

特集：既設建造物の耐震補強技術

四万十川における南海地震対策－津蔵渕水門の耐震補強－

高橋 弘* 北川誠純**

1. はじめに

本報では、四国地方整備局で初めてとなる河川建造物の大規模地震（南海地震）対策「レベル2地震動対策」について紹介する（図-1参照）。

四万十川といえば、日本最後の清流として全国に知られ、特に河川環境についての注目度が高く、地域でも様々な環境保護の取組みが活発に行われている。四国地方・高知県といえば台風銀座とも呼ばれるなど台風が多く、洪水被害が頻発している地域である。

また、地震についても、1707年マグニチュード(M)8.4の宝永地震、1854年M8.4の安政地震、1946年M8.1の昭和南海地震など、100年から150年の間隔で発生しており、今後いつ起こってもおかしくないと言われている。南海地震については地域での関心が高く、自主防災組織や南海地震についての勉強会などに活発に取り組まれている。



図-1 事業箇所位置図

2. 南海地震について

南海地震は、南海トラフを震源とするマグニチュード8クラスの大規模型巨大地震で、政府地震調査委員会によれば、2005年1月1日時点で、今後30年に起きる確率は50%と予測されている。

昭和南海地震（昭和21年12月21日）ではM8.1、

沿岸の津波高4～6mの規模で、その被害は高知県の旧中村市域で、死者数291人、全壊家屋数1,919棟であり、高知県内で最も多い被害（死者数、家屋被害数）の記録が残されている。

図-2に示すように、高知県地震対策基礎調査によれば、南海地震では、四万十川下流域で震度6強の地震動が想定されている。また、四万十川沿岸域に8分後に高さ50cm程度の津波が到達し、25分後には最高高さ約6mの津波が到達、以降6時間に渡り津波が継続するものと想定されている。

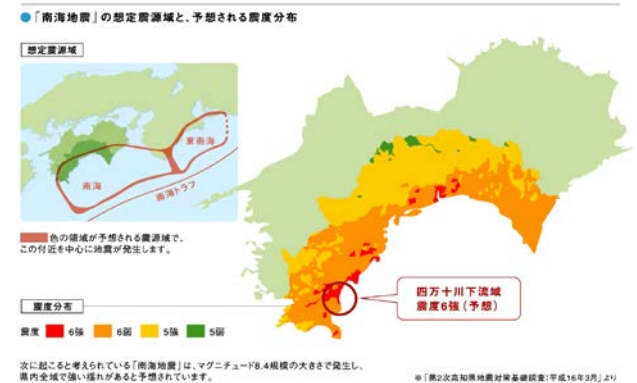


図-2 南海地震の想定震源域と予想される震度分布図

3. 津蔵渕水門について

四万十川右岸1k/200に位置する津蔵渕水門は、四万十川から津蔵渕川への逆流を防止するために設置された水門で、昭和55年設置当時は四国最大のものであった。津蔵渕水門の全景を写真-1に示す。ゲート形式は鋼製ローラーゲートであり、純径間20m×扉高10.2mの2門から構成される。レベル2地震動に対する耐震性能照査を実施したところ、中央門柱のせん断耐力の不足(水流方向)、堰柱の変形性能の不足(水流直角方向)、底板の曲げ・せん断耐力の不足による致命的な損傷が発生し、ゲート操作が不能になることが判明した。また、津波浸水予測シミュレーションによると、地震発生後約9分で津波が来襲し津蔵渕川を逆流し、間崎地区において家屋浸水被害が発生する結果となった。既存施設によるゲート全閉所要時間は約40分であり、ゲート操作は操作人または遠隔操

Countermeasures to Nankai Earthquake in Simanto river
 -Seismic reinforcement of Tsukurabuchi sluicgate-

