

尾張大橋緊急対策における 仮想訓練の取り組みについて

磯部 真悟

中部地方整備局 木曽川下流河川事務所 管理課 (〒511-0002 三重県桑名市大字福島465)

尾張大橋（1933年完成）周辺の堤防は高さが不足しており、洪水については安全に流下できる一方、伊勢湾台風規模の高潮が発生した場合には、橋梁周辺から越波・越水の恐れがある。2021年2月に木曽三川下流部緊急対策検討会を立ち上げ、有事の際には河川管理者、道路管理者、水防管理者が協議し、国道1号の通行止め、緊急対策（大型土のう設置）を実施するものとしている。この訓練を実施するにあたり、実際に国道1号を通行止めすることは容易ではないことから、2024年3月に仮想空間で緊急対策の訓練を実施した。今回はその仮想訓練について紹介する。

キーワード 緊急対策、仮想空間、VR

1. はじめに

尾張大橋と伊勢大橋は、木曽川下流河川事務所管内の三川（木曽川・長良川・揖斐川）を横断する国道1号の橋梁である（図-1）。

木曽三川下流部では、1959年に発生した伊勢湾台風を契機に、高潮対策が進められているものの、尾張大橋と伊勢大橋は伊勢湾台風以前に整備されたものであることから、橋梁部の堤防高が現在の計画高潮堤防高より低い状況である。伊勢大橋は、現在架け替え工事中であるものの、尾張大橋については現時点で架け替えの計画がないため、有事の際（緊急対策の実施時）には、水防活動として緊急的な対策が必要となる。



図-1 尾張大橋位置図

2. 尾張大橋の現状

尾張大橋は、三重県と名古屋圏域を結び木曽川を横断する、1930年着工、1933年完成の全長878.81mの橋梁である。

尾張大橋は、通常の洪水（計画高水位）を安全に流下出来るものの、スーパー伊勢湾台風級の台風による高潮が発生した場合には、堤防高が不足するため、橋梁端部から越波・越水の可能性がある。計画高潮堤防高（T.P.+6.00m）に対して不足高は、左岸1.1m、右岸1.3mであり、その延長は、左岸約85m、右岸約210mに及んでいた。（図-2）

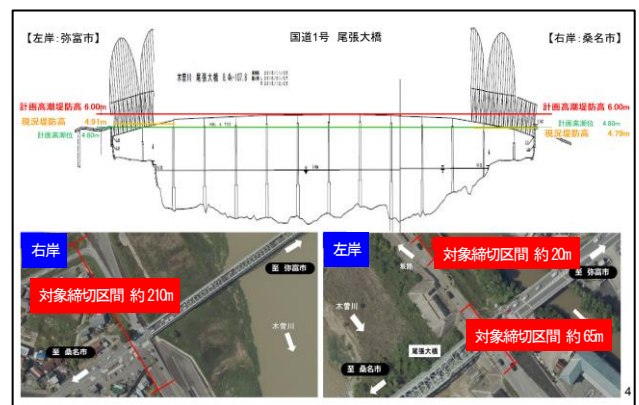


図-2 尾張大橋の様子

緊急対策に対する訓練を現地で実施する場合には、対象となる国道1号を通行止めにする必要があるため、警察との協議が必要となる。また、国道1号は交通量が多いことから現地で訓練は困難な状況である。

図-4 詳細シナリオ（一部抜粋）

4. 仮想訓練

前項の検討会での課題に対して、現地での訓練が望ましいが、実際に国道1号を通行止めにするのは容易ではないため、今年度、仮想空間における訓練を実施した。

訓練内容は、現地実施訓練の詳細シナリオを基に緊急対策の内容を実施した。

訓練当日は、事務所職員、各関係機関を対象に木曽川下流河川事務所及びWEB参加（Teams）にて実施した。訓練時の各関係機関との情報共有、情報伝達にTeamsを活用し、各関係機関が同時に共通の情報を取得、発信できるものとした。大型土のうの設置については、参加者を対象に、VRによる施工シミュレーションを実施した。

(1) 仮想訓練環境の構築

仮想訓練を実施するための環境を構築した。構築にあたっては、各種必要なデータの取得、モデルの作成を行い、それらを編集、統合することにより空間を完成させた（図-5）。また、空間上の重機の動作や規制看板のマップなど、訓練に必要なシステムを構築した。

a) 使用データ

地形モデルの構築には、航空レーザ測量と深淺測量から取得した点群データを使用した（図-6）。さらに、より実際の現場を再現するために、航空写真を適用した。

道路モデルの構築には、MMS（モバイルマッピングシステム）と航空レーザ測量により取得した点群データを使用した（図-7）。

b) 使用ソフトウェア

各種使用するデータの統合からモデルの作成、仮想訓練環境の構築までを、3D景観設計、道路設計支援ソフトである「UC-win/Road」により行った。

その他、付帯構造物（架空線、アクリルパネル）等の作成には、3Dモデリングソフトである「Shade3D」を使用した。

c) 対象箇所

仮想訓練環境の構築箇所は、大型土のうの設置箇所となる尾張大橋橋詰部（左右岸）と通行止めの規制看板の設置箇所とした。

d) 環境設定

訓練環境の設定として、様々な状況下での災害が想定されることから、日中から夜間までの時間の変更、それに伴い、最新の交通センサスデータより交通量の変化を設定した。また、天候についても変更が可能である（図-8）。

