

「史跡」・「名勝」嵐山における 全国初の可動式止水壁設置工事について

川口 智香¹ 文字 聖¹

¹近畿地方整備局 淀川河川事務所 工務第一課 (〒573-1191大阪府枚方市新町2-2-10)

世界的な観光地として知られる嵐山地区は、桂川を含む地区全体が文化財保護法上の「史跡」及び「名勝」に指定されており、年間を通じて多くの観光客で賑わっている。この嵐山特有の環境下で全国初となる「可動式止水壁」の設置は、2020年から2022年までの3ヶ年で工事を完了している。景観や周辺環境に配慮しつつ、工期を厳守するにあたっては、解決すべき様々な課題があった。本稿は、実動に至るまでの設計段階から工事実施にかけて工夫した内容について報告するものである。

キーワード 全国初、可動式止水壁、史跡及び名勝、左岸溢水対策

1. 桂川嵐山地区の工事概要

嵐山地区は、淀川支川の1つである桂川の直轄管理区間の最上流に位置しており、世界的な観光地として知られている。世界遺産である天龍寺と西芳寺に挟まれた地区であり、年間を通じて多くの観光客で賑わっている。また、四季折々の美しい景観や歴史的な経緯から、1927年(昭和2年)には川を含む地区全体が文化財保護法上の「史跡」及び「名勝」に指定されている。

なお、現在、直轄河川のうち「史跡」と「名勝」の両方に指定されているのは、全国で嵐山地区のみである。2012年に治水・景観・文化財の学識者及び地元代表委員で構成する「桂川嵐山地区河川整備検討委員会」を設立し、平成16年洪水対応を目指した河川整備の検討を実施している。さらに、地域住民を主体とした「桂川嵐山地区河川整備地元連絡検討会」を設立し、具体の河川整備について調整を行い、嵐山地区の当面の河川整備として、①可動式止水壁による左岸溢水対策、②堰改築を含む派川の改修、③一の井堰の改築を行う計画となった。



図-1 嵐山地区における整備メニュー

これらは嵐山特有の環境の下で整備を行うため、特殊

な施設構造及び施工条件のもと工事を実施することが要求される。このうち、先行して工事を実施した①可動式止水壁による左岸溢水対策は、全国初の特種な施設構造に加えて、困難な施工条件のもと、2020年から2022年までの3ヶ年で工事を完了し、実運用が始まっている。



図-2 可動式止水壁設置工事における3ヶ年の状況

2. 左岸溢水対策の概要と施工条件等

(1) 左岸溢水対策の概要

左岸溢水対策は、堤防高が不足している区間約260mに

において、全国初の施設となる可動式止水壁を設置する工事である。可動式止水壁は、HWL以上の余裕高の部分が洪水時に限って起立する構造となっており、景観に配慮して護岸は石積み構造、歩道側は石材パネルによる意匠を施した構造を採用している。

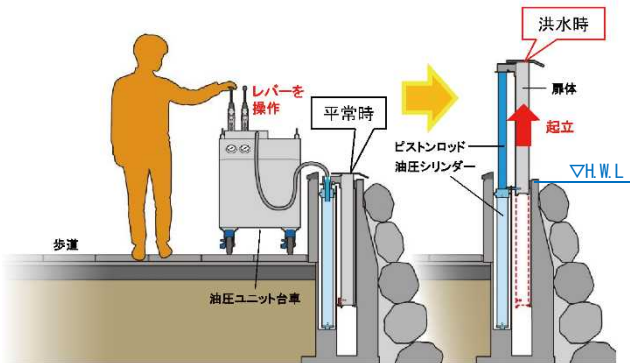


図3 可動式止水壁の構造概要図

(2) 施工条件および施工上の課題点

嵐山地区特有の施工条件および施工において留意しなければならない課題は、以下が挙げられる。

限定された工期：嵐山地区では、年間を通して多くのイベントが計画されており観光客の来訪も多い。そのため、地元協議により施工期間は12月～3月の4ヶ月間に限定されていた。

文化財保護の観点からの掘削範囲の限定：施設の設置箇所は文化財包蔵地であるため、施工時の掘削範囲に関する文化財部局（「京都府 文化財保護課」および「京都市 文化財保護課」）との事前協議により、掘削範囲を必要最小限とするよう制限されていた。

