



パイルベント橋脚のレベル2 地震時耐震性能照査

– 動的非線形解析による橋全体系での耐震性の検討 –

株式会社三協技術

概要

パイルベント橋脚は、鋼管またはコンクリート製の杭を支持地盤まで打ち込み、杭をそのまま所定の高さまで立ち上げ、杭頭部を鉄筋コンクリート構造で連結して橋脚とする構造である。経済性や施工性に優れており、1960年から1970年頃に掛けて数多く建設された。以降、治水上の問題により廃止となり、現在の設計荷重に対して耐震性が乏しく、耐力が不足することが多いことが確認されている。既設橋脚の耐震性を向上させるために、各種の補強が検討されており、本件においてもパイルベント橋脚に対し、動的非線形解析を用いて、レベル2地震動に対する耐震性能照査を実施した。

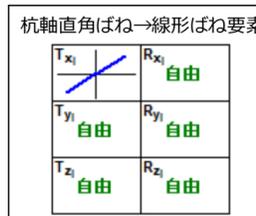
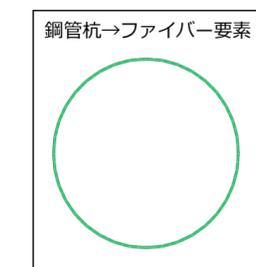
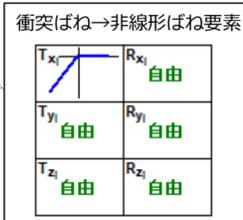
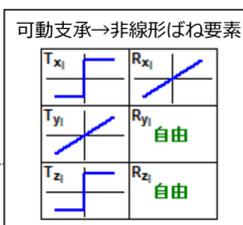
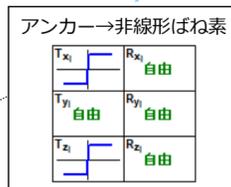
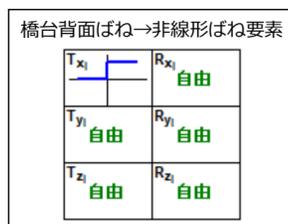
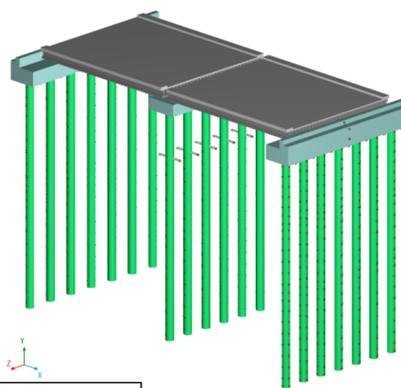
対象構造物および解析条件

■対象構造物

橋長：25m (12.5m+12.5m)、形式：単純プレテンション方式床版橋×2連
 下部工形式：A1・A2橋台-パイルベント橋脚、P1橋脚-パイルベント橋脚
 支承：パッド型ゴム支承、地盤種別：III種地盤

■解析条件

上部構造および下部構造は弾性梁要素、鋼管杭はファイバー要素でモデル化
 支承・杭ばねに加え、橋全体系での耐震性の検討として、衝突ばね・橋台背面ばね
 パラベットの曲げ/せん断耐力・アンカーについて、各種線形/非線形ばねでモデル化
 加速度波形は H24 年道示の標準加速度波形を 3 波載荷
 以下に解析モデルについて示す(各モデルの位置は代表的な位置を示す)



