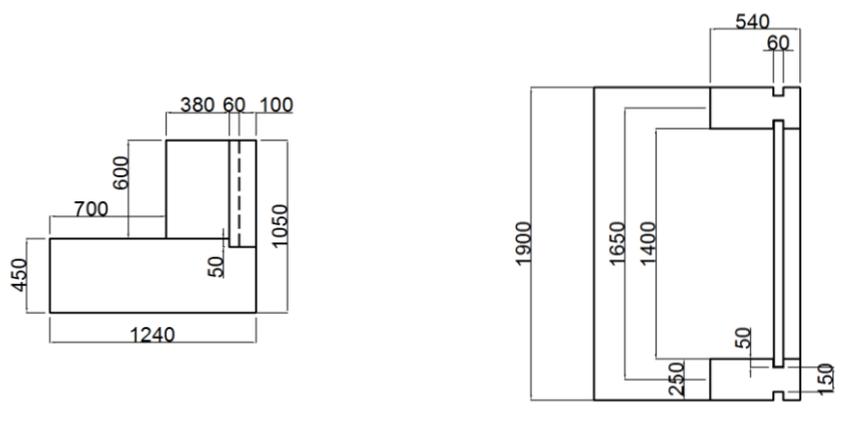


図 6.7 断面形状

3) 下部工の安定検討

① 滑動に対する安定

$$\frac{c \cdot B}{H} \geq 1.2$$

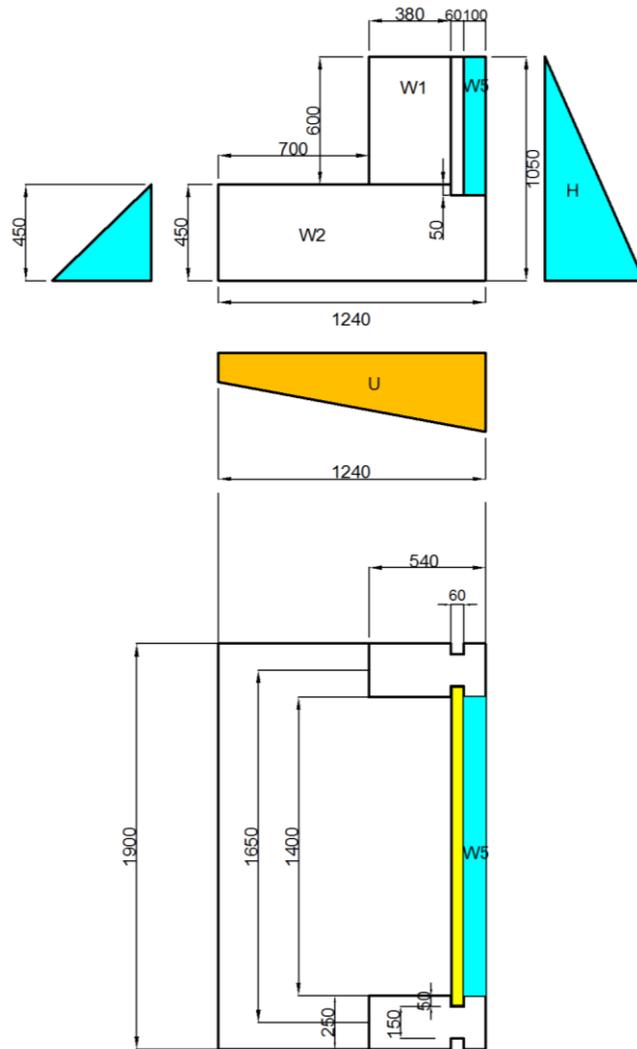


图 6.8 自重計算模式図

$$H_A = \frac{1}{2} \times W_o \times h_1^2 = \frac{1}{2} \times 9.81 \times 0.45^2 = 0.9933 \text{ kN/m}$$

$$H_B = \frac{1}{2} \times W_o \times h_2^2 = \frac{1}{2} \times 9.81 \times 1.05^2 = 5.4078 \text{ kN/m}$$

$$C \times B = 5.00 \times 1.24 = 6.200 \text{ kN/m}$$

以下より、 $F_s = \frac{5.00 \times 1.24}{5.4078 - 0.9933} = 1.40 \geq 1.2$

∴ OK

② 転倒に対する安定

合力の作用点の底版中央からの偏心距離 e が底版幅 B の $2/3$ 以内にあること。つまり、 $|e| \leq \frac{B}{3}$ となるか、確認する。

本体の重量 $\Sigma W(\gamma \cdot A)$ は、

$$W_1 = (0.6 \times 0.38 \times 0.25 + 0.65 \times 0.06 \times 0.15 + 0.65 \times 0.10 \times 0.25) \times \frac{23.05}{1.65} = 1.1050 \text{ kN/m}$$

$$W_2 = (0.45 \times 1.24 - 0.05 \times 0.16) \times 23.05 = 12.6775 \text{ kN/m}$$

$$W_3 = 0.65 \times 0.10 \times 1.4 \times \frac{9.81}{1.65} = 0.5410 \text{ kN/m}$$

$$U = -\frac{1}{2} \times B \times (h_1 + h_2) \times W_o = -\frac{1}{2} \times 1.24 \times (0.45 + 1.05) \times 9.81 = -9.1233 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma W = 1.1050 + 12.6775 + 0.5410 - 9.1233 = 5.2002 \text{ kN/m}$$

つま先から合力の作用点までの距離 d

$$d = \frac{\Sigma M_r - \Sigma M_o}{\Sigma W}$$

$$= \frac{(W_1 \times 0.9679 + W_2 \times 0.6121 + W_3 \times 1.1900 + U \times 0.7027) - H_B \times 0.3500 + H_A \times 0.1500}{\Sigma W}$$