e) 訓練パターン

作業性の評価、大型土のうの配置や施工車両の見直し検討のために、仮置き場、使用重機等を変更した複数の



図-5 仮想訓練環境

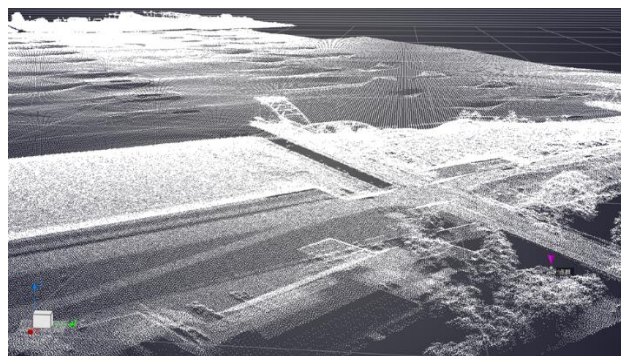


図-6 点群データ（地形）



図-7 点群データ（MMS）



図-8 時間設定（日中・夜間）

演習データ（左岸6パターン、右岸4パターン）を作成した（図-9）。使用する重機の規格は、作業の効率性と現場状況から、ダンプトラック（10t）、バックホウ（0.8m³）を想定している。

【左岸】	
パターン 1-1:	下流側堤防天端の仮置き場からバックホウでダンプトラックに積み込み
パターン 2-1:	上流側の仮置き場からバックホウでダンプトラックに積み込み
パターン 2-2:	上流側の仮置き場からバックホウで締切部付近に設置 ※アクリル板沿いに仮置きしたパターン（2段3列）
パターン 2-3:	上流側の仮置き場からバックホウで締切部付近に設置 ※パターン 2-2 に対し、堤内地寄りに仮置きするパターン（2段3列）
パターン 2-4:	上流側の仮置き場からバックホウでダンプトラックに積み込み ※パターン 2-2 に対し、1段積みにしたパターン（1段2列）
パターン 2-5:	上流側の仮置き場からバックホウでダンプトラックに積み込み ※鉄道より下流で1段積みしたパターン（1段1列）
【右岸】	
パターン 1-1:	堤防天端の仮置き場からバックホウでダンプトラックに積み込み
パターン 2-1:	堤内地側の官地（1段積み）からバックホウでダンプトラックに積み込み
パターン 2-2:	堤内地側の官地（国道1号寄り）からバックホウでダンプトラックに積み込み
パターン 2-3:	堤内地側の官地（民地寄り）からバックホウでダンプトラックに積み込み

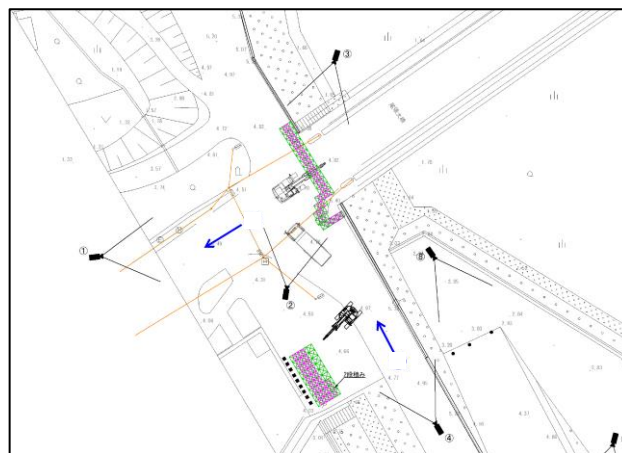


図-9 右岸 パターン2-3

(2) 訓練シナリオ

仮想訓練は、下記の訓練シナリオに沿って行った。このうち、下線部分を仮想空間にて実施した。

各関係機関との全体会議はTeams上で開催し、シナリオに沿って、実施状況の報告を行った。

【訓練シナリオ】

- ① 関係機関による全体会議の実施
- ② 堤防道路および国道1号の通行止め実施
- ③ 尾張大橋橋詰部における大型土のう設置作業実施
- ④ 関係機関による全体会議の実施
- ⑤ 尾張大橋橋詰部における大型土のう撤去作業実施
- ⑥ 堤防道路および国道1号の通行止め解除
- ⑦ 関係機関による全体会議の実施

a) 通行止め訓練

通行止め訓練では、仮想空間上に構築された規制看板の設置箇所ごとに看板を設置する。訓練では、交通誘導を行う交差点（芝切交差点、浅川交差点）にて、規制看板を設置し、交通流の変化を確認した（図-10）。

b) 大型土のう設置訓練

尾張大橋橋詰部において、大型土のうの設置訓練を仮想空間にて実施した。①仮置き場からダンプトラックに大型土のうを積み込む作業、②ダンプトラックに積まれた大型土のうを橋詰部に設置する作業、をそれぞれ1人ずつが操作、連携して行うことにより、締切作業を行った（図-11）。積み込む大型土のうは、5個/台とし、ダンプトラックは、5個全ての大型土のうが積み込みまたは積み下ろされた時点で、自動で出発する。

