

モバイルレビース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



RRRT

平成29年4月

目 次

1.	本手引きの取り扱い	1
2.	モバイルレビースの定義	2
3.	モバイルレビースの分類と事例	3
3.1	モバイルレビースの分類	3
3.2	モバイルレビースの事例	4
3.3	特許調査による事例	9
4.	モバイルレビースの新たな構造形式	13
4.1	新たなモバイルレビースの提案	13
4.2	リバーテクノレビースの開発	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.	モバイルレビース適用の考え方	21
5.1	モバイルレビースの位置づけ	21
5.2	モバイルレビースの特徴	21
5.3	モバイルレビースの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	モバイルレビースの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	モバイルレビース設置による影響検討	30
6.	モバイルレビースの設計	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ースの適用区分	32
6.1.2	モバイルレビースの安全照査指標	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	モバイルレビース設置時の堤防の安全性評価	59
7.	モバイルレビースを確実に機能させるための検討	63
7.1	モバイルレビースを減災施設として機能させるための検討項目	63
7.2	モバイルレビース可搬部の保管場所と搬入路	63
7.3	モバイルレビースを設置・撤収する体制と方法	64
7.4	モバイルレビースを設置または撤収するための判断基準	64
7.4.1	モバイルレビースの運用手順の明確化	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.	モバイルレビースの維持管理	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. モバイルレビースの定義

モバイルレビースという用語は、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スの定義を行い、モバイルレビースの概念及び範囲を明確にする。モバイルレビースとは直訳すると「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、モバイルレビース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スの定義を行う。

(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、モバイルレビース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ス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、モバイルレビース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スの定義】

本手引きのモバイルレビースとは、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

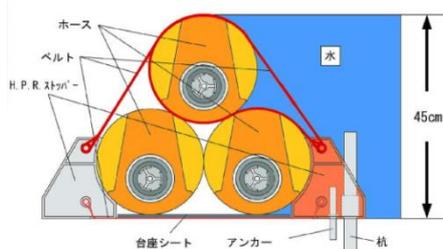


水防組合倉庫での部材格納状況

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

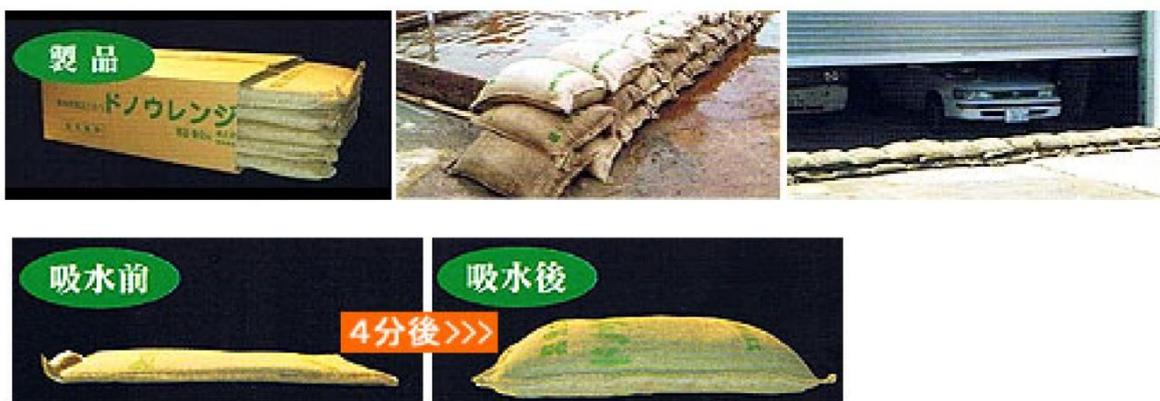
(水を入れて膨らませる)



