

レベル2地震動に対する木杭基礎の耐震照査

建設統括本部 陸圏事業部 橋梁部 冨江 洋

古い橋梁の基礎には木杭基礎が使用されているものがあります。しかし木杭基礎の耐震照査は、手法が定められていなかったために行われてきませんでした。独立行政法人土木研究所(当時)の報告書においてまとめられている木杭の特性をもとに解析モデルを作成し、木杭基礎のレベル2地震動に対する耐震照査を実施しました。

※本業務は東京都第五建設事務所からの委託で2015年度に実施しました。

はじめに

南海トラフ巨大地震をはじめとする大規模な地震が発生する確率が増大していくなか、安全・安心社会の構築が求められるようになってきています。

安全・安心社会の構築の一環として、地震災害後の避難者や緊急物資の輸送を確保するために必要となる緊急輸送道路の機能が損なわれないように、橋梁の耐震補強が実施されています。

木製の杭を地盤に打ち込んで構造物を支える基礎とする木杭基礎は1970年頃まで使用されてきましたが、その後コンクリート杭や鋼管杭が使用されるようになり、木杭基礎の性能に関する研究は行われなくなりました。耐震基準は、阪神淡路大震災(1995年)や東日本大震災(2011年)を経て改定されましたが、木杭基礎については耐震照査手法が定められていないことから、耐震補強が実施されていない現状にあります(図1)。

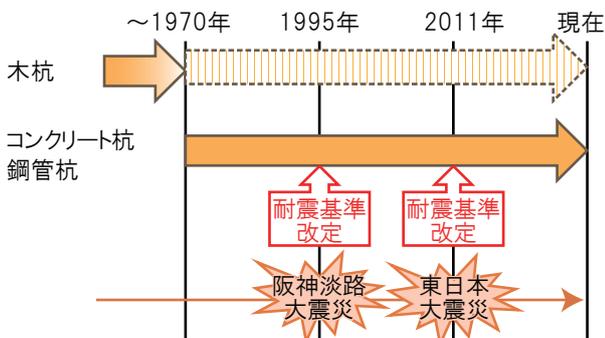


図1 杭基礎と耐震基準の変遷

レベル2地震動とは

レベル2地震動は、阪神淡路大震災を踏まえて設定された地震動の考え方です。地震動を、発生する確率が高いが強度はそれほど大きくないレベル1地震動と、発生する確率は低いが強度が極めて大きいレベル2地震動に分けて耐震照査を行います。

レベル1地震動に対しては、損傷を受けておらず、地震前と同じ機能が確保されているか照査を行います。また、レベル2地震動に対しては、少々の損傷を受けることは許容しますが、橋としての機能が速やかに復旧可能かどうか

の照査を行います。

これらの耐震照査は「道路橋示方書・同解説」(以下、道示)にもとづいて行われますが、使用されなくなった木杭は1976年版以降の道示で扱われておらず、レベル2地震動に対する照査手法が定められていません。

木杭基礎照査手法

「既設道路橋基礎の耐震性能簡易評価手法に関する研究 平成22年5月 独立行政法人土木研究所」(以下、耐震性能簡易評価手法に関する研究)に木杭の特性がまとめられています。これらより耐震性能照査手法を表1のように設定し、図2のようにモデル化しました。

表1 木杭基礎の耐震照査手法

材料定数・強度 杭の変形特性 地盤の変形特性	耐震性能簡易評価手法に関する研究 (2010年)
鉛直支持力	道路橋下部構造設計指針(1971年)※

※鉛直支持力は「耐震性能簡易評価手法に関する研究」に記載がないため、1971年資料を使用しました。

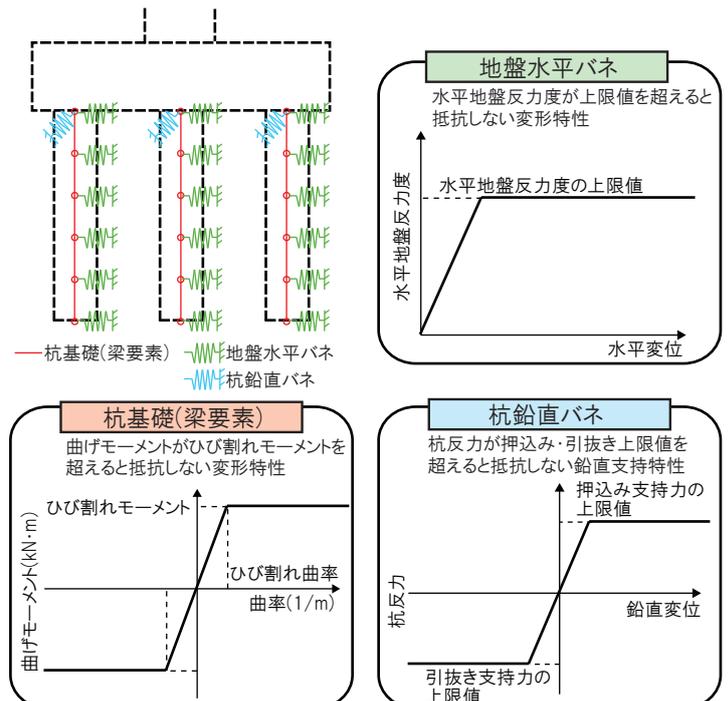


図2 木杭基礎照査における解析モデル

木杭基礎照査事例

(1)照査概要

橋梁の撤去に伴い、既存のU字型の橋台中に土を詰めて擁壁としたケースについて木杭の照査を行いました(図3)。このケースでは、中に詰めた土の重量増により木杭基礎が損傷を受ける可能性があります。