$$= \frac{(1.0695 + 7.7599 + 0.6438 - 6.4109) - 1.8927 + 0.1490}{5.2002}$$

$$= \frac{1.3186}{5.2002} = 0.254$$

$$|e| = \frac{B}{2} - d = \frac{1.24}{2} - 0.254 = 0.366$$

$$\frac{B}{3} = \frac{1.24}{3} = 0.413$$

よって、 $|e| \leq \frac{B}{3}$

∴ OK

(5) パネル取付け部の断面照査（設計水深 0.8m）

パネルの設置部のコンクリート断面照査を実施する。照査方法は、せん断力を算定し、許容せん断力以下であることを確認する。

- ・ 全静水圧 PHがパネルの両端の固定工に作用するものとして検討する。
- ・ 全静水圧：PH=1/2×9.81×0.8²×1.5=4.71（kN）

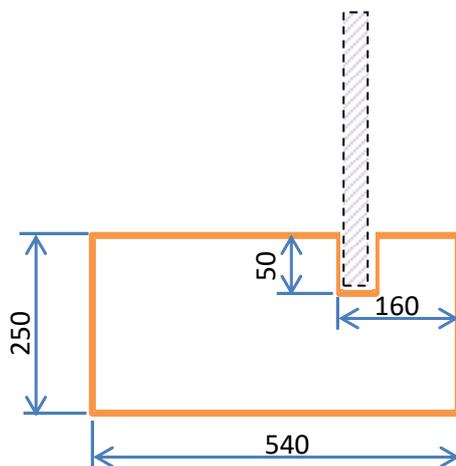


図 6.9 パネル設置部の構造（上面から）

$$\tau_c = \frac{S}{A} < \tau_{ca} = 0.39 \text{ N/mm}^2$$

$$S = \frac{PH}{2} = 2.355 \text{ (kN)}, A = 0.38 \times 0.05 = 0.019 \text{ m}^2$$

$$\tau_c = \frac{2355}{19000} = 0.124 < \tau_{ca} = 0.39 \text{ N/mm}^2$$

・・・OK

(6) ハイブリッドパネル設計における留意事項

構造検討における留意事項を以下にまとめる。

① 立込み部とパネルの性能

構造検討にあたっては、以下の要求性能に留意して、材料を選定する。

なお、立込み部については、コンクリート構造を基本とするが、景観面、利用面から、鋼材を使用する場合は、表 6.12 に示す事項に留意する。

表 6.9 部材材料の選定における要求性能(案)

要求性能	パネル	立込み部（軽量形鋼）
耐久性	屋外に常時保管した場合、紫外線劣化が起こるため、平常時は、水防倉庫に保管する。	亜鉛溶融めっき処理を行い、防食対策とする。
可搬性	パネル重量は、1枚当たり10kg程度とする。	軽量溝形鋼とし、1本当たりの重量は10kg以下とする。
防水性	水圧により、軽量形鋼との取り合い部には、水密ゴムを使用するため防水性に優れる。	—
平常時の利用	水防倉庫に保管	水防倉庫に保管
コスト	長期間にわたり、繰り返し使用できることで安価	汎用品を利用するため比較的安価

② 支持地盤の支持力に対する安定

荷重が堤防の設計荷重（上載荷重）に対して小さい場合は、省略しても問題ないが、堤防の設計荷重を超過する鉛直過重が発生する場合や設置位置の地盤が軟弱の場合は、別途検討すること。

③ 滑動で不安定になる場合の対策

滑動照査の結果、所定の安全率を満足しない場合には、水重が作用するつま先側の底版を長くすることが最も効果的である。

(7) 三角水のう方式計算例

1) 安定条件

三角水のうは、堤防を越水する水圧についてその安定を保つため、以下の転倒、滑動、設置地盤について、以下の条件を満たしていることを照査する。

- ① 三角水のうの自重及び外力の作用線が底部の中央 1/3 に入ること
- ② 三角水のうと設置地盤との間で滑動を起さないこと（滑動に対する安全率 N は、 $N=1.2$ とする。）
- ③ 設置地盤の受ける最大圧が設置地盤の許容支持力内であること

2) 設計条件

三角水のうの構造検討における設計条件を下表に整理した。なお、安定性確保及び浮き上り防止のために河川側に前垂れ（抑えゴム）300、500mm の設置は、必須条件とする。

なお、自重計算は、変形前の形状で実施する。（膨張による変形であるため）

表 6.10 安定計算の設計条件

項目	数値		備考
	小型	大型	
【三角水のう形状】			
三角水のう高 H (m)	0.700	1.100	
三角水のう有効高 H_e (m)	0.600	1.000	膨張低下率= 7.7%
三角水のう斜辺長 A_1 (m)	0.922	1.487	$m1=0.86(0.91)$ $\theta1=49.4^\circ$ ()内大型
三角水のう斜辺長 A_2 (m)	0.922	1.487	$m2=0.86(0.91)$ $\theta2=49.4^\circ$ ()内大型
三角水のう底辺長 B (m)	1.200	2.000	
堤防越流水深 h (m)	0.500	0.800	
前垂れ延長 Bt (m)	0.300	0.500	
【物性値】			
水の単位体積重量 w_0 (kN/m^3)	9.807		
設置地盤の摩擦係数 μ	0.50		
【安全率・許容応力】			
滑動の安全率 N	1.2		
設置地盤の許容支持力 (kN/m^2)	200		砂質土

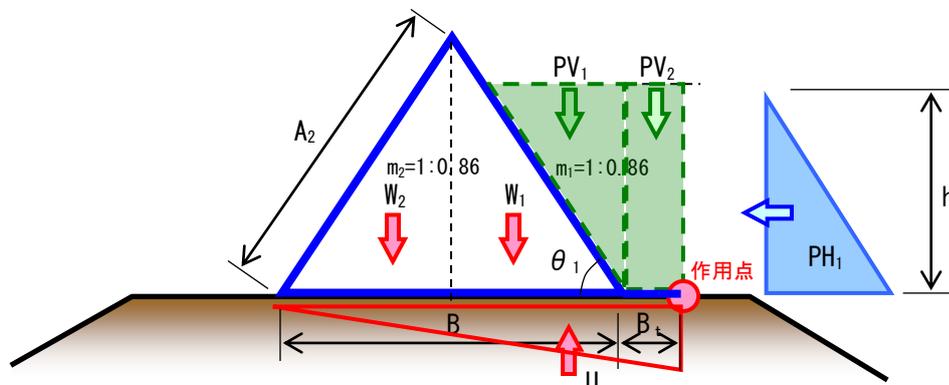


図 6.10 三角水のう荷重図

3) 設置地盤の摩擦係数

設置地盤の摩擦係数は、土木研究所の実験場（2011/12/10）にて実施した実測値から、土と水のう本体の摩擦係数が下図の通り $\mu = 0.57$ 程度であったことを踏まえ、安全側に考えて $\mu = 0.5$ とする。

表 6.11 試験結果一覧表

	最大静止摩擦力 F(N)	垂直抗力 N(N)	静止摩擦係数 $\mu (=F/N)$
山砂	109.28	196.20	0.56
	161.96	294.30	0.55
	222.69	392.40	0.57
アスファルト	137.14	196.20	0.70
	202.48	294.30	0.69
	244.66	392.40	0.62
コンクリート	109.68	196.20	0.56
	163.24	294.30	0.55
	231.61	392.40	0.59