作による操作が必要となるが、地震直後の操作は事実上困難である。

そこで、レベル2地震動に対する耐震補強及びゲート閉鎖の自動化・高速化を実施し、津波による浸水被害を防ぐこととした。



写真-1 津蔵測水門

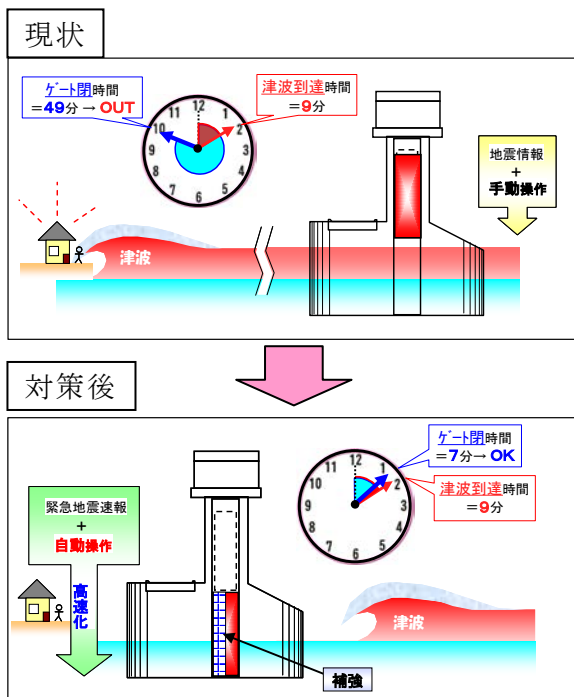


図-3 地震対策の効果イメージ図

4. 耐震補強対策

これまで、橋梁などの既設構造物の耐震補強対策ではコンクリートの増打ちや鋼板接着工法などの対策が一般的に実施されているが、水門・樋門の堰柱、底板では、増打ち工法や鋼板接着工法では河積阻害が発生することや鋼板の耐候性に問題があることから、メンテナンスフリーで河積阻害を発生させない工法を採用した。

損傷部位や破壊形態により3つの工法を選択した。

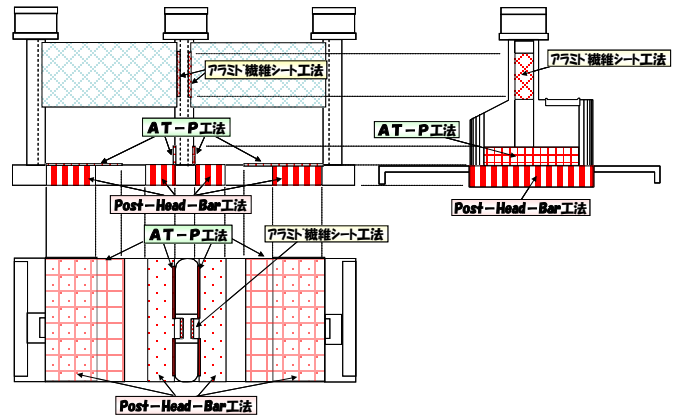


図-4 耐震補強対策図

1) 底板のせん断補強

底板のせん断補強には、Post-Head-Bar工法 (PHB工法)¹⁾を適用した。同工法は、既設の鉄筋コンクリートの主筋と配力筋の中間に削孔して鉄筋を挿入することにより補強するものである。

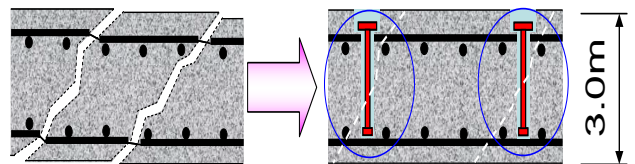


図-5 PHB工法イメージ図

2) 底板及び堰柱の曲げ補強

底板及び堰柱の曲げ補強としては、河積阻害の問題より部材厚を増すことができないため、AT-P工法を適用することとした。これは、既設コンクリート表面を切削して鉄筋を埋め込み、コンクリート表面には帯鉄筋を配筋することにより補強するものである。

