

ドイツ・ミルテンベルクにおける 可搬式特殊堤防を用いたまちづくり治水整備

二井 昭佳¹

¹ 正会員 国土館大学理工学部 准教授 (〒154-8514 東京都世田谷区世田谷 4-28-1)

E-mail: nii@kokushikan.ac.jp

本稿は、可搬式特殊堤防を用いまちづくりに資する治水整備がおこなわれているドイツ・ミルテンベルクの取り組みを対象に、その経緯や整備内容について報告するものである。川とまちをつなぎ、治水と風景、水辺のアクティビティを両立した魅力的な空間が生み出されている要因として、構想段階から河川管理者と基礎自治体、土木エンジニアリング会社と空間デザインの専門家の協働体制の構築、可搬式特殊堤防の治水システムを活かす、1) まちと川を一体化するオープンスペースの創出、2) まちと川の空間的・視覚的なつながりの確保、3) デザイン要素となる堤防形状といった空間デザインが重要だと指摘した。

キーワード：可搬式特殊堤防、治水整備、まちづくり、洪水、ドイツ、ミルテンベルク

1. はじめに

水辺は、まちの魅力を形づくる重要なオープンスペースである。しかし、同じオープンスペースでも広場や公園とは大きく異なる点がある。それは、洪水による災害リスクの回避、すなわち治水上の要件が、空間デザインの前提条件になることだ。しかも、たいていの場合、この要件は魅力的な空間をつくる上で大きな障害になる。

日本における魅力的な水辺空間の事例は、いずれも治水の要件に踏み込み、それを乗り越えてきたものである。広島・太田川基町護岸や島根・津和野川、横浜・和泉川や松江・岸公園、北彩都あさひかわ・忠別川といった土木学会デザイン賞の受賞作品群、また近年の熊本・白川「緑の区間」や伊勢・宮川堤などでは、河道の拡幅や移設、単調さを避ける護岸形状の工夫、管理者の異なる堤内地（まち側）と堤外地（川側）の一体整備、氾濫解析による実証といった手法を駆使することで、治水と風景の両立を図り、まちと川をつなぐ水辺空間が生み出されている。

その一方で、たとえば隅田川のように、まち側の土地が計画高水位に比べて低く、高い堤防を設けざるを得ない河川では、まち側の広いエリアを嵩上げるスーパー堤防という手法はあるものの、いまだ決定打に欠ける状況だといえる。

まちの大事な場所だけでも、平常時に堤防を低くする、あるいは部分的に無くすことができれば、この状況を大きく変えることができる。こうした観点から、近年、ドイツなどでは洪水時のみ堤防を設置する可搬式特殊堤防(Mobiles Schutzsystem)による整備が積極的に進められて

いる。本稿では、これらの整備のなかでも、まちづくりの観点から優れた治水整備が行われているドイツ・ミルテンベルクを対象とし、整備の経緯やその内容について報告することを目的とする。なお本稿の内容は、バイエルン州水管理局による整備パンフレット¹⁾などの文献資料と現地調査に基づいている。

2. ミルテンベルクの紹介と整備経緯

ミルテンベルク(Miltenberg)は、フランクフルトからマイン川を80kmほど遡ったところに位置する、人口約1万人のバイエルン州の都市である。古くより戦略上の要地で、周辺にはローマ時代の城の遺構も残されている。都市としての存在が確認されるのは13世紀になってからであり、ミルテンベルク城とともに発展してきたとされている。また中世より赤褐色のブנדエル砂岩の産出地として著名で、現在も主要な産業であると同時に、ミルテ