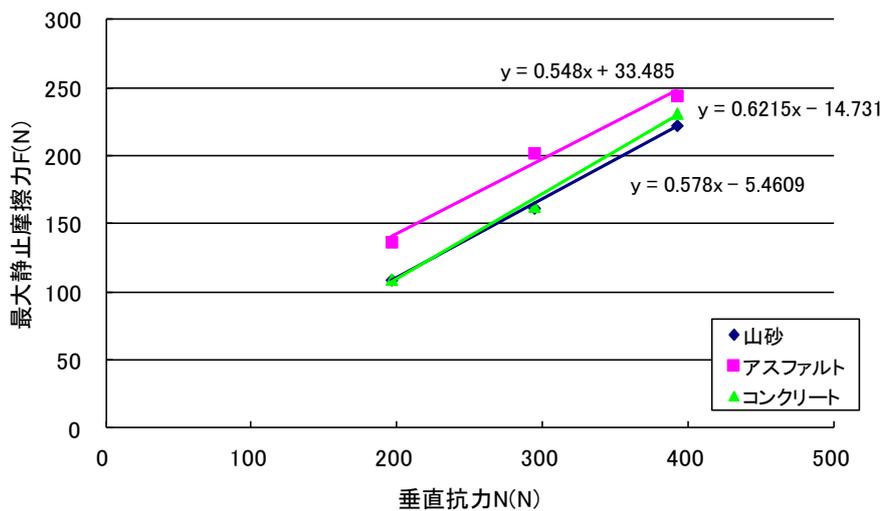


図 6.11 摩擦係数算定図

4) 単位幅あたり断面に作用する力（基点堤外地側端部）

三角水のうに作用する荷重を下表に整理した。

$$\begin{aligned}
 \text{三角水のう自重} \quad W_1 &= \frac{1}{2} \times w_0 \times m_1 \times H^2 & W_{x1} &= \frac{2}{3} \times m_1 \times H + Bt \\
 & & W_{x2} &= \left(m_1 + \frac{1}{3} \times m_1 \right) \times H + Bt \\
 \text{静水圧鉛直力} \quad PV_1 &= \frac{1}{2} \times w_0 \times m_1 \times h^2 & PV_{x1} &= \frac{1}{3} \times m_1 \times h + bt \\
 \text{静水圧鉛直力} \quad PV_2 &= \frac{1}{2} \times w_0 \times Bt \times h & PV_{x2} &= \frac{1}{3} \times Bt \\
 \text{静水圧水平力} \quad PH_1 &= \frac{1}{2} \times w_0 \times m_1 \times h^2 & PH_{x1} &= \frac{1}{3} \times h \\
 \text{揚圧力} \quad U &= \frac{1}{2} \times w_0 \times (B + Bt) \times h & PH_{x1} &= \frac{1}{3} \times B + bt
 \end{aligned}$$

表 6.12 三角水のう単位幅あたり断面に作用する力（標準型）

荷重	記号	計算式	鉛直力	水平力	三角水のう低内地側端からの作用位置		モーメント (kN・m/m)
			(kN/m)	(kN/m)	計算式	距離(m)	
三角水のう自重	W ₁	1/2×9.81×0.86×0.7 ²	2.07	-	2/3×0.86×0.7+0.3	0.70	1.45
	W ₂	1/2×9.81×0.86×0.7 ²	2.07	-	(0.86+1/3×0.86)×0.70+0.3	1.10	2.28
静水圧	PV ₁	1/2×9.81×0.86×0.5 ²	1.05	-	1/3×0.86×0.5+0.3	0.44	0.47
	PV ₂	9.81×0.5×0.3	1.47	-	1/2×0.3	0.15	0.22
	PH ₁	1/2×9.81×0.5 ²	-	1.23	1/3×0.5	0.17	-0.20
揚圧力	U	-1/2×9.81×0.5×1.5	-3.68	-	1/3×1.5	0.50	-1.84
合計			2.98	1.23			2.37

表 6.13 三角水のう単位幅あたり断面に作用する力（大型）

荷重	記号	計算式	鉛直力	水平力	三角水のう低内地側端からの作用位置		モーメント (kN・m/m)
			(kN/m)	(kN/m)	計算式	距離(m)	
三角水のう自重	W ₁	1/2×9.81×0.91×1.1 ²	5.40	-	2/3×0.91×1.1+0.5	1.17	6.30
	W ₂	1/2×9.81×0.91×1.1 ²	5.40	-	(0.91+1/3×0.91)×1.1+0.5	1.83	9.91
静水圧	PV ₁	1/2×9.81×0.91×0.8 ²	2.86	-	1/3×0.91×0.8+0.5	0.74	2.12
	PV ₂	9.81×0.8×0.5	3.92	-	1/2×0.5	0.25	0.98
	PH ₁	1/2×9.81×0.8 ²	-	3.14	1/3×0.8	0.27	-0.84
揚圧力	U	-1/2×9.81×0.8×2.5	-9.81	-	1/3×2.5	0.83	-8.18
合計			7.77	3.14			10.30

5) 安定計算（標準型）

$$\text{水平力合計} = \sum H = 1.23(kN/m)$$

$$\text{鉛直力合計} = \sum V = 2.98(kN/m)$$

$$\text{モーメント合計} = \sum M = 2.37(kN/m)$$

① 滑動に対する安定計算

$$F_s = \frac{\mu \times \sum V}{\sum H} = 1.21 \geq 1.2 \quad \text{より} \dots \dots \text{OK}$$

ここに、 F_s ：安全率

$\sum V$ ：単位体積当たり断面に作用する鉛直力の合計(kN/m)

$\sum H$ ：単位体積当たり断面に作用する水平力の合計(kN/m)

μ ：三角水のうと設置地盤との摩擦係数=0.5

② 転倒に対する安定計算

Middle Third の条件により

$$x = \frac{\sum M}{\sum V} = 0.80(m) \quad \text{安定条件} \frac{B}{3} = 0.5 < x < \frac{2B}{3} = 1.0 \quad \dots \text{OK}$$

x ：荷重の合力の作用線と三角水のう底との交点から三角水のうの堤外地側端部までの距離

$\sum M$ ：三角水のうの堤外地側端部を支点として、単位幅当たり断面に作用する荷重モーメントの合計(kN/m)

$\sum V$ ：単位面積当たり断面に作用する鉛直力の合計(kN/m)