土木工事と機械工事の調整：可動式止水壁の施設構造は、土木工事となる基礎工と機械工事となる可動式止水壁とで構成されているが、土木工事と機械工事では出来高管理基準値が大きく異なることに加え、前例のない可動式止水壁構造であるため、どのように出来形管理を行うかが課題であった。

石積みにおける意匠の調整：嵐山地区では、現状の景観を変えないことが要求されており、景観面で重要な可動式止水壁前面（川側）に設置する石積みは、「桂川嵐山地区河川整備検討委員会」での助言や地元住民の意見を踏まえ、使用する石の色目（明度の低い灰色系）、形状（野面石）、積み方（乱積み）、天端の厚さ（薄く）の条件を規定されており、この条件に適合する石材の入手が課題であった。



図4 使用した石材

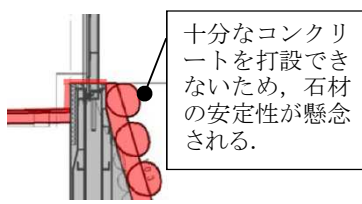


図5 懸念される石材の安定性

また、背面の機械設備と接する状態となるため、石材の安定性が懸念された。そのため、石材の構造安定性を確保しつつ、現場で効率の良い施工を行うことが課題であった。

3. 詳細設計時の工夫点

土木工事と機械工事を同時に行わなければならない環境において、施工条件を満足するとともに安全に施工することが求められていた。これらに対して詳細設計時点において工夫した点を以下に示す。

(1) 限定された工期に対する対応

左岸溢水対策の施設構造は、①基礎構造（土木）②可動式止水壁構造（機械）、③意匠の3つに区分することができる。

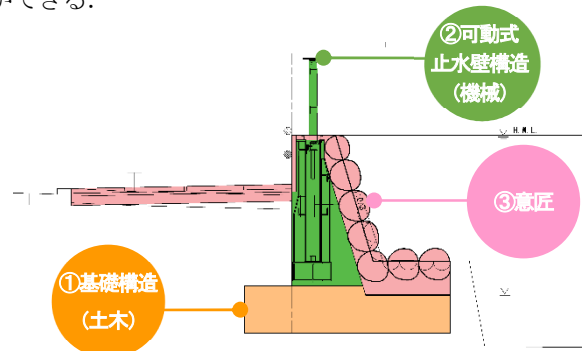


図6 可動式止水壁設置工事の構造区分

施工計画の検討において通常行う詳細設計レベルの検討に対して施工手順を現場作業レベルにまで分解し、事前に工実施時の課題を抽出した。また、工程計画を立案するにあたっては、施工手順が多く過去の工事事例では工程の把握が困難であったため、可動式止水壁（機械）の設置工事、意匠の石積み工事について可動式止水壁の試作機を用いた実物モデルで試験施工を実施し、施工のサイクルタイムを確認した。その結果を工程計画に反映し、嵐山左岸溢水対策の工事を3ヶ年（1年目：基礎構造（土木）、2年目：可動式止水壁構造（機械）、3年目：（意匠）で工事可能であることを確認した。

項目	令和1年			令和2年				令和3年				令和4年		
	12月	1月	2月	3月	4~11月	12月	1月	2月	3月	4~11月	12月	1月	2月	3月
基礎構造（土木）														
可動式止水壁構造（機械）														
意匠														

表-1 可動式止水壁設置工事の施工工程

また、2年目の可動式止水壁構造の工事において、工期に余裕がない状況であり、仮締切の設置撤去の期間をいかに短縮するかが大きな課題であった。仮締切は、1年目に設置した鋼矢板一重締切構造の鋼矢板を河道内に