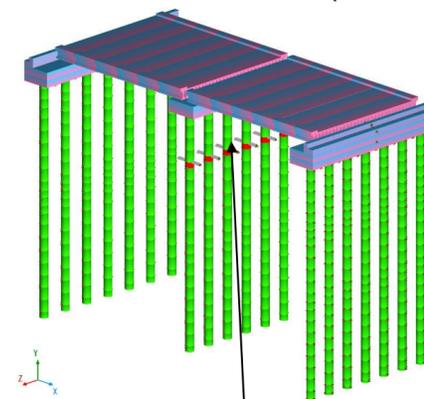
検討ケースおよび検討結果

本橋は当初設計の資料がなく、支承条件が不明であり、可動と固定が混在するが、解析上は全て可動と仮定し、アンカーが配置される固定側に、アンカーの耐力を考慮したばねを設定し、支承の状態に応じて条件を変えた3ケースの解析を実施した。なお、鋼管杭のひずみは H24 年道路橋示方書 V 耐震設計編を参考に、各パラメータの適用範囲内であることを確認した上で許容ひずみ ϵ_a を決定し判定を行った。

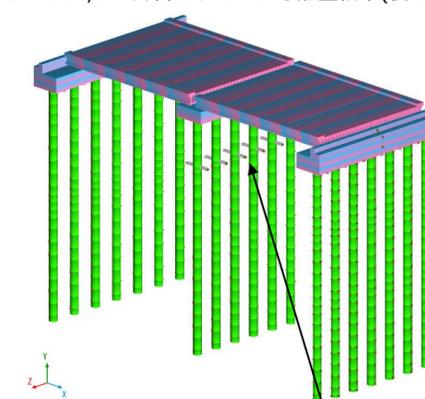
ケースNo	支承条件			
	A1	P1		A2
ケース1	固定	可動	固定	可動
ケース2	可動	可動	可動	可動
ケース3	固定	可動	可動	固定

※ケース1は過去の検討と同じ支承条件：A1：固定、P1：可動、固定、P2：可動
 ※ケース2はアンカーの損傷状態が確認できないため、アンカー耐力が全て失われた状態(アンカー無視)
 ※ケース3は確認および検討結果により、既設の支承状態を、A1：固定、P1：可動、可動、A2：固定と推定し、固定側にアンカーばねを再配置

▼ケース1の許容ひずみによる照査結果(P1橋脚杭でNG)



▼ケース2,3の許容ひずみによる照査結果(杭はOK)



ケース1：最大応答ひずみ ϵ_{max} :19600 > 許容ひずみ ϵ_a : 11684(μ)

ケース2：最大応答ひずみ ϵ_{max} :3960 < 許容ひずみ ϵ_a : 11684(μ)
 ケース3：最大応答ひずみ ϵ_{max} :4500 < 許容ひずみ ϵ_a : 11684(μ)

鋼管杭の耐力について、ケース1では照査を満足しなかったが、ケース2、ケース3では照査を満足する結果となった。この要因として、当初の支承条件の仮定では、P1橋脚のアンカー分の水平力の分担があったが、条件の変更により左右の橋台側へ分散されたことにより、応答値が低減され、判定もOKに転じたことが考えられる。水平力の分担が増えた端部の橋台についても、パラベットは破壊せず、橋台背面ばねなどの影響でNGに転じるようなことは起きていない。橋軸直角方向についてはいずれの場合においても照査を満足する結果となった。

考察

パイルベント橋脚に対して、支承条件が不明であるため、過去の検討の仮定と同じ条件のケース1、アンカーの損傷が確認できないため、アンカー耐力が全て失われた状態(アンカー無視)のケース2、確認および検討の結果、既設の支承状態を再度推定したケース3の全3ケースについて、動的非線形解析を用いて、橋全体系での耐震性能の検討実施した。

橋全体系での解析では、様々構造要素が応答に関係し、今回はアンカーの有無、アンカーの耐力および配置位置によって下部工の分担重量が変化し、照査の判定も変化した。

パイルベント橋脚は締め切り等の仮設工事が不要となる施工性から、河川内の施工条件が厳しい条件で多く用いられた構造で、基礎の補強時においては施工制限が課題になることが多い。橋全体系で適切にモデル化することで、施工制限が厳しい場所でも補強部位を限定することで、より合理的な補強対策が可能であると考えられる。