B ：三角水のう底辺長(m)=1.50

③ 設置地盤の地耐力照査

$$e = x - \frac{B}{2} = 0.05$$

三角水のう堤外地側端部における応力

$$\sigma_1 = \frac{\sum V}{B} \left(1 - \frac{6 \times e}{B} \right) = 1.97(kN/m^2) \quad \text{安定計算} \sigma_1 > 0 \quad \dots \text{OK}$$

三角水のう堤外地側端部における応力

$$\sigma_2 = \frac{\sum V}{B} \left(1 + \frac{6 \times e}{B} \right) = 2.14(kN/m^2) \quad \text{安定計算} \sigma_2 < 200 \quad \dots \text{OK}$$

6) 安定計算 (大型)

$$\text{水平力合計} = \sum H = 3.14(kN/m)$$

$$\text{鉛直力合計} = \sum V = 7.77(kN/m)$$

$$\text{モーメント合計} = \sum M = 10.30(kN/m)$$

① 滑動に対する安定計算

$$F_s = \frac{\mu \times \sum V}{\sum H} = 1.23 \geq 1.2 \text{ より} \dots \dots \text{OK}$$

ここに、 F_s : 安全率

$\sum V$: 単位体積当たり断面に作用する鉛直力の合計(kN/m)

$\sum H$: 単位体積当たり断面に作用する水平力の合計(kN/m)

μ : 三角水のうち設置地盤との摩擦係数=0.5

② 転倒に対する安定計算

Middle Third の条件により

$$x = \frac{\sum M}{\sum V} = 1.33(m) \quad \text{安定条件} \frac{B}{3} = 0.77 < x < \frac{2B}{3} = 1.53 \quad \dots \text{OK}$$

x : 荷重の合力の作用線と三角水のうち底との交点から三角水の中の堤外地側端部までの距離

$\sum M$: 三角水の中の堤外地側端部を支点として、単位幅当たり断面に作用する荷重モーメントの合計(kN/m)

$\sum V$: 単位面積当たり断面に作用する鉛直力の合計(kN/m)

B : 三角水のうち底辺長(m)=1.50

③ 設置地盤の地耐力照査

$$e = x - \frac{B}{2} = 0.08$$

三角水のうち堤外地側端部における応力

$$\sigma_1 = \frac{\sum V}{B} \left(1 - \frac{6 \times e}{B} \right) = 2.52(kN/m^2) \quad \text{安定計算} \sigma_1 > 0 \quad \dots \text{OK}$$

三角水のうち堤外地側端部における応力

$$\sigma_2 = \frac{\sum V}{B} \left(1 + \frac{6 \times e}{B} \right) = 3.70(kN/m^2) \quad \text{安定計算} \sigma_2 < 200 \quad \dots \text{OK}$$

6.4 モバイルレバー設置時の堤防の安全性評価

(1) 既設堤防安全性照査の必要性

モバイルレバーは、局所的な越水を防止するための治水もしくは水防施設であり、長期にわたる安全性を保障するものではない。

しかし、短時間であっても所要の安全性が確保できないなど、既存堤防の安全性低下を招く可能性もあるため、設計時には安全性に対する照査・検討が必要である。

モバイルレバーの設計時に注意する箇所としては、以下のような場所が考えられる。

① 浸透に対する安全性が相対的に小さい箇所

- ・旧河道等の要注意地形が分布する箇所
- ・破堤、漏水、のり崩れ等の被災履歴がある箇所
- ・高水位と堤内地盤高の比高が大きい、あるいは堤防の敷幅が小さい等、平均動水勾配が相対的に大きい箇所

② 流水による外力が大きい箇所

- ・河道の湾曲部の外側などの水衝部、河床勾配が大きい急流区間等、大きな流水圧が作用する可能性がある箇所
- ・流木等の流下物が多く、これらから大きな衝撃力を受ける可能性がある箇所

ただし、①に該当する箇所のうち、既に浸透対策が施工されている箇所については、モバイルレバーの設置に伴う浸透安定上の問題は小さいと考えられる。

(2) 堤防の安全性照査方法

モバイルレバーを設置する場合には、一時的であっても河川水位が堤防天端以上に上昇することになるため、それが堤防の安全性に及ぼす影響を事前に検討する必要がある。

浸透に対する安全性照査のために必要な調査・試験の項目については、「河川堤防の構造検討の手引き」（平成14年7月、財団法人国土技術研究センター）を参考に、対象河川における既往の調査・点検の実施状況等を踏まえて検討することが必要である。

また、事前検討により安全性が懸念される場合には、事前に浸透対策を施したり、水防体制を強化したりするなど、適切な処置を講じておく必要がある。

(3) モバイルレビー設置時の浸透に対する安全性に関する試算

参考のために、モバイルレビーを設置した場合の浸透に対する安全性について、試算を行った結果を以下に示す。

これらの結果からモバイルレビー天端まで水位が上昇した場合には、計画高水位に対する値と比較して川裏すべり安全率は 0.05 前後低下すること、またピーク水位到達時の安全率とピーク水位 3 時間経過後の安全率を比較すると、やはり 0.05 程度低下することがわかる。

したがって、モバイルレビーを設置する場合には、堤防の形状や構造、堤内地の微地形、堤体や基礎地盤の土質条件等を十分に考慮した上で浸透に対する安全性について照査を行い、適用性を判断することが望ましいと考えられる。

なお、ここで示した安全率等の数値については、多くの仮定条件にもとづいて算出した結果であり、一つの目安（参考値）として扱う必要がある。

1) 堤防断面と地盤条件

中規模堤防と小規模堤防の標準的な断面を想定し、以下の条件を設定した。

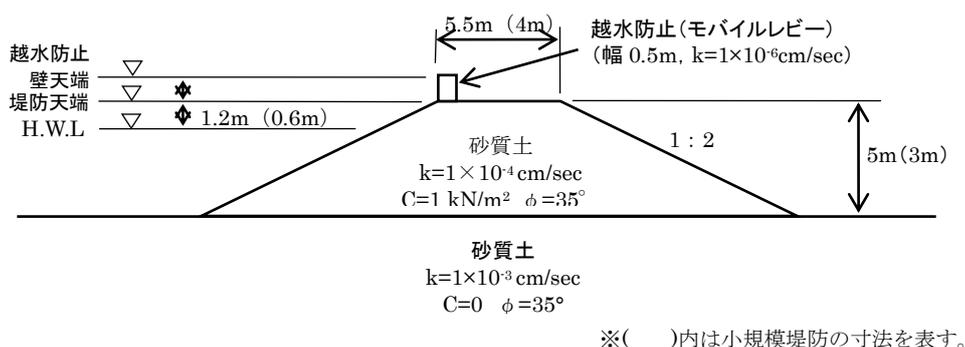


図 6.12 試算に用いた堤防モデル

2) 外力条件

「河川堤防の構造検討の手引き」に準じて、降雨と河川水位の上昇を考慮するとともに、以下の仮定値を用いた。

- ・ 事前降雨：1mm/hr × 200hr = 200mm
- ・ 出水時降雨：10mm/hr × 30hr = 300mm
- ・ 水位上昇速度：1m/3hr
- ・ ピーク水位：H.W.L, 堤防天端, 越水防止壁天端の 3 ケース