また、路線が緊急輸送路に指定されているため、レベル2地震動に対する照査が必要となりました。

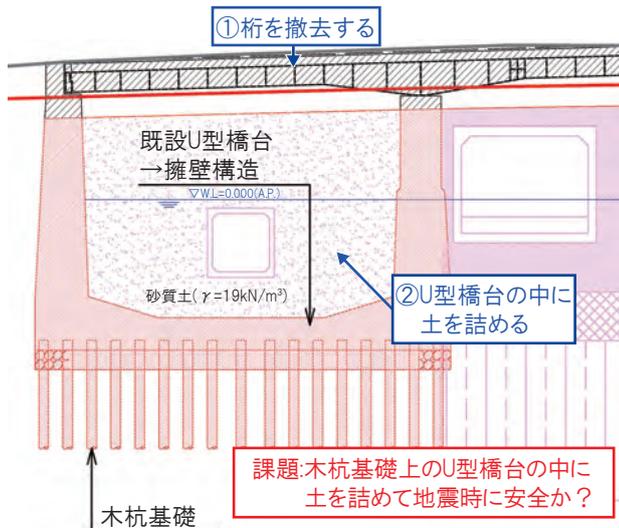


図3 照査事例

(2)解析モデル

耐震照査解析は、道路横断方向において図4に示す二次元の骨組み解析モデルにより行いました。

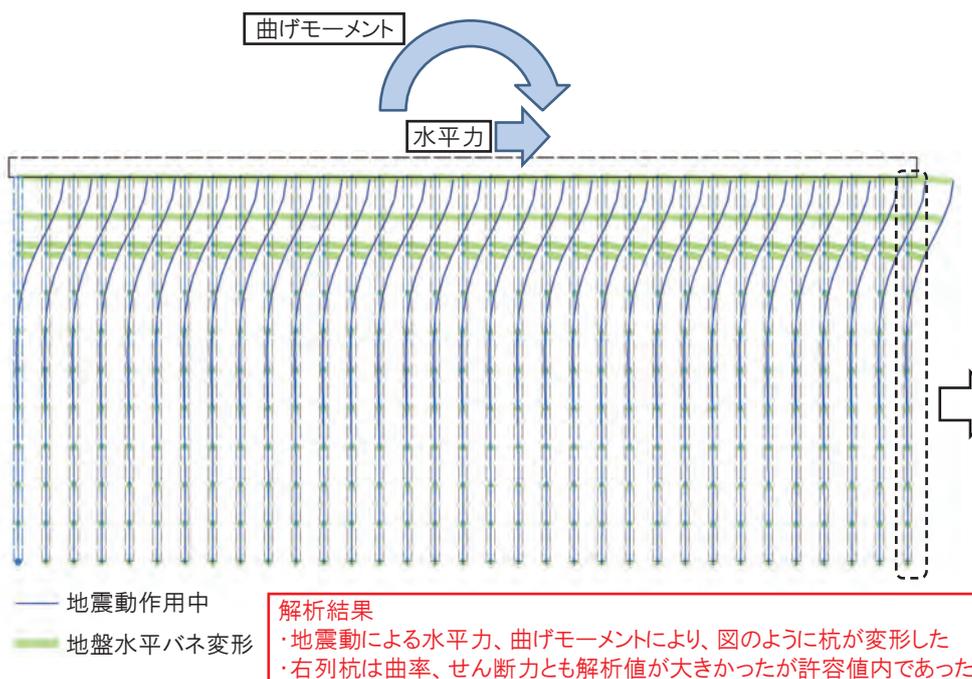


図4 二次元骨組み解析モデルと解析結果(変形図)

(3)照査結果

道示によれば、表2に示す3項目の照査を満足する場合、損傷を受けたとしても復旧が容易であると判断されます。

本ケースでは、3項目のいずれも解析値は許容値内であり、木杭基礎の耐震照査は満足すると判断されました。

表2 木杭照査結果

項目		単位	解析結果
全ての杭列(直角方向33列)において杭にひび割れが発生するか?	解析値	1/m	0.006
	許容値	1/m	0.012
①ひびわれ照査 -OK-			
1列の杭頭反力が支持力を超えるか?	解析値	kN	113.270
	許容値	kN	186.139
②支持力照査 -OK-			
全ての杭列でせん断破壊するか?	解析値	kN	26.2
	許容値	kN	129.8
③せん断照査 -OK-			

おわりに

2015年6月に国土交通省から「既設道路橋の耐震性能照査及び耐震補強設計について」という通達が出され、基礎の耐震照査・補強を行う流れとなっています。

東京都内や大阪市内のような沖積平野に多数存在する木杭基礎の橋梁の耐震照査・補強において本稿の手法が有効であると考えています。

当社では、こうした手法を積極的に活用し、安全・安心社会の構築に努めてまいります。

