

ポンプ場からの送水機能確保に向けた 水管橋耐震補強工事について

横浜市 ○宗像 淳史

1. はじめに

横浜市鶴見区にある末吉ポンプ場は鶴見川右岸に位置しており、その対岸にある北部第一水再生センターへ水管橋により汚水を圧送している。排水面積 428ha、圧送する日平均汚水量は約 27,500m³ であり、鶴見区 2 割を負担している市民生活を支える重要な施設である。耐震診断の結果、本水管橋は耐震性能を有していないため、耐震補強の検討を行った。なお、耐震補強工事については、鶴見川の渇水期間（11 月～5 月）という限られた施工期間や桁下での施工など厳しい施工条件が求められた。本稿は、耐震補強の検討及び施工方法の選定について報告する。

2. 施設概要

本水管橋の施設概要を表-1 に、概況図面を図-1 に示す。

本水管橋は、昭和 43 年に整備され、橋長 122m の 3 径間連続鋼桁橋であり、橋脚と基礎一体型の構造となっている。上部には、汚水圧送管（ $\phi 800 \times 2$ 条）が配置されており、末吉ポンプ場から北部第一水再生センターに日平均汚水量約 27,500m³ の汚水を圧送している。そのため、本水管橋は、大規模地震時においても送水機能を確保するためには、水管橋自体の耐震性能を確保する必要がある。

表-1 施設概要

橋名	末吉ポンプ場水管橋
上部工形式	下路式 3 径間連続鋼桁
下部工形式	橋台：RC 橋台（逆 T 字） 橋脚：RC 橋脚（張出式円柱：基礎一体型）
基礎工形式	杭基礎（橋台：鋼管杭、橋脚：場所打杭）
橋長	122.0m
添架物	汚水管（DCIP $\phi 800 \times 2$ ）、電気ケーブル
占用河川	鶴見川
架設年	昭和 43 年

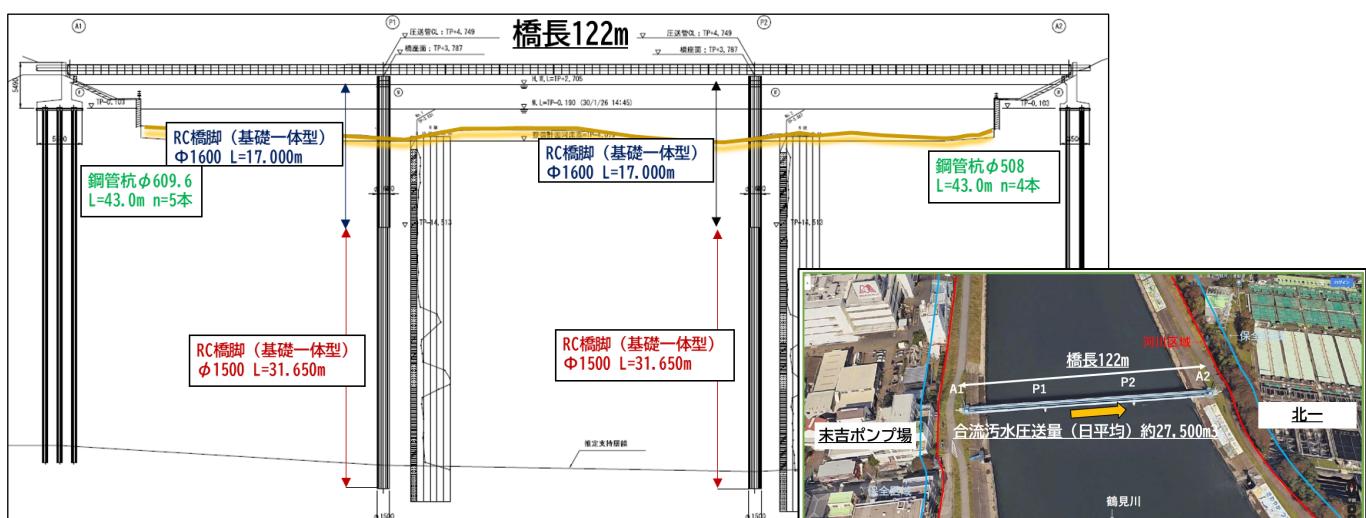


図-1 概況図面

3. 耐震診断

「道路橋示方書・同解説日本道路協会平成 24 年」に準拠し、橋脚及び杭基礎の耐震診断を実施した。耐

震診断の結果、レベル1地震時では、橋脚は、橋軸直角方向において曲げ引張応力度が許容値を満足しない結果となった。杭基礎については、橋軸・橋軸直角方向共に杭頭変位が許容値を満足しない結果となり、また、橋軸直角方向の圧縮及び引張応力度が許容値を満足しない結果となった。

レベル2地震時では、橋脚は、橋軸・橋軸直角方向共に保有水平耐力不足となり、杭基礎については、杭基礎橋軸・橋軸直角方向共に杭が降伏し、変位が許容値を超える結果となった。そのため、橋脚と杭基礎ともに耐力を向上させる補強が必要となった。

4. 耐震補強の設計

(1) 耐震補強工法の検討

耐震補強の設計条件としては、渇水期間である7ヵ月間で耐震補強の施工が可能な工法を選定した。鉄筋コンクリート巻立て工法、繊維材巻立て工法、鋼板巻立て工法は、橋脚に補強材を巻立てて行う補強工法であり、別途、杭の補強工事が必要となる。本水管橋は、橋脚と基礎一体型であることから杭の補強工事では、別途、フーチングを設ける必要がある。そのため、各工法とも仮締切り設置撤去、土工、耐震補強までの工期が8ヵ月以上で渇水期間での施工が不可能となった。一方、KuiTaishin-SSP工法は、橋脚と杭基礎を一体で補強する工法であるため、フーチングの構築や大規模な仮設が不要となり、渇水期間内での施工が可能な工法となった。また、同工法は本現場の施工現場である厳しい空頭制限下での施工が可能であったため、KuiTaishin-SSP工法を採用した。