存置させることにより、2年目の仮締切設置期間を短縮する計画を採用した。

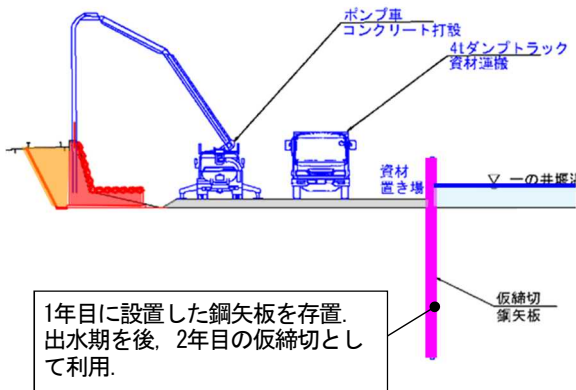


図-7 鋼矢板一重締切構造の採用による工期短縮の概要

(2) 文化財保護の観点からの掘削範囲の限定

構造物の設置範囲は町側も含めて埋蔵文化財包蔵地となっており、掘削などの現状変更を行うには、埋蔵文化財の有無の確認を行いながらの掘削となるため工程への影響が大きい。そのため、当初案であった大型ブロックによる基礎構造をL型擁壁に変更することで床付け面を浅くし、掘削範囲を約1/3に縮小する工夫を行った。

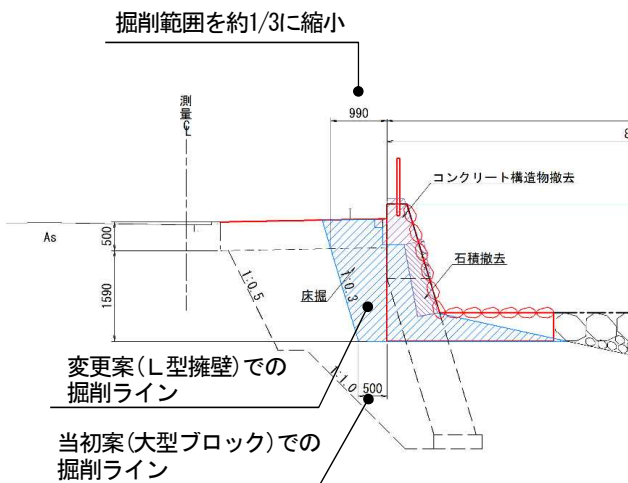


図-8 構造変更による掘削範囲の縮小

(3) 可動式止水壁への工事の際の影響軽減

可動式止水壁を設置した後、背面の埋戻し土投入時および締め固め時において、可動式止水壁に変位等の影響が発生することが懸念された。その対策として、締め固めを必要としない流動化処理土を採用した。流動化処理土は、工事完成後の維持管理等によって再掘削を行う可能性があるため、バックホウで掘削可能な強度に設定した。

また、流動化処理土を用いることにより締め固めの作業時間を削減することが可能となったため、通常の埋戻し土での施工と比較して工期短縮を図ることができた。

(4) 可動式止水壁構造と基礎構造との接合部の施工方法

可動式止水壁の工事は、基礎構造を施工後に実施する。精度を確保しつつ、効率的に可動式止水壁を設置するため、接合部はアンカーおよびアジャスター形式により高さ調整が可能な構造とした。また、接合部の空隙には、無収縮モルタルで間詰め処理を行う計画とした。

工事工程において、煩雑な施工手順であることから、試験施工時に施工手順に関する課題および工事工程の妥当性について確認を行った。

(5) 土木構造物の出来高管理基準値の設定

土木工事と機械工事で出来形管理基準値が大きく異なることに加えて、基礎構造と可動式止水壁構造との接合箇所の出来形を可動式止水壁の設置時に対応可能な許容値に変更した出来高管理基準値を作成した。

対象工程	基準値
基礎構造 (可動式止水壁設置面)	基準高:-30mm 幅:-30mm 厚さ:-30mm 延長:-200mm
意匠(石積護岸)	基準高:±50mm 延長:-200mm

表-2 出来高管理基準値

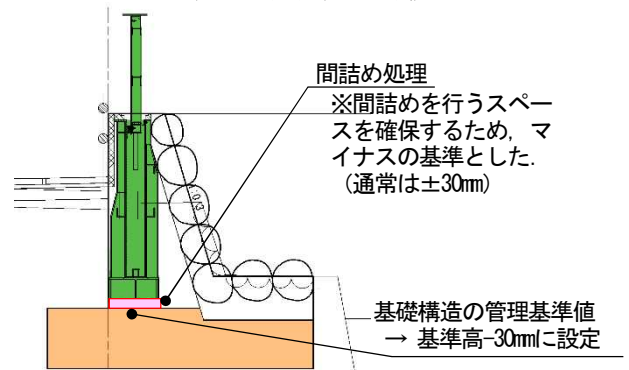


図-9 特に留意した出来高管理基準値

(6) 使用石材による景観と施工手間の確認

意匠に使用する石材の確認および石材の積み方の確認を行うために試験施工を実施した。この試験施工によって使用する石材を決定するとともに、石材の積み方(野面石積)について「桂川嵐山地区河川整備検討委員会」の委員に事前確認を行った。また、上部の石材が不安定になることが確認されたため、アンカーにより固定する方法を採用した。