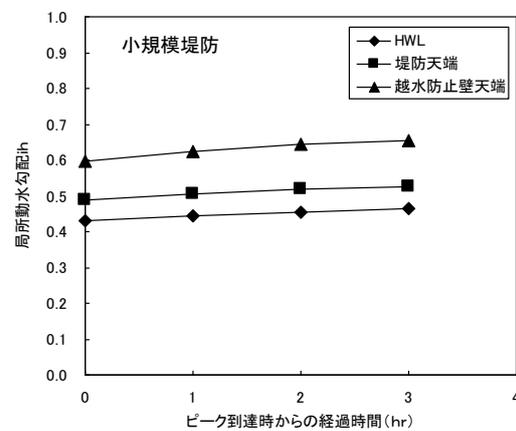
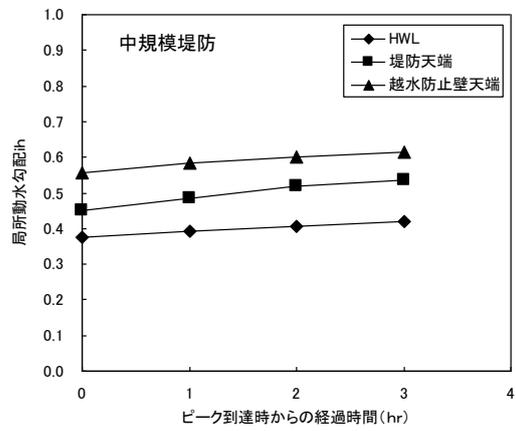
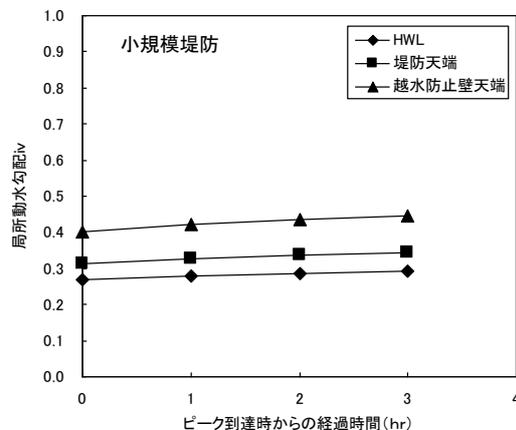
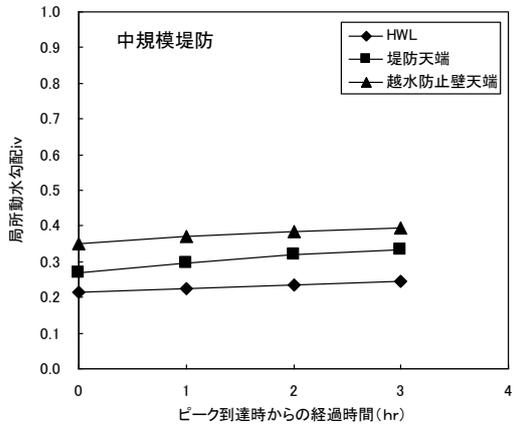
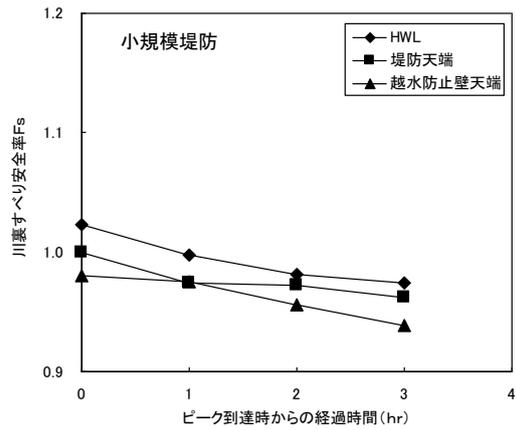
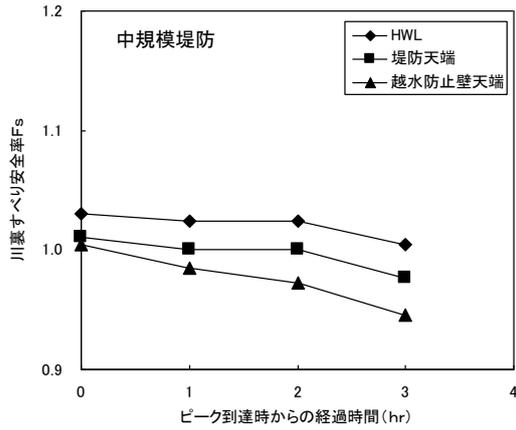
3) 計算の手順

- ・ 飽和・不飽和非定常浸透流計算により、河川水位がピーク水位に達した後の裏法尻部の局所動水勾配と浸潤面の位置を時系列的に求める。

- ・計算の出力時間は、ピーク水位到達時、ピーク到達から1時間後、同2時間後、同3時間後とする。
- ・各々の時間における浸潤面の位置をもとに、川裏のすべり安全率を算出する。
- ・ピーク水位のケースごとに、局所動水勾配とすべり安全率の経時変化を整理する。

4) 計算結果

計算結果を次図に示す。これらの結果をみると、ピーク水位が高くなるほど、また高水位継続時間が長くなるほど、川裏のすべり安全率は低下し、裏のり尻部の局所動水勾配は大きくなる（パイピングの危険性が増す）傾向が認められる。



中規模堤防：計画高水流量は 2、000～5、000m³/s

小規模堤防：計画高水流量は 200m³/s 未満

図 6.13 河川水位がピークに達した後の経過時間と川裏すべり安全率、局所動水勾配 (iv, ih) との関係

7. モバイルレビーを確実に機能させるための検討

モバイルレビーは、固定された施設ではなく、可搬、可動及び可変なものであるため、洪水時に機能させるためには、水位上昇前に確実に設置する必要がある。モバイルレビーはヨーロッパで採用実績が多いが、これは水位上昇が緩やかであり、設置時間を十分確保できるためと考えられる。一方、我が国の河川は一般に流域規模が小さく、勾配も急であるため、水位上昇速度は大きい。よって、モバイルレビーを水位上昇前に確実に設置するためには、詳細な検討が必要となる。本章では、モバイルレビーを洪水時に機能させるための検討事項について記述する。