表-2 耐震診断結果

項目		橋脚	
		橋軸	直角
L1地震	橋脚	曲げ引張応力度 判定	174≤270 OK
	杭基礎	変位量 判定	26.7>15.0 NG
		圧縮応力度 引張応力度 判定	10≤12 235≤270 OK
	L2地震	破壊形態 作用水平力(Khc・W) 地震時保有水平耐力(Pa) 判定(Khc・W≤Pa)	曲げ 曲げ 871 358 591>390 NG
		曲げモーメント 降伏曲げモーメント 判定	2072.9 2072.9 2072.9≥2072.9 NG
		応答塑性率 塑性率の制限値 判定	11.641 4.000 11.641>4.000 NG
		フーチング回転角 回転角の制限値 判定	0.101 0.020 0.101≥0.020 NG
			0.144 0.020 0.144≥0.020 NG

表-3 耐震補強工法比較

【橋脚】	鉄筋コンクリート巻立て工法			繊維材巻立て工法	鋼板巻立て工法	KuiTaishin-SSP工法
	RC巻立て工法	プレキャストパネル巻立て工法	PP巻立て工法			
【杭基礎】	マイクロパイロット工法					KuiTaishin-SSP工法
工法の要旨						
工期 渇水期の施工可否	✗ : 9.0ヵ月	✗ : 8.5ヵ月	✗ : 8.5ヵ月	✗ : 8.5ヵ月	✗ : 8.5ヵ月	○ : 5.5ヵ月
総合評価	✗	✗	✗	✗	✗	○

(2) KuiTaishin-SSP工法

KuiTaishin-SSP工法は、既設橋脚の外側に補強鋼板を巻き立て、圧入装置を用いて必要な深さまで圧入し、空隙部に無収縮モルタルを注入し既設杭と一体化することで耐震性能を向上させる工法である。

施工手順を図-2に示す。

5. 施工計画

(1) 仮締切りの検討

KuiTaishin-SSP工法は補強鋼板の取付け、溶接作業は仮締切りにより作業箇所をドライ状態にする必要がある。本現場での仮締切りは、河積阻害率の検討を行い、止水性が高い鋼矢板方式を採用した。鋼矢板の打設は、クローラークレーンによるバイブロハンマ工法としているが、既設水管橋の桁下空間での作業箇所では、超低空専用圧入工法の併用打設とした。

(2) 仮設工の検討

本現場は、河川内橋脚までのアプローチ方法や資材等の運搬方法が工事工程に与える影響が大きい現場条件であったため、河川内の利用条件、周辺状況、締切りの形状及び使用機械を含めて以下の2案を比較検討し、施工計画を決定した。

第1案：橋脚まで仮桟橋を設置して施工ヤードとする案（仮桟橋案）

第2案：クレーン付き台船+資材台船を配置して施工する案（台船案）

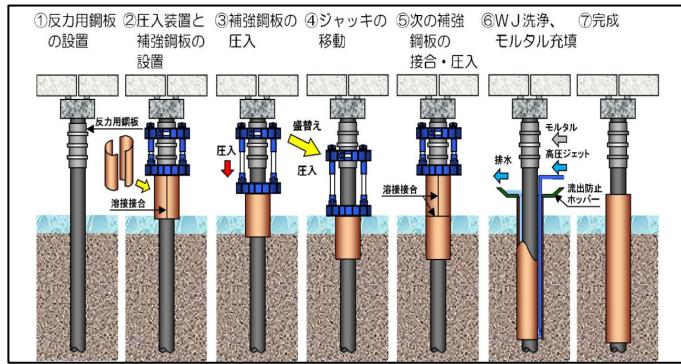


図-2 Kui Taishin-SSP工法手順

出典：柱状体圧入補強協会

「Kui Taishin-SSP工法」2020年

工法案	第一案：仮桟橋施工案	第2案：台船施工案（採用）
工法概要		
渇水期間内(7カ月)の施工可否	× 工期：8.5カ月で施工不可 仮桟橋設置・撤去（3カ月）	○ 工期：5.5カ月で施工可
評価	×	○

図-3 施工方法の比較

比較検討の結果、仮桟橋施工案（第1案）では施工に8カ月以上を要するため、渇水期間中の施工が不可能となった。一方、台船施工案（第2案）は5.5カ月で施工が可能となったため、本現場では第2案を採用した。なお、複数の橋脚の耐震補強工事を同時に施工した場合、仮設構造物による河積阻害の影響で河川水位が上昇するリスクが大きくなることから、1渇水期間中に1橋脚のみを施工する施工計画とした。

6. おわりに

本稿では、限られた施工期間かつ厳しい空頭制限下での水管橋の耐震補強工法の検討結果について報告した。大規模地震が発生し、下水道施設が被災した場合でも必要な下水機能を確保し、我々の使命である市民の安心と安全を継続して提供していくため、本報告が他の水管橋等の耐震補強の検討に有益となれば幸いである。

問い合わせ先：横浜市下水道河川局施設整備課 〒231-0005 横浜市中区本町6-50-10

TEL：045-671-2850 mail：at00-munakata@city.yokohama.jp