図-1 ミルテンベルク城から旧市街とマイン橋を望む

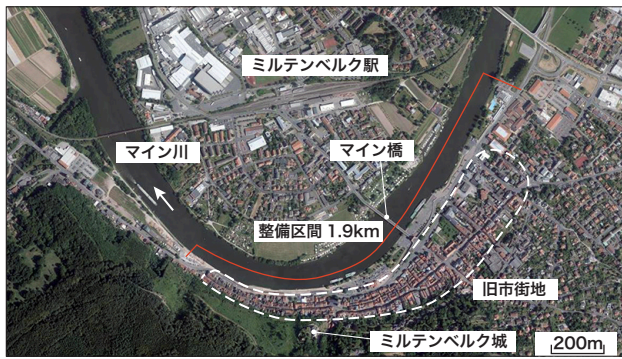


図-2 マイン川とミルテンベルク旧市街位置図



図-3 1970年の洪水時のマイン通り（文献1より引用）

ンベルクの景観の基調を成している。

まちの中心部をなす旧市街には、ミルテンベルグ城に加え、500軒を超す歴史的な木組み建築の街並みが残り、年間10万人の観光客が訪れる「マイン川の真珠」の名にふさわしい美しいまちである。

その一方で旧市街は、マイン川が大きく屈曲する外側に位置するうえに、河畔とまち側の標高差が1～3m程度と低いことから、これまで幾度となく洪水の被害に見舞われてきた。特に、マイン川では冬季の大雨や雪解け水により洪水が発生することが多く、また洪水の流速が比較的緩やかなため、ひとたび氾濫すると影響が長期間に渡る特徴がある。

近年の大きな洪水は1970年に発生しており、洪水規模は20年確率程度ではあったが、数日間に渡り旧市街が冠水し、川沿いの主要な道路が通行止になるなど都市機能が麻痺する事態に陥った。その後は、そこまでの規模の洪水は発生していなかったが、洪水自体は年間に約10～20回発生しており、都市生活の障害となるとともに、旧市街の空洞化の原因にもなっていた。

3. 整備経緯とコンセプト

(1) 整備に至る経緯と整備構想の特徴

こうした状況を改善すべく実施された洪水氾濫シミュレーションにより、冬季の平均流量160m/sに対して100年確率の洪水時には流量が約2400m/sとなり、旧市街では

最大3.5mの浸水深になることが判明した。これを受け、1999年に河川管理者であるバイエルン州は、ミルテンベルク市と協働し、旧市街に面する延長1.9kmの区間を対象とする治水整備の計画に着手することとなった。

整備構想では、単に洪水からまちを守るのではなく、これを都市再生の機会と捉え、まちと川を一体とする魅力的な水辺空間の創出が目指された。

そのため計画構想の初期段階から、バイエルン州とミルテンベルク市に加え、治水に関わる計画・設計を担当する土木エンジニアリング会社（Schömg-Plan Ingenieurgesellschaft mbH, EDR GmbH）と、空間デザインを担当する設計事務所（Holl Wieden Partnerschaft）が協働する体制を構築し、洪水防御と空間デザインを両立する案の検討が行われた（図-4）。

(3) 治水システムの考え方

構想を実現する治水システムとして用いられたのが、確率年数に応じて堤防構造を使い分ける方法である。具体的には、比較的頻度の高い25年確率の洪水までは固定式の堤防で防御し、25年を超え100年確率までの洪水は可搬式特殊堤防で防御する考え方である（図-5）。

これを基本タイプとし、まちの中心部から離れた場所では100年確率に対応する固定式の堤防、まちと川を結ぶ動線上には開口部を設け100年確率に対応する可搬式特殊堤防のみというように、まちとの関係に応じて3つのタイプを使い分けている。