図-10 石積試験施工における景観の確認状況

(7) 地元や観光客等への配慮

地元に対して工事实施前に説明会を開催し、意見交換を行った。旅館のチェックインやチェックアウト時には工事用車両の通行を控えることなどの要望があり、工事で配慮すべきことを引き継ぎ事項として整理した。

観光客に対しては、CIMを活用した施工中の状況が分かるように工夫するとともに、外国人観光客も視野に入れた5か国語のビラを作成した。



図-11 観光客向けに作成したパンフレット

4. 施工時の工夫

施工時の進捗状況について、毎月淀川河川事務所HPにて公開した。また、工事实施前の工事調整会議、工事实施中において設計業者と施工業者が即座に調整可能な体制を構築し対応した。地元に対しては、事前説明会の開催、個別説明を行い、工事に対する理解を深めていただいた。

3ヶ年にわたった各工事での工夫した点を以下に示す。

(1) 1年目工事(基礎構造:土木)

a) 仮締切構造の変更

鋼矢板一重締切構造においては、締切内の工事用道路が一の井堰の湛水位以下であった。万が一、基礎地盤が不均一であった場合には想定外の湧水による工事進捗への影響が懸念された。

そのため、大型土のうを用いた土堤による仮締切に変更し、土堤天端に資材置場兼用の工事用道路を構築する方針に変更した。



図-12 大型土のうによる土堤締切

b) 工程優先の施工方法への変更

延長約260mの基礎構造を施工するにあたり、本来は鉄筋工、型枠設置、コンクリート打設となる一連の手順において、経済性を考慮してブロック設定を行い施工を実施する。しかし、基礎工は工事工程に対して占める割合が大きいことから、工事实施時の遅延リスクを解消するため施工時には、土工、鉄筋工、コンクリート工が常に繰り返し施工できるように工程を考慮し、アジテータがヤード内に常駐することにより少量であっても連日コンクリート打設できる計画とした。



図-13 基礎構造の施工状況

c) ICT施工の活用

文化財保護の観点から、掘削範囲が限定されている状況での施工となるため、確実な設定範囲内での施工および事前測量や丁張設置などの施工手間の削減を目的としてICT建設機械を導入し施工管理を行った。



図-14 ICT建設機械による掘削状況

(2) 2年目工事(可動式止水壁構造:機械)

a) 可動式止水壁の構造変更による施工時の地元配慮

設計時点の可動式止水壁は、現場での運搬および据え付けに関わる施工性への配慮から4m/1スパンの構造としていた。施工時の吊り込みに25tラフターを想定し、可動式止水壁設置時には一時通行止めを行う計画としていた。地域社会への影響を考慮して通行止めを避けるため、可動式止水壁のスパンを2m/1スパンとして再計画し、事前の工程調整において据え付け計画を行った。その結果、工期内で可動式止水壁の設置が可能と判断し、締切天端からの可動式止水壁の施工に変更を行った。



図-15 可動式止水壁の吊り込み状況

b) 試作機製作による構造および施工性の事前確認

可動式止水壁は、構造の妥当性、施工時の手順および施工時間の検証を行う目的で、可動式止水壁の試作機を製作し、試験施工を行った。



図-16 試作機の確認状況

c) 複数施工業者が交錯する工事における事前工程調整

工事は、土木業者及び可動式止水壁（機械工事）の複数社が、4ヶ月間の短い期間で狭いヤード内での工事を調整して行う必要があった。可動式止水壁は、約125ユニットを搬入して設置する必要があることから、機械設置を3班体制で行った。土木工事との調整に際しては、工事実施前の工事連絡会において施工手順および工程計画を作成し、工事の遅延がないように配慮した。

d) ベッセルダンプの使用による濁水流出防止対策

2年目の施工は、工事工程が非常に厳しいことから、仮締切りの土砂の搬出時において、仮置きを行い曝気する手順を簡略化するため、水を含んだ土砂を直接積み込みして運搬しても濁水が漏れないベッセルダンプを使用した。

