

グラウンドアンカーにより耐震補強した橋台の試設計について

JR 東日本 東京工事事務所 正会員 太田 正彦
JR 東日本 研究開発センター 正会員 藤沢 一

1. はじめに

桁式架道橋の改築においては、新橋台構築に先立って仮土留工を施工する。この仮土留壁を永久構造物として有効活用して地震時の土圧を負担させ、橋台本体のスリム化を図る“背面土圧低減橋台”の試設計を行い、在来工法による橋台との耐震性に関する比較検討を行った。耐震性の検討は静的非線形解析によって行った。以下に検討結果を報告する。

2. 在来工法の現状と問題点

鉄道における駅構内地下道や跨道橋など、桁式架道橋の改築工事においては仮土留壁・工事桁等の設置の後、桁下の狭隘空間で杭や橋台躯体を構築する必要がある。また掘削土量削減のため、杭は1本柱のパイルベント構造としてフーチング幅を抑制するのが一般的である（図-1）。

兵庫県南部地震を契機に耐震設計法が見直され L2 地震動対策が必要となったが、所定の耐震性能の確保のため杭・橋台躯体はますます大型化しており、工事費・工期を増加させる原因ともなっている。

3. 新型橋台の形式の検討

新型橋台は橋台とグラウンドアンカー式土留工とを一体化した構造として検討した。この際、アンカー頭部金具と杭施工機との競合が発生するために土留工と橋台とを密着させることが困難であるため、“結合部材”となる連結梁を設けて両者の一体化を図った。また空隙には気泡モルタルを充填し、埋戻土からの土圧発生を防ぐ構造形式とした。図-2 に新型橋台の概略図を示す。

4. 試設計概要

グラウンドアンカー式橋台の静的非線形解析モデルの概要は図-3 に示すとおりである。以下に部材の非線形特性および接点バネのモデル化について述べる。

橋台躯体、基礎杭、連結梁等は鉄筋コンクリートの非線形部材とした。土留壁を構成する H 鋼杭は M- 関係でモデル化する必要があるが、鉄道では明示された基準がないため、

キーワード：橋台、土圧低減、アンカー工、

連絡先：埼玉県さいたま市北区日進町 2 丁目 0 番地、電話 048-651-2552、FAX048-651-2571

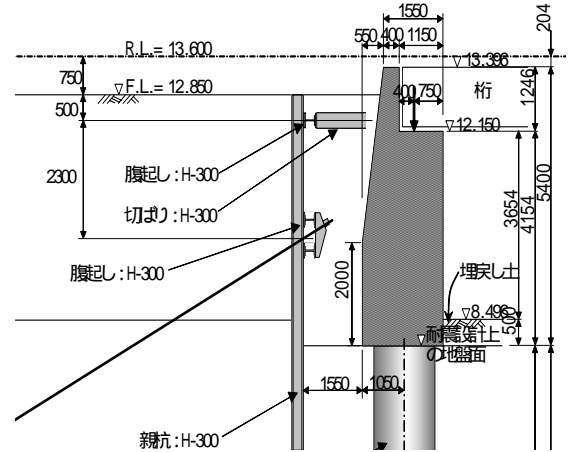


図-1 在来形式の橋台

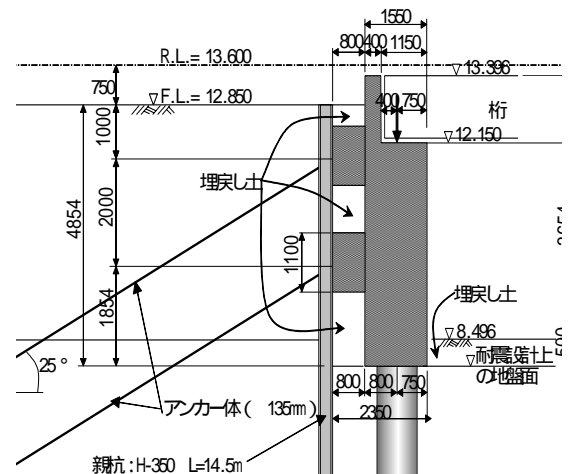


図-2 新型橋台(グラウンドアンカー橋台)

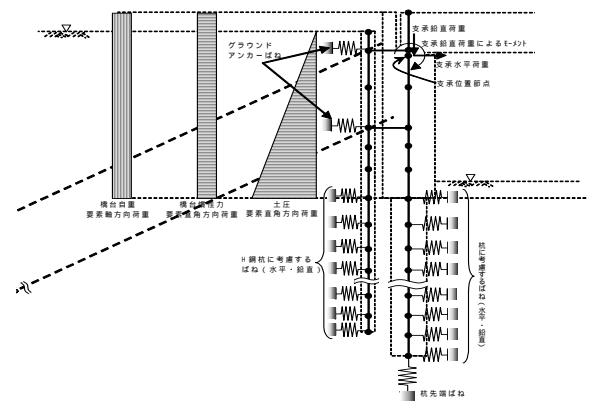


図-3 新型橋台の解析モデル概要

「土木学会座屈設計ガイドライン 7.2.2」に準じてバイリニアモデルで表現することとした。このとき、降伏点 M_y 以下を損傷レベル 1，以降を損傷レベル 3 と定めた。またアンカー体については自由長部分の変位のみ引張材のバネ定数で算定することとし、バイリニアモデルとした。またグラウンドアンカーは定着部の剥離やテンドンの降伏が構造系全体の降伏に直結するため、この降伏は損傷レベル 3 と定義した。