なお後述するが、100年確率を超える洪水に対する対策も検討されており、その場合には設定した場所で、まち側に超過した洪水を越流させる仕組みとなっている。

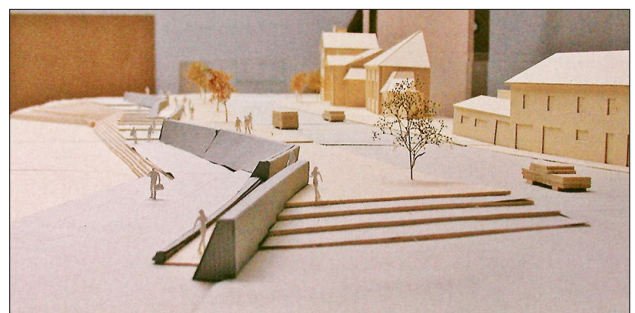


図-4 検討模型（文献1より引用）

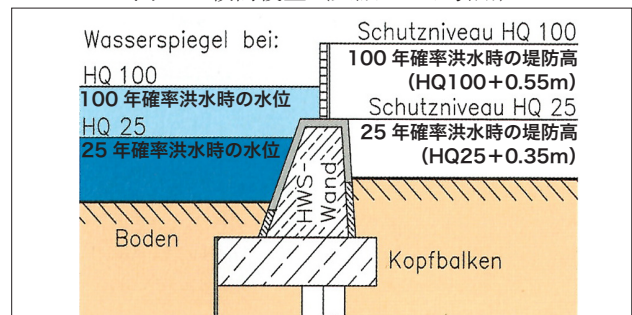


図-5 確率年数に応じた堤防構造（文献1に筆者加筆）

4. まちづくり治水整備の特徴

(1) 整備の流れと整備概要

本章では、整備の時系列に沿って具体的な整備内容について説明していきたい。整備は大きく2つの時期に分けられており、第1期は1999年から2008年に実施された旧市街地中心地区で、第2期は2013年から2016年に実施された中心地区よりも下流のシュバルツフィルテル(Schwarzviertel)地区である(図-6)。

シュバルツフィルテル地区の整備時期がずれている理由は、当初計画時に地区住民から整備による地区の景観への悪影響が懸念されたことによる。結果的に、第1期整備が完成し、その不安が払拭されたことから、2009年よりシュバルツフィルテル地区の検討が開始された。

なお整備の主体は河川管理者であるバイエルン州であるが、ミルテンベルク市は費用を分担しており、第2期整備では国の補助金も使用されている。また整備後の維持管理はミルテンベルク市の担当となっている。なお、整備の簡単な諸元は以下の通りである。

表-1 整備の諸元

整備区間総延長	1,900m
洪水防御区域	167,000m ²
可搬式特殊堤防総延長	1,160m
整備期間	17年
総工費	約37.7億円(約2,900万ユーロ)

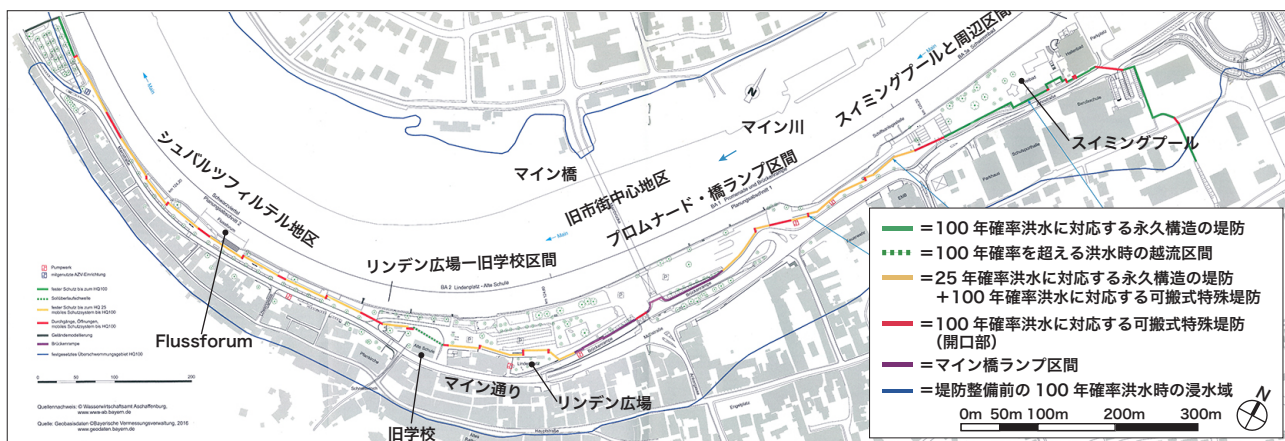


図-6 整備全体平面図(文献1に筆者加筆)