なお、本章は、第4章で提案した、ハイブリットパネル方式と三角水のう方式について記述している。

7.1 モバイルレビーを減災施設として機能させるための検討項目

モバイルレビーを確実に設置するためには、以下のことを事前に検討しておく必要がある。モバイルレビーは設置延長が限定される（局所的）、暫定的な治水施設であり、その採用には地域の合意が欠かせない。また、設置そのものを担うのも、多くの場合、水防団や地域住民になると考えられ、地域の合意形成はモバイルレビーを減災施設として機能させるための前提となる。

【モバイルレビーの確実な設置に向けた事前検討項目】

- ① モバイルレビー可搬部の保管場所と搬入路
- ② モバイルレビーを設置・撤収する体制と方法
- ③ モバイルレビーを設置または撤収するための判断基準
- ④ モバイルレビーの運用および維持管理のための地域における合意形成

7.2 モバイルレビー可搬部の保管場所と搬入路

モバイルレビーの検討の結果、その地域にとってモバイルレビーの採用が合理的と考えられる場合でも、モバイルレビー可搬部（ハイブリットパネル方式ならパネル部分）の保管場所や設置場所までの搬入ルートが確保できない場合は、モバイルレビーの採用は困難となる。

したがって、モバイルレビーを計画する際には、モバイルレビー可搬部の保管場所と搬入ルートに関する検討もあわせて行うものとする。

7.3 モバイルレビーを設置・撤収する体制と方法

モバイルレビーの設置・撤収を行う体制と方法について、あらかじめ定めておく必要がある。モバイルレビーの設置・撤収の担い手は、地域の実情によって異なると考えられるが、水防団、消防団、河川管理者、地元建設会社及び沿川住民が想定される。モバイルレビーの設置規模や水防団の有無などの地域特性に応じて、確実にモバイルレビーの設置がなされる体制と方法を検討する必要がある。

7.4 モバイルレビーを設置または撤収するための判断基準

7.4.1 モバイルレビーの運用手順の明確化

河川水位の上昇から低減までの期間におけるモバイルレビーの運用は、図 7.1 に示すような流れが基本となる。モバイルレビーを確実に機能させるためには、準備～設置～監視～撤収～メンテナンスの各段階の時系列的な行動内容と行動のための判断基準を明確に定めておく必要がある。

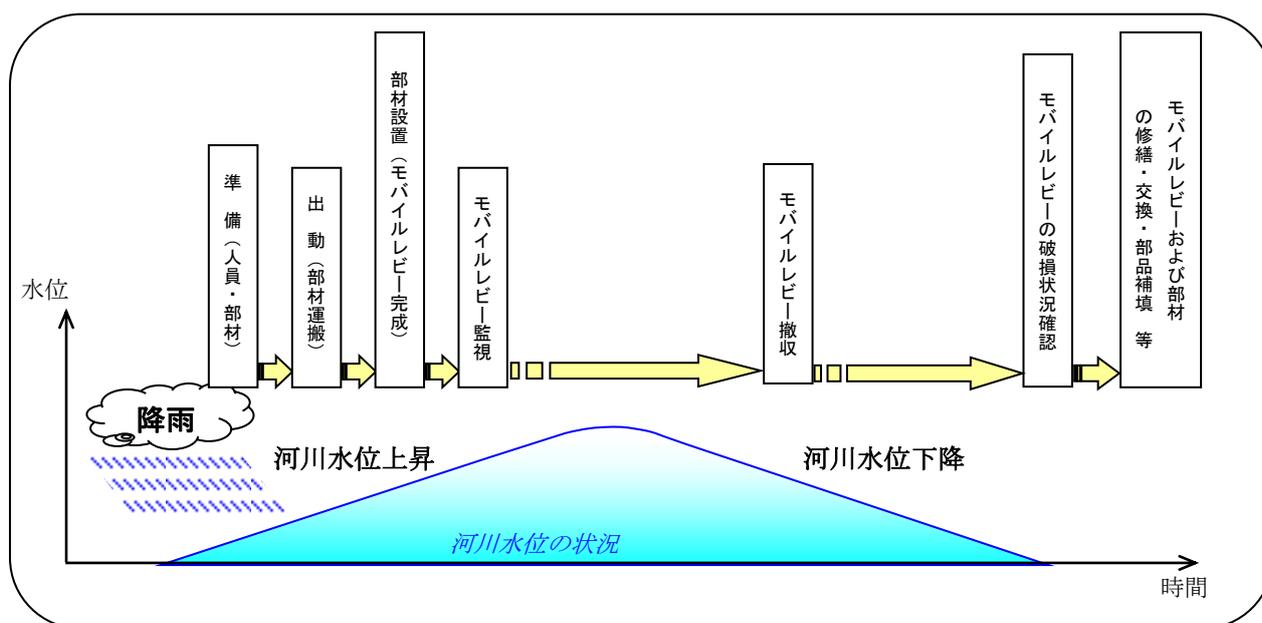


図 7.1 モバイルレビーの運用フロー

7.4.2 設置または撤収の方法とその必要時間の検討

(1) モバイルレビースの設置・撤収方法

モバイルレビースの設置・撤収の際の作業項目は、表 7.1 に示すとおりである。これら作業項目について、具体的な作業内容と手順を、あらかじめ詳細に定めておく必要がある。たとえば、ハイブリットパネル方式の場合であれば、パネルを保管場所から設置地点まで搬送する方法、及び搬送したパネルを支柱間に設置していく方法を決めておく必要がある。

表 7.1 モバイルレビースの設置・撤収作業項目

項目	三角水のう方式	ハイブリットパネル方式
設置	<ul style="list-style-type: none">・三角水のうの運搬・給水機器の運搬・給水の実施	<ul style="list-style-type: none">・パネルの運搬・パネルの設置
撤収	<ul style="list-style-type: none">・排水、折りたたみ・三角水のうの運搬・給水機器の運搬	<ul style="list-style-type: none">・パネルの取り外し・パネルの運搬、収納

(2) 設置必要時間

モバイルレビースの設置必要時間は、モバイルレビースの種類、構造、規模、延長等によって異なる。さらに、設置者が現地に集結する時間も、運用面では支配的な要素であり、設置のために要する時間として必ず加えなければならない。