(3) 3年目工事（意匠）

a) 意匠施工時の精度管理の工夫

意匠の設計では、止水壁、天端石、立面パネル、石畳端部、石畳舗装の目地が一連で通る設計となっており、図面上で6.7mmの精度で設置を行う計画となっていた。

設置時の手戻りを防止するため、工事受注後に現場計測を再度実施し、現場に合わせたパネルの割り付けをCADを用いて再計画した。その図面を用いて現場で位置出しを行うことで、想定通りの意匠となり工期内で手戻りなく施工を行うことができた。



図-17 意匠における目地の通り

b) 施工時の意匠の有識者への事前確認

意匠の施工においては、現場で設計時の意図を反映するために計3回におよぶ現場での連絡会議を実施し、有識者による施工指導を行い、見栄えに十分に配慮した施工を行った。

(4) 地域貢献

a) バリケードや夜間照明への配慮

バリケードには、着物を羽織った人形の単管バリケードを使用するとともに、夜間の照明には景観が損なわれないようにソフトに点滅する暖色系のソーラーLED灯を設置した。

b) 観光資源に配慮したフェンスシートの設置

嵐山地区の歴史や周辺観光の情報、外国語やQRコードを記載した京都案内などの世界的な観光地である嵐山の周辺環境に配慮した専用のフェンスシートを製作して観光資源に配慮した。



図-18 フェンスシートの設置状況

c) 地元への丁寧な説明

嵐山地域の代表的な会合である嵐山保勝会や十軒会には、週1回のペースで工程および工事進捗の説明を行い、直接意見を伺ったことを工事に反映することで工事の理解を頂き円滑に施工を完了した。

5. 可動式止水壁の実可動

(1) 操作体制及び手順

可動式止水壁の操作体制および手順は、タイムラインを作成するとともに、操作方法や不具合発生時の対応等を記載した操作説明書（マニュアル）および実作業をビデオ撮影しナレーションとともに整理した動画による作業マニュアルを作成し、担当者間で共有している。



図-19 操作説明書の概要

(2) 操作訓練の概要

淀川河川事務所と京都市で可動式止水壁の起立訓練を実施している。今後も定期的な点検や訓練を実施する予定である。



図-20 操作訓練の状況

(3) 実操作

2021年7月7日、前線による降雨の影響で桂川の水位上昇が予測されたことから初めて可動止水壁を実動した。その後8月12日、9月16日の計3回の操作を行った。いずれにおいても可動式止水壁として機能し、現時点では大きな不具合はない状況である。



図-21 実操作の状況

6. まとめ

可動式止水壁設置工事は、観光客が多く施工可能期間が4ヶ月と限られた期間で前例のない構造物を施工するという特殊環境下での難易度の高い工事であった。本工事で得られた知見を踏まえて、同様の特殊環境下での工事を行うに際して参考となる留意事項を以下に整理する。

(1) 準備の徹底

事前に工程を意識した現場作業レベルの施工計画を立案することで工事实施の課題を明らかにし、施工に反映することが有効であると考えます。

(2) 試験施工の実施

本工事では実物大模型を製作し試験施工を行った。試験施工を行うことにより、施工手順の妥当性と工事实施時の課題の抽出、工程計画の妥当性の確認、意匠施工における見栄えの確認を行ったことが、計画通りに施工が完了したものと考えます。

7. 終わりに

(1) 歴史風土を生きつつ変化を遂げる河川行政の在り方

桂川嵐山地区は、歴史や風土による変化を受け入れることが難しい保守的な部分がある反面、嵐山左岸治水対策では、近年の出水における対応として治水を行わざるを得ない変化に対して対応を行うという、両面の異なる対応を行った事例として評価を行うことができる。

(2) 嵐山地区の当面の治水対策の今後について

嵐山地区における当面の治水対策は、嵐山左岸治水対策工事实施後に、堰改築を伴う派川改修、一の井堰の改築、河床掘削を行う予定である。

今後も行政三者と連携し、「桂川嵐山地区河川整備検討委員会」や「桂川嵐山地区河川整備地元連絡会」の意見を聞きながら、事業実施に向けた歩みを進めていく所存である。

謝辞：本稿作成にあたり御教授いただいたすべての方々、本業務に関わった方々に心から感謝いたします。