図-7 川とまちをフラットにつなぐ開口部
写真中央を横切る線に可搬式特殊堤防が設置される

(2) 第1期整備：旧市街地中心地区(1999-2008)

第1期整備は、さらに3つの区間に分けて実施されている。まず最初に整備されたのが、メイン橋を挟む区間であり、1999年に開始し2003年に完成した。その後、下流側のリンデン広場(Lindenplatz)から旧学校(Alte Schule)までの区間が2003年から2004年に、上流側のスイミングプール周辺区間が2006年から2008年に完成した。また2008年には、可搬式特殊堤防の施設整備も完了した。

a) プロムナード・橋ランプ区間(1999-2003)

この区間は、メイン橋を挟む約200mの橋のランプ区間と、その上流に位置する約400mのプロムナード区間から構成されている。

プロムナード区間には、川に向かう街路に合わせ、可搬式特殊堤防のみで洪水を防御する30mの開口部が1箇所設けられており、まちと川がフラットで繋がる動線が確保されている(図-7)。また堤防を部分的に雁行させ、階段やスロープによる川へのアクセスも確保されている。

固定式の堤防は、25年確率に対応し、まち側からの高さを90cmに抑えることで、まち側から川の眺めを楽しむことができる(図-8)。なお、25年確率を超える洪水時には、天端に1.2mの可搬式特殊堤防が設置される。

固定式の堤防はコンクリート構造だが、表面を地場材のブンデル砂岩で仕上げることで、風景との調和も図られている。また川側の堤防勾配を変化させることで、単



図-8 25年の確率年数に対応した永久構造の堤防
堤防天端に可搬式特殊堤防の基礎が埋め込まれている



図-9 勾配を変化させた堤防とライトアップ（文献1）



図-10 川を眺めながら食事できるオープンカフェ

調な空間になることを避ける工夫もなされており、壁面のライトアップも合わせて、夜には幻想的な風景も生み出すことに成功している（図-9）。

この区間では河畔に、緑地帯と駐車場が設けられており、毎年8月末から9月初旬の10日間に渡り開催される市最大のイベントMichaelismess（聖ミカエル大天使祭り）にも対応できる大きな空間が確保されている（図-7・8）。

またマイン橋は、1900年に石造アーチとして建設されたが、第二次世界大戦中にドイツ軍によって破壊され、1945年に地場材のブンドル砂岩を表面に用いた鉄筋コンクリートアーチ橋として復元された。旧市街側には、当初建設時の塔が残されており、そこから川と並行に上・下流側に橋にアプローチするランプが設けられている。ランプ区間では、既存壁面を補強する形で新たな堤防が設けられている。なお、ランプは部分的にアーチ構造となっているが、平時には川への動線として、洪水時には可搬式特殊堤防により締め切る仕組みとなっている。

b) リンデン広場―旧学校区間（2003－2004）

マイン橋の下流部に位置する300mの区間であり、水辺への動線や固定式の堤防の特徴はa)と共通しており、100年確率の洪水時には、a)と同様に1.2mの高さの可搬式特殊堤防が設置されることになっている。

特徴的なのは、川沿いのマイン通り（Mainstraße）よりも川側に建物が存在する唯一の区間であることを生かし、堤防整備に合わせて、まち側にふたつの広場が整備されている点、また民間の建物であるカフェレストランとの



図-11 100年の確率年数に対応した永久構造の堤防



図-12 道路を横切り設置された可搬式特殊堤防の基礎

一体的な土地利用が図られている点である。文献によれば、計画当初からミルテンベルク市と土地利用の調整が図られ、それを計画に反映しているようである。こうした調整により、広場に加え、川を望みながら食事ができる魅力的な空間が生み出されている（図-10）。