仮想空間内でのバックホウの操作は、ゲームパッドにて行い、画面はPCまたはVRゴーグルを装着し仮想空間上で実施する。今回作成したVRデータは、空間のみを作成する従来のVRデータとは異なり、空間内でコントローラを使用し、シミュレーションが行える点が特徴である。ゲームパッドのコントローラは、実際のバックホウのコントローラに対応しており、より実効性の高いものとした。（図-12、図-13）



図-10 通行止め訓練



図-11 大型土のう設置訓練



図-12 バックホウ操作画面

(3) 訓練結果

TeamsによるWEB会議にて、訓練シナリオに基づいた情報伝達のタイミング、伝達内容、各関係機関の行動内容を確認した。

仮想空間内で訓練を行うことにより、各関係機関がイメージを共有しながら作業を行うことが出来た。また、複数の大型土のうの仮置き場の位置やダンプトラックの台数を変えたパターンの実施により、それぞれに掛かる作業時間などを確認することが出来た。

さらに、今回作成したVRデータは、バックホウの操作シミュレーションへの活用が期待できる。

(4) アンケートの実施

訓練に参加した各関係機関を対象にアンケートを実施した。アンケートは、主に訓練内容、緊急対策実施についての内容とし、アンケート結果から得た課題を抽出した（表-2）。

5. 今後の課題

(1) タイムラインの作成

今回の仮想訓練により、現地での作業の所要時間を確認した。これにより、周辺住民の避難など、地域の安全確保をいつまでに完了する必要があるかを把握することができる。今後、台風襲来の何時間前までに、何を誰と調整し、現場対応をどういった指示系統で進めていくか等々を、各関係機関との調整を図ったうえで、緊急対策タイムラインの作成が必要である。

また、伊勢大橋については、架け替えが完了するまでの期間については、緊急対策が必要となるため、尾張大橋と同様に対応を検討する必要がある。

(2) 緊急対策の実施に向けて

有事の際には、緊急対策以外の災害対応にも追われることが想定される中、対応できる人員や体制の確保が課題である。今後、各関係機関・事務所の各班の所掌事務を踏まえて体制を検討していく必要がある。

また、緊急対策を実施する中で、WEB（Teams）による情報共有を想定しているため、セキュリティの関係上、使用不可の機関については、代替案の検討が必要である。

その他、WEBによる情報提供、情報伝達を行うタイミングなど、使用についてのルール化や、広報についても、具体的な広報内容や発表時期などのルール化が必要である。さらに、大型土のう設置時の作業員の配置、バックホウ・重機の規格・配置や現場班の避難について、現地での細部条件を整理しまとめた作業計画書が必要である。

(3) 関係機関との調整

緊急対策を実施するうえで重要となる交通規制について、迂回路、規制看板設置などの適切な場所、ルートを決定する必要があるため、道路管理者、警察と調整を図る必要がある。

6. おわりに

今後、発生が予想されるスーパー伊勢湾台風級の災害に備えるためには、適切な災害対策を確実に実施すること、また日頃から災害への意識やイメージを持つことが重要である。

仮想空間での訓練は、事務所職員及び各関係機関で、対策を実施する際のイメージ共有に繋がったと考える。また、VRによる施工シミュレーションにより、実際に緊急対策を実施する際の意識向上にも繋がった。

今後、各関係機関との調整を進め、緊急対策タイムラインの作成を進めるとともに、作成したVRデータの活用方法についても、検討を進めたい。

謝辞：今回の論文を作成するにあたり、中央コンサルタンツ株式会社様をはじめ、多くの方から助言等をいただいた。ここに記して感謝の意を表したい。



図-13 訓練実施状況

表-2 課題抽出

課題
【人員・体制の確保】 ・各関係機関の緊急対策時の体制把握、体制の決定
【情報伝達手段（Teams）】 ・緊急対策時のTeamsの使用方法的決定 ・Teamsの使用が困難な機関の対応策の検討（電話、メール等）
【緊急対策の実施内容】 ・現場の避難計画の検討 ・大型土のうの設置作業について、詳細な作業計画を作成（作業員の配置、バックホウ・重機の規格、配置など） ・具体的な広報内容、発表時期、実施者の検討 ・検討会内で情報共有する内容の見直し

- ・交通規制計画（迂回路、看板設置箇所など）の妥当性の確認、見直し
- ・右岸大型土のうの配置の見直し（ガードレールの構造変更などを含む）