第 4 章で提案した 2 タイプのモバイルレビースの設置に必要な時間の一例は、表 7.2 に示すとおりである。なお、この際のモバイルレビースの規模は、表中に記載したものを想定している。

表 7.2 モバイルレビীর想定規模に対する設置必要時間に関する参考資料

モバイルレビীর種別	想定した設置規模	想定設置人員	運搬・設置時間	備考
三角水のうち方式	<ul style="list-style-type: none"> ・L=4m×H=1.0m ・5ユニット ・総延長 20m 	3人	【運搬時間】 ・保管場所から設置箇所まで運搬する時間が必要 【設置時間】 ・三角水のうち敷設、ユニット連結、注水管接続で 15 分 【注水時間】 ・総計 22m ³ (22,000ℓ) ・300ℓ/min のポンプ 1 台で注水時間約 70 分	・1ユニットあたり注水 14～15 分
	<ul style="list-style-type: none"> ・L=6m×H=0.6m ・5ユニット ・総延長 30m 	3人	【運搬時間】 ・保管場所から設置箇所まで運搬する時間が必要 【設置時間】 ・三角水のうち敷設、ユニット連結、注水管接続で 15 分 【注水時間】 ・総計 12.5m ³ (12,500ℓ) ・300ℓ/min のポンプ 1 台で注水時間約 40 分	・1ユニットあたり注水 7～8 分
ハイブリットパネル方式	<ul style="list-style-type: none"> ・1 スパン (L=1.48m×H=1.0m) 	2～3人	【運搬時間】 ・防水板を保管場所から設置箇所まで運搬する時間が必要 【設置時間】 ・高強度板の場合：8～10 分 ・軽量採光板の場合：5 分	※高強度板のタイプは、10kg/枚で、H=30cmの板を3枚差し込みH=1mを確保

(3) 判断基準

モバイルレビীর確実な設置のためには、準備～出動～設置～監視～撤収の時系列的な各段階に移行するための判断基準をあらかじめ定めておく必要がある。

これらの判断基準には、①気象警報及び洪水警報、②観測水位、③観測雨量、④予測水位、⑤予測雨量、⑥水防団の準備・出動等の基準などを用いることが考えられる。洪水の流出特性、河道水位の変動特性、モバイルレビীর運用方法・設置体制などから総合的に判断して、モバイルレビীর設置する地区において、各段階に確実に移行できる合理的な基準とする必要がある。

なお、判断基準に関する気象及び水位情報は、すべて河川管理者から提供されることを基本とし、その提供手段や提供される情報形態についても十分検討しておく。

7.5 地域における合意形成

モバイルレビーは従来の固定式の治水施設と異なるため、採用にあたってはその利害得失を十分理解してもらった上で、地域の合意を得る必要がある。モバイルレビーの設置・撤去及び資材の維持・管理面においても、水防団、消防団をはじめ、地域住民の協力が必要となる場合が多い。したがって、モバイルレビーの管理者・設置者の明確化、管理者・設置者の責任と権限の明確化、具体的な設置・撤収体制等に関して、合意形成が必須である。

なお、このように合意形成を図り、地域住民が積極的にモバイルレビーの設置・撤収・維持管理に参画することにより、地域防災意識と地域防災力の向上がもたらされると考えられる。モバイルレビーの採用をきっかけに、地域防災体制を再構築していくことも可能と考えられ、そのような観点からモバイルレビーの適用を検討することも重要である。

8. モバイルレビーの維持管理

モバイルレビーは、出水時のみ稼働し平常時は機能していないため、長期間稼働しないことによる機能低下が生じないように、効率的・効果的に維持管理を行い、その信頼性を確保することが重要である。モバイルレビーは、方式によって維持管理の対象物が異なる。たとえばハイブリットパネル方式なら、支柱（親杭）、保管されているパネル、搬入路などが維持管理対象物と考えられる。このような方式による維持管理対象物の違いを明確にし、モバイルレビーの機能を保全するため、効果的・効率的な点検、補修及び更新方法を検討しておく必要がある。

(1) 点検について

点検は、モバイルレビーと関連設備の機能維持と信頼性の確保を目的として、定期点検、運転時点検、臨時点検等の実施時期と内容について検討する。

点検内容は、関連設備の設置目的、装置・機器等の特性、稼働形態、運用条件等に応じて設定する。

(2) 補修・更新について

モバイルレビーと関連施設の機能を維持もしくは復旧し、信頼性を確保することを目的とし、点検結果に基づき確実に補修・更新を実施する。特に、更新・交換は設備の機能・目的、設置環境、稼働条件、当該施設や機器等の特性等を考慮し、点検結果に基づき、計画的に実施する。

モバイルレビー別の維持管理項目例を表 8.1 に示す。

表 8.1 モバイルレビー別 維持管理項目例

項目	三角水のうち方式	ハイブリットパネル方式
現地条件の維持管理	<ul style="list-style-type: none"> ・モバイルレビー設置箇所の整地（不陸の整正、シート破損原因となる釘や枝などの撤去、雑草処理 等） ・水のうち運搬路の確保 	<ul style="list-style-type: none"> ・支柱の損傷の巡視，補修 ・立込み部の強度確認 ・パネル運搬路の確保
整備・更新	<ul style="list-style-type: none"> ・10年程度 	<ul style="list-style-type: none"> ・支柱に取り付けている水密ゴムは、2年に1回程度で取替える必要がある。
格納先の条件	<ul style="list-style-type: none"> ・水のうちシートの格納先の確保 ・給水機器の格納先の確保 ・水のうちシートの運搬，収納時の損傷の有無の確認 ※必要に応じて交換 ・給水機器のメンテナンス，試運転の実施 ※使用後よく乾燥させてから保管すること 	<ul style="list-style-type: none"> ・パネルの格納先の確保 ・パネルの運搬，収納時の損傷の有無の確認 ※耐候性の観点から、日光の当たらない日陰に保管すること。 ※パネルの重ね平置きは避けて立てかけて保管すること
	<p>【望ましい格納環境】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・直射日光：× ・湿度：△ 	<p>【望ましい格納環境】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・直射日光：× ・湿度：△ ・縦積み：× ・横積み：○
	<ul style="list-style-type: none"> ・三角水の中での交換時期において適切に交換すること ・給水機器の交換時期において適切に交換すること 	<ul style="list-style-type: none"> ・立込み部の交換時期において適切に交換すること ・パネルの交換時期において適切に交換すること
部材の管理方法	<ul style="list-style-type: none"> ・時間経過に伴い劣化した水の中での交換に関する計画と交換費用の確保と確保方法 	<ul style="list-style-type: none"> ・時間経過に伴い劣化した支柱およびパネル、水密ゴムの交換に関する計画と交換費用の確保と確保方法