また治水上の重要な工夫として、旧学校の前の40mの区間では、固定式の堤防高さを100年確率の計画高水位とし、余裕高を見込まない高さとなっている。これは、100年確率を超える洪水が発生した際に、この区間で洪水を越流させ、区間全体の可搬式特殊堤防が決壊することを防ぐための工夫である。

c) スイミングプールと周辺区間（2006－2008）

a)のプロムナード区間の上流側で市街地も含む約400mの区間である。他の区間に比べてまち側の標高がやや高いこともあり、堤防を設けなくても25年確率までは浸水しないエリアになっている。

ここにも、まちと川がフラットで繋がる動線を確保するための開口部が設けられているが、それ以外の川との境界部は100年確率に対応する固定式の堤防となっている（図-11）。なお堤外地に設けられているスイミングプールの区間のみ、デザイン状の理由から木製のカバーで覆われた堤防となっている。

この区間の特徴的な整備は、より上流部で越流する洪水を防ぐために、川沿いのヤーン通り（Jahnstraße）と地区内の街路に可搬式特殊堤防を設置できる装置が埋め込まれている点である（図-12）。

(3) 第2期整備：シュバルツフィルテル地区（1999-2008）

シュバルツフィルテル地区は、旧市街中心地区の下流側に位置する約500mの区間で、全区間のなかで最もまちと川の高低差が小さい区間である。

そうした立地状況を生かし、区間全体にわたって川側とまち側の遊歩道が一体的な空間になるようデザインされている（図-13）。

固定式の堤防は、25年確率に対応する高さであり、まち側の高さは他区間と同様に90cmに設定されている。また、川に向かう街路位置に合わせて開口部が設けられていることで、まちなかの街路からも川が眺められ、川への動線の確保とともに、まちと川を視覚的に一体化することに大きく寄与している（図-14）

また、水辺空間には、芝生の広場に加え、Flussformと名付けられたブンデル砂岩とウッドデッキによる広場が設けられており、カヌーなどの水上アクティビティの乗降場になると同時に、ベンチやデッキチェアが配置されており、川面を眺めながらくつろげる工夫がなされている（図-15）。

(4) 可搬式特殊堤防の特徴

本整備を実現する上で重要な役割を果たしている可搬式特殊堤防のシステムについても説明しておきたい。シ

ステム構築にあたり重要視された点は大きく3つあり、設置判断の仕組み、統一された構成要素、運搬・保管・維持管理の仕組みである。

まず、設置判断については、バイエルン州の洪水警報システムにより洪水到達時間の約50～60時間前に設置の必要性を判断できる仕組みが構築されている。

また、可搬式特殊堤防は、鋼製の柱と、アルミニウム製の止水板から構成されているが、短時間で設置でき、また平時の管理も容易なように、開口部の柱の高さを除き、全て同一の要素となるように設置ピッチなどが調整されている。なお、鋼製の柱はクレーンで設置する必要があるが、アルミニウム製の止水板は高さが15cmに分割されており、人力での配置が可能になっている（図-16）

なお、テスト時の設置イメージを図-17に示す。運搬・保管・維持管理の仕組みについては、旧市街から約1.9km離れた市北部で、洪水時にも迅速に運搬可能で安全な場所に設けた専用の倉庫に保管されており、使用後の清掃や日常のメンテナンスもできるようになっている。なお、先述したように、可搬式特殊堤防の設置や維持管理は、ミルテンベルク市が担当している。

図-18は、整備途中の2003年に発生した確率年数20年の洪水時の様子であるが、開口部だけを締め切るように可搬式特殊堤防が設置されており、整備による効果を確認することができる。