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

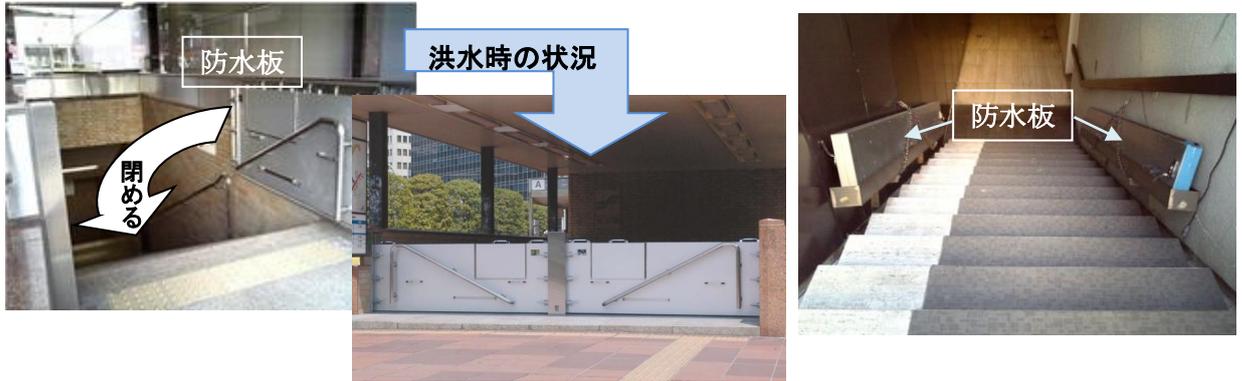
(8) 吸水性土嚢

「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）



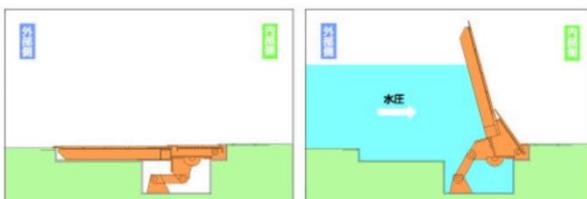
浸水防止版（JR 博多駅地下入口）

<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

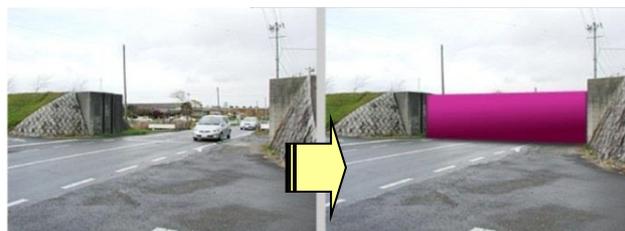
この防水扉は、浸入してくる水の浮力により立ち上がり、水が引くと自動的に倒伏し、元の床面に収納される構造であることから、人の労力や電力・油圧などの動力源を必要としない。



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

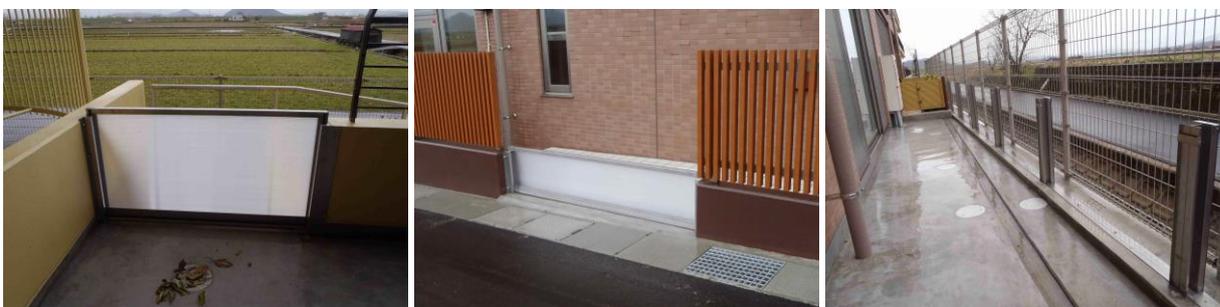
(11) 陸閘（市街地への氾濫流の浸水防止工法）

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. durchlässiges für Wasser 5. weiche Tische zur Befüllung mit schwerem Material</p>

注) () 内: 設置方式

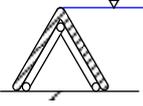
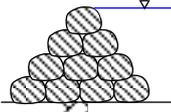
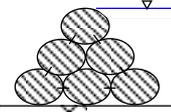
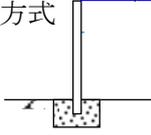
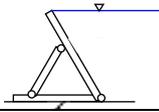
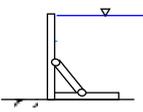
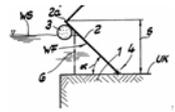
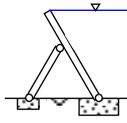
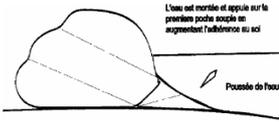
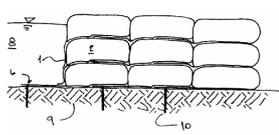
表 3.5(2) 海外特許事例のタイプ別分類

<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。 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。 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。 併設及び積み重ねもできる。 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
越水防止型	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  <small>L'eau est moulée et appliquée sur le premier poche souple en augmentant l'épaisseur du sac. Poisson de l'eau</small>	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。