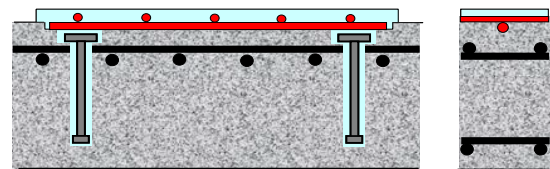


図-6 AT-P方法イメージ図

3) 門柱の曲げ補強

門柱には、高強度（防弾チョッキにも使用される最強の繊維）のアラミド繊維シートを既設コンクリート表面に貼付することによりせん断補強を行った。

引張強度は鉄筋の5倍で対衝撃性・耐食性に優れ、軽量かつ柔軟であり戸溝等の狭小部の補強に適している。ゲートとの取り合い上、

門柱は図-7に示すようなI形の断面形状であり、全周を巻き立てることができないことから、端部はフラットバーにより機械式定着を施すこととした。

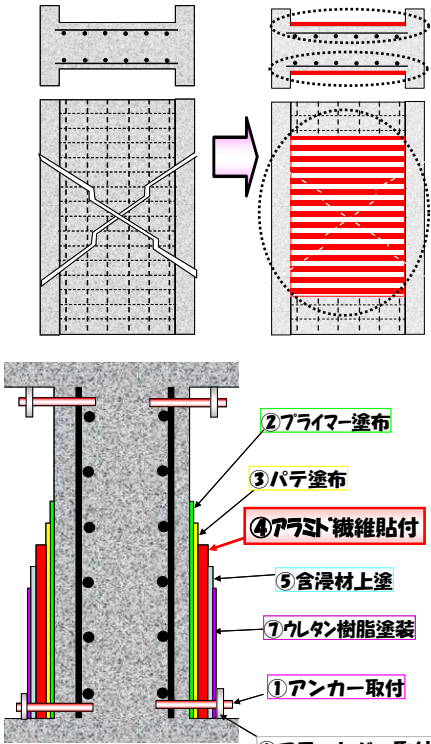


図-7 アラミド繊維補強工法イメージ図

5. 施工

5.1 底板のせん断補強

■ 施工量：鉄筋 (Post-Head-Bar)
D22×長さ2.8cm×1,276本



写真-2 コンクリート削孔状況



写真-3 Post-Head-Bar



写真-4 Post-Head-Bar挿入状況

5.2 底板及び堰柱の曲げ補強

■ 施工量 堰柱：鉄筋D25×長さ 2.5m×128本
底板：鉄筋D29×長さ12.5m×170本



写真-5 底板部の溝掘状況



写真-6 底板部に鉄筋を配置し接着剤を注入



写真-7 堰柱部の溝掘状況



写真-8 堰柱部鉄筋位置の確認状況



写真-9 底板部の配筋完了



写真-10 完成
(ATモルタル被覆)

5.3 門柱のせん断補強

■ 施工量：アラミド繊維 42m²



写真-11 アラミド繊維



写真-12 アラミド繊維貼付状況



写真-13 完成 (アラミド繊維貼付)

6. ゲート閉鎖の自動化・高速化

水門の耐震補強を行うとともに、地震の発生は予測ができないことから南海地震が発生した場合、「自動化・高速化システムにより」により、自動的に確実に安全にゲートの閉鎖を開始させるため、ゲートの自動化・高速化を実施する予定である。

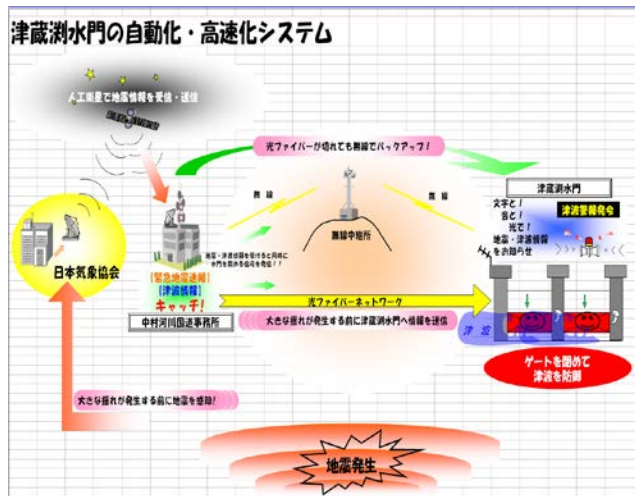


図-8 津蔵測水門の自動化・高速化のイメージ図

7. 新技術・新工法での機能確保とコスト縮減

Post-Head-Bar工法、A-T-P工法の新技術・新工法を採用し、イニシャルコスト・ランニングコストで、約12,000(千円)のコスト縮減を実施することができた。

8. おわりに

南海地震が発生した場合、多くの河川構造物について何らかの被害が発生する可能性が高いと予測され、四万十川においても堤防の沈下、水門・樋門・樋管の被災などの被害の発生が予測されている。

既設の河川構造物において耐震対策を実施するには、非出水期間中の短い工期の中での施工となること、河積を阻害させないことなど制約条件が多く、多大な時間と経費が必要となる。

四万十川においては、まず南海地震発生後の河川を逆流する津波の浸水被害をゼロにすることを目標に、津蔵測水門・実崎樋門・古津賀樋門の3施設の耐震対策およびゲート閉鎖の自動化・高速化を実施することとし、対策を進めている。

さらに今後は、堤防の耐震対策の検討を行い、対策の必要な箇所について、対策工の実施を目指す予定である。

参考文献

- 1) (財)土木研究センター：Post-Head-bar 後施工プレート定着型せん断補強鉄筋、建設技術審査証明事業(土木系材料・製品・技術)概要書、建技審証第0522号、2005.12

高橋 弘*



北川誠純**



国土交通省四国地方整備局
中村河川国道事務所 工務
第一課長
Hiroshi TAKAHASHI

国土交通省四国地方整備局
中村河川国道事務所 工務
第一課河川工務係長
Seijun KITAGAWA