図-13 舗装を含め、水辺とまちの一体的なデザイン



図-15 水辺沿いの Flussform と呼ばれる広場空間



図-14 まちなかから見た川の眺め



図-16 可搬式特殊堤防の組み立ての様子

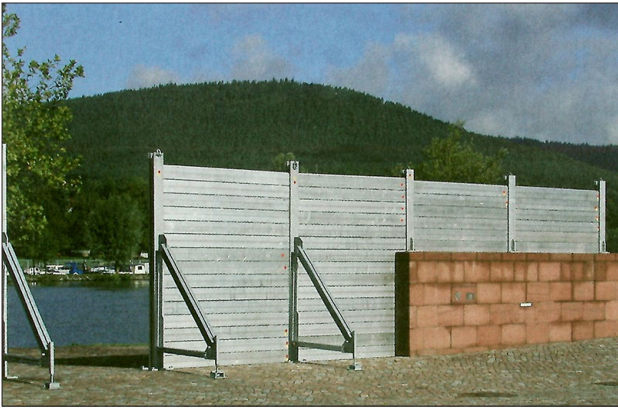


図-17 テストでセットされた可搬式特殊堤防
(文献1より引用)



図-18 2003年の20年確率洪水時に設置された
可搬式特殊堤防 (文献1より引用)

5. おわりに

以上の整備により、ミルテンベルクでは、川とまちをつなぎ、治水と風景、水辺のアクティビティを両立した魅力的な空間が生み出されている。また、治水の課題も解決できたことで、旧市街の空洞化も改善されているようである。

本稿を終えるにあたり、この治水整備が、優れたまちづくりとして結実している要因をあらためて整理しておきたい。

まず挙げられるのは、プロジェクトの実施体制と目標像の設定である。構想段階から、河川管理者であるバイエルン州とまちづくりを担うミルテンベルク市に加え、土木エンジニアリング会社と空間デザインを担当する設計事務所が協働する体制を構築することで、単なる治水整備ではなく、都市再生の観点から計画を構想することが可能になっている。とくに治水とまちづくりという相反しがちなテーマに対し、まちと川を一体とする魅力的な水辺空間の創出という目標に向かってデザインとエンジニアリングが協働している点は、水辺整備に関わらず、土木デザイン全般にとり有益な方法だと思われる。

つぎに、可搬式特殊堤防による治水システムを最大限に活かした空間デザインである。具体的には、1) まちと川を一体化するオープンスペースの創出、2) まちと川の空間的・視覚的なつながりの確保、3) オープンスペースの空間利用に寄与し、それ自体がデザイン要素となる堤防形状といった空間デザインが実施されている。

1) については、堤防整備に合わせ、まち側の広場を再整備し、川を眺めながら食事やお茶を楽しむ空間を生み出すなど、河川区域だけではなく区域外も含めた計画になっている点が大きく効いている。

2) については、川へのアクセスとまちからの川の眺めを確保するために、まち側の街路や広場と合わせる位置に大小19箇所の開口部を設けていることが大きく影響

している。また、川側とまち側の舗装の色調を合わせる点も効果を高めることに寄与している。

3) については、永久構造の堤防高さを90cmに抑えることで、まちからの川への眺めを確保するとともに、開口部に合わせて堤防線形を雁行させ、さらに川側の堤防勾配を変化させることで、単調な空間にならないように工夫されている。また、堤防表面に地場材を用いることで、風景との調和も図られているなど、空間の質を確保する上で障害となりがちな堤防が、むしろデザインの重要な要素になっていることに驚かされる。

このように考えると、可搬式特殊堤防を採用すれば魅力的な空間が生まれるわけではなく、それに合わせて上記のような空間デザインをおこなうことが重要だといえよう。

今後は、日本への可搬式特殊堤防の適用も視野に入れ、他の事例や設計基準も含めて継続的に調査していきたい。

なお本研究は、JSPS 科研費 15K18237 の助成を受けて実施したものである。

参考文献

- 1) Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg, Bayern: Der Hochwasserschutz der Stadt Miltenberg- Bautechnische Lösungen für den Erhalt des Stsdtbildes, 2016.
- 2) Martin Prominski et al. : River. Space. Design, Birkhäuser, 2012.