5. 耐震設計照査結果（L2地震動について）

図-4 に各橋台形式の杭頭位置での荷重・変位関係を示す。既存設計による従来型橋台（印）では、水平震度 (K_h) が 0.4 弱で杭部材が降伏し、その後 $K_h=0.45$ 程度で最大耐力に達する。降伏時変位は 200mm 弱であり、最大耐力時変位は 560mm 程度である。

一方グラウンドアンカー橋台（印）では、 $K_h=0.36$ で H 鋼杭が引抜けるが、その後も L2 設計震度の $K_h=0.71$ までほとんど線形応答といえる挙動を示している。このときの最大変位は 70mm 弱である。

また、比較のために実施したラディッシュアンカー橋台（印）では、 $K_h=0.40$ でアンカーが、 $K_h=0.58$ 程度で H 鋼杭が引抜け急激に非線形性を強め、 $K_h=0.70$ 程度で基礎杭部材が降伏する結果となった。今回の試設計では、ラディッシュアンカーおよび H 鋼杭の各引抜け点を降伏点としてエネルギー一定則による最大応答変位（30mm 程度）を算定し、最大応答変位時の荷重 $K_h=0.576$ を求めた。このため、グラウンドアンカー橋台よりも最大変位が小さい結果となったが、ほぼ設計震度の $K_h=0.71$ まで荷重増加していることを考慮した場合には、230mm 程度の変位が発生することになる。

各橋台の変形モードは表-3 に示すとおりであり、新型橋台はいずれも大幅なスリム化を実現しつつ耐震性能を確保することができている。

6. おわりに

仮土留工を本設化し土圧を負担させることにより橋台躯体・杭体の大幅なスリム化が可能となった。体積比較では概算で橋台が 25%、杭が 60%の減、また掘削土量も 35%減となる試算となった。今後はアンカーの地震時設計法の開発とアンカー頭と橋台本体とを結合する連結工の構造細目等についての検討を実施し、本稿で述べた構造形式の実用化を図ることを考えている。工期的にはアンカー本設化等の増加要因はあるものの、橋台躯体・杭体・掘削土量の削減や仮設物撤去工の廃止等の減少要因が卓越すると考えられ、相当の工期短縮が可能となるものと見込まれる。

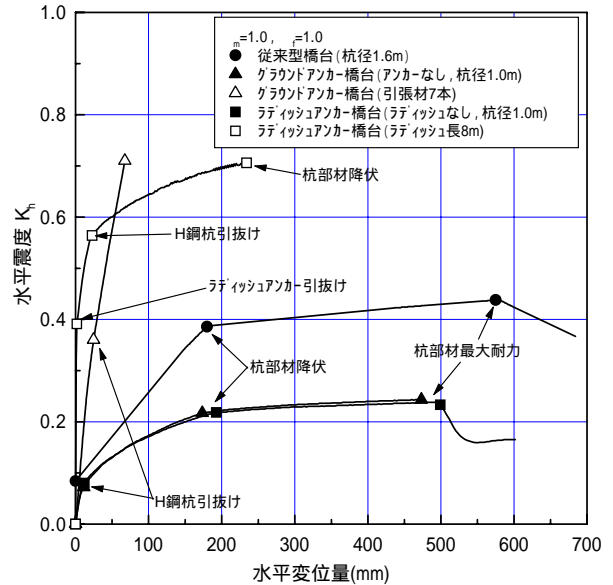


図-4 杭頭位置での荷重 - 変位関係の比較

表-3 構造設計比較表

形式		従来型	グラウンドアンカー式	ラディッシュアンカー式
基礎杭の諸元	本数(本)	5	5	
	直径D(mm)	1600	1000	
	長さL(m)	38.5	38.5	
	$A_s(\text{mm}^2)$	D51-26	D38-18	
		52702	20520	
	$f_{ck}(\text{N/mm}^2)$	21	21	
$f_{wvd}(\text{N/mm}^2)$	390	390		
橋台部材	降伏震度	0.646	-	-
	最大応答変位	7.38 mm	-	-
	最大応答変位時 K_h	0.649	0.71	0.564
	破壊形態	曲げ破壊先行	曲げ破壊先行	曲げ破壊先行
	損傷レベル	2(く体)	2(結合部材)	1
基礎杭部材	降伏震度	0.386	0.360(H鋼)	0.391
	最大応答変位	491 mm	60 mm	29 mm
	最大応答変位時 K_h	0.427	0.71	0.564
	塑性率	2.5 2.5	2.445 2.5	2.149 2.5
	安定レベル	2	2	2
	破壊形態	曲げ破壊先行	曲げ破壊先行	曲げ破壊先行
	損傷レベル	2	1	1
	アンカー材の損傷レベル	-	1	3
耐震性能の判定		耐震性能	耐震性能	耐震性能