一般社団法人 リバーテクノ研究会 技術指導体制

会 長 中川博次 京都大学名誉教授

特別技術顧問 宇野尚雄 岐阜大学名誉教授

特別技術顧問 道上正規 鳥取大学名誉教授

特別技術顧問 間宮 清

技術顧問 山田 正 中央大学工学部教授

技術顧問 中川 一 京都大学防災研究所教授

理事長 都丸徳治 (社)日本技術士会 相談役

技術開発委員長 三木博史 元独立行政法人土木研究所 技術推進本部長

本手引き作成に関係した技術開発委員会メンバーを次頁に示す。

技術開発委員会メンバー（手引き作成関係）

役職	氏名	所属会社	備考	
技術開発委員長	三木 博史	㈱三木地盤環境工学研究所	1期～	
技術普及部会長	金澤 克己		1期～	
幹事長	久世 康年	太陽工業㈱	1期～	
特別幹事	兪 朝夫	㈱建設技術研究所	1期～6期	
特別幹事	高木 茂知	パシフィックコンサルタンツ㈱	1期～6期	
特別幹事	岩崎 公俊	基礎地盤コンサルタンツ㈱	1期～6期	
スーパー川守プロジェクト副リーダー	丸井 英一	太陽工業㈱	1期～	
	馬場 干児		1期～6期	
減災WG	リーダー	西村 達也	㈱建設技術研究所	6期～
	副リーダー	平川 了治	パシフィックコンサルタンツ㈱	1期～
	副リーダー	荒木 智三	いであ㈱	1期、7期～
		黒川 信敏	いであ㈱	2期～4期
		中田 裕章	いであ㈱	5期～
		中村 哲己	㈱建設技術研究所	1期～2期
		佐藤 義明	㈱建設技術研究所	1期～2期
		田村 浩敏	㈱建設技術研究所	3期～7期
		阿左美 敏和	㈱建設技術研究所	7期～
		古野 貴史	㈱建設技術研究所	2期～
		川島 幹雄	㈱東京建設コンサルタント	1期～
		都丸 真人	㈱東京建設コンサルタント	1期～
		松田 寛志	日本工営㈱	1期～7期
		陰山 建太郎	日本工営㈱	2期～6期
		大滝 諭	日本工営㈱	7期～
		倉田 貴文	日本工営㈱	2期～4期
		水口 大輔	日本工営㈱	5期～
		田方 俊輔	日本工営㈱	4期～5期
		與田 敏昭	㈱ニュージェック	1期～
		松井 潤一	㈱ニュージェック	3期～
		三輪 吉宏	㈱ニュージェック	1期～2期
		新村 卓也	パシフィックコンサルタンツ㈱	4期～
		田中 真也	パシフィックコンサルタンツ㈱	6期～
		北野 真広	八千代エンジニアリング㈱	1期～4期
		秋山 和也	八千代エンジニアリング㈱	3期～4期
		植田 太造	八千代エンジニアリング㈱	1期～2期
		磯部 滋	八千代エンジニアリング㈱	5期～
	渡邊 康示	八千代エンジニアリング㈱	5期～7期	
	渡邊 雅巳	八千代エンジニアリング㈱	7期～	
事務局	裊 義光	リバーテクノ研究会	1期～	

	役職	氏名	所属会社	備考
地盤WG	リーダー	佐藤 謙司	応用地質㈱	1期～
	副リーダー	丹下 良樹	基礎地盤コンサルタンツ㈱	1期～
		新清 晃	応用地質㈱	3期～
		倉田 大輔	応用地質㈱	7期～
		黛 廣志	川崎地質㈱	1期～
		原田 克之	川崎地質㈱	7期～
		川井 康右	川崎地質㈱	1期～
		脇中 康太	川崎地質㈱	6期～
		山本 裕司	基礎地盤コンサルタンツ㈱	3期～
		丸山 昌則	基礎地盤コンサルタンツ㈱	1期～
		荒木 繁幸	㈱ダイヤコンサルタント	1期～
		藤本 弘之	㈱ダイヤコンサルタント	1期～
		森島 直樹	㈱ダイヤコンサルタント	4期～
		工藤 暢章	㈱ダイヤコンサルタント	6期～
		太田 雅之	㈱ダイヤコンサルタント	7期～
地盤WG		西江 俊作	中央開発㈱	1期～
		安藤 欽一	中央開発㈱	6期～
		織作 健二郎	中央開発㈱	2期～
		坂本 淳一	中央開発㈱	1期～
	事務局	阿部 知之	応用地質㈱	1期～
材料WG	リーダー	梶尾 孝之	太陽工業㈱	1期～
	副リーダー	近藤 誠二	㈱田中	1期～
		鍋島 靖浩	旭化成アドバンス㈱	1期～
		渡部 直人	シーアイ化成㈱	1期～
		日野林 譲二	大日本プラスチック㈱	1期～
		今川 圭太郎	㈱田中	4期～
		田中 茂樹	東洋紡㈱	1期～3期
		鳥海 信弘	東洋紡㈱	5期～7期
		石川 雅洋	東洋紡㈱	4期、8期～
		西村 淳	三井化学産資㈱	1期～
		明永 卓也	三菱樹脂インフラテック㈱	1期～
		和田 憲次	三菱樹脂インフラテック㈱	6期～8期
		江崎 孝二	ユニチカ㈱	5期～
		平泉 顕	ユニチカ㈱	7期～
	事務局	山本 正人	太陽工業㈱	1期～
事務局	山本 浩二	太陽工業㈱	1期～	

モバイルレビীর適用と設計の手引き Ver.2 平成 29 年 4 月

<問い合わせ先>

一般社団法人 リバーテクノ研究会 事務局

〒154-0001 東京都世田谷区池尻 2 丁目 33 番 16 号

Tel : 03-3414-5091 Fax : 03-3791-5454

<http://www.rirt.or.jp/>

<編集>

一般社団法人 リバーテクノ研究会

〒154-0001 東京都世田谷区池尻 2 丁目 33 番 16 号

Tel : 03-3414-5091 Fax : 03-3791-5454

<http://www.rirt.or.jp/>

<製本・印刷>

株式会社インターセクト

禁 無断複写・転載

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

〒154-0001 東京都世田谷区池尻2-33-16 TEL.03-3414-5091 FAX.03-3791-5454