

橋台設計におけるウィング壁を考慮した動的挙動に関する基礎検討

西日本工業大学大学院 工学研究科環境システム専攻 学生員 ○董 健
西日本工業大学 工学部土木工学系 正会員 濱本 朋久

1. はじめに

土圧に抵抗する橋台における各部材の実務設計では、道路橋示方書・同解説Ⅳ下部構造編¹⁾に準拠し、胸壁（以下、パラペットと称す）を設計する場合は許容応力度設計法により、T活荷重、土圧荷重、落橋防止構造の定着荷重、踏掛版荷重など様々な外力に対して安全性を照査している。また、パラペットの設計は、パラペット基部を固定支点として、翼壁（以下、ウィング壁と称す）の影響を考慮しない片持ち梁構造として設計している。つまり、ウィング壁の構造は橋台に接合されているにも関わらず、橋台とは別構造としてウィング壁を一体構造とみなさずに設計しているのが実状である。しかしながら、橋台も橋脚同様に上部構造を支える下部構造として落橋させないための役割を担っているにも関わらず耐震設計では重要視されず、大規模地震時において橋台の各部材を対象に動的挙動や抵抗特性に関する研究はあまり行われていないのが現状である。また、抗土圧構造物である橋台を対象とした固有値解析の事例がほとんどなく、ウィング壁の重要性に着目した研究は少ないのが現状である。そこで、本研究では両端に橋台を有する一般的な道路橋を対象に、橋台設計におけるウィング壁の重要性に着目して、橋台の動的挙動に関する解析検討を実施する。

2. 解析条件

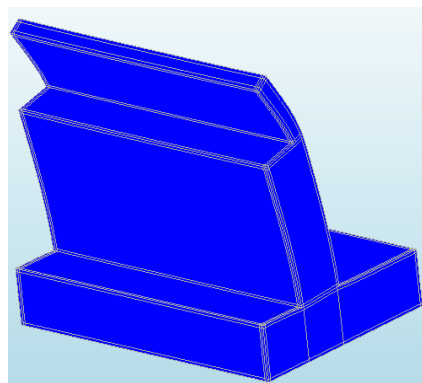
写真-1に示すような実橋梁で多く採用されている標準的な橋台形式である逆T式橋台に着目した。解析対象の橋台形式は、2つのウィング壁形式を有する橋台の抵抗特性を検証する目的で、3つの異なる橋台形式の解析モデルを設定し、それぞれ Type-1、Type-2 および Type-3 とした。ウィング壁を有しない Type-1 は、実務設計の片持ち梁モデルとして検討されている構造形式である。Type-2 ウィング壁の形状が片持ち版として設計されている構造形式である。Type-3 は、Type-2 と同様にウィング壁を有するタイプで、ウィング壁の形式が二辺固定版として設計されている構造形式である。解析対象の橋台の形状寸法は、まず Type-1 の形式に鉄筋を配置し、交通量などの道路規格を考慮して実際の道路幅に設定した。これを基に他の Type-2 および Type-3 の形状寸法を決定した。 L 、 B および H はそれぞれ橋台のフーチング長、橋台幅（道路幅員）、橋台の構造高とする橋台幅は、片側歩道付きの道路幅員を設定している。 t はパラペットとウィング壁の厚さを表す。橋台の数値解析モデルを構成するコンクリートと鉄筋の要素モデル化はコンクリートをソリッド要素で、鉄筋はトラス要素でそれぞれモデル化した。数値解析は、汎用解析ソフトウェア DIANA10.2²⁾を適用した。

3. 解析結果および考察

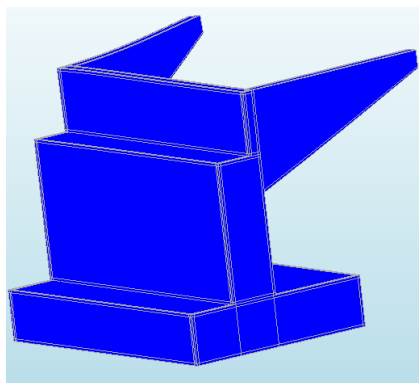
橋台形式の振動特性を把握するために、固有値解析を実施した。固有値解析は、有効質量比は振動モードごとの分担量や揺れやすさを示す指標であり、地震時にどの振動モードが主要であるかを判断することができる。図-1に、3つの解析モデルに対する1次モードを示す。3つの解析モデルに対する固有値解析結果の一覧を、表-1に示す。これらの固有値解析結果より、X方向の主要モードはType-1で1次モードであり、Type-2で10次モード、Type-3で6次モードとなった。また、最大有効質量比はType-1で24.0%、Type-2で36.0%、Type-3で35.0%となった。次に、Y方向の主要モードはType-1で5次モードでありType-2で3次モード、Type-3で6次モードとなった。最大有効質量比はType-1で19.0%、Type-2で2.20%、Type-3で2.90%となった。最後に、Z方向の主要モードはType-1で1次モードで



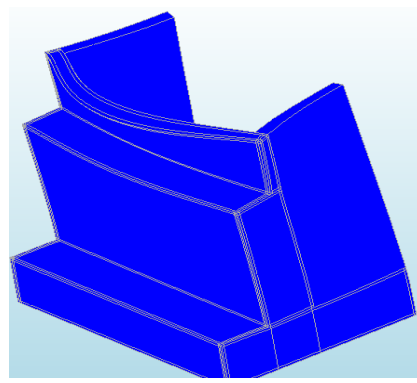
写真-1 橋台のウィング壁



(1) Type-1 の 1 次モード



(2) Type-2 の 1 次モード



(3) Type-3 の 1 次モード

図-1 ウィング壁形式によるモードの相違

表-1 固有値解析結果

モード	振動数 (Hz)			有効質量比 (%)								
	Type-1	Type-2	Type-3	Type-1			Type-2			Type-3		
				X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1次モード	0.18×10^2	0.52×10^1	0.24×10^2	0.24×10^2	0.22×10^{-1}	0.21×10^{-28}	0.46×10^{-2}	0.55×10^{-2}	0.19×10^1	0.25×10^2	0.41×10^{-1}	0.46×10^{-3}
2次モード	0.26×10^2	0.52×10^1	0.29×10^2	0.42×10^{-23}	0.56×10^{-28}	0.13×10^{-1}	0.77×10^{-2}	0.91×10^{-2}	0.11×10^1	0.11×10^{-2}	0.27×10^{-5}	0.12×10^2
3次モード	0.40×10^2	0.11×10^2	0.32×10^2	0.76×10^1	0.12×10^{-2}	0.49×10^{-25}	0.10×10^2	0.22×10^1	0.11×10^{-3}	0.42×10^1	0.65×10^{-3}	0.17×10^{-3}
4次モード	0.42×10^2	0.12×10^2	0.34×10^2	0.60×10^{-1}	0.18×10^{-3}	0.30×10^{-25}	0.24×10^{-3}	0.35×10^{-4}	0.22×10^{-2}	0.67×10^{-2}	0.50×10^{-4}	0.22×10^0
5次モード	0.46×10^2	0.22×10^2	0.44×10^2	0.81×10^{-25}	0.10×10^{-28}	0.16×10^1	0.19×10^2	0.59×10^0	0.56×10^{-4}	0.57×10^1	0.20×10^{-1}	0.21×10^{-2}
6次モード	0.50×10^2	0.25×10^2	0.53×10^2	0.29×10^{-28}	0.41×10^{-27}	0.35×10^2	0.10×10^{-1}	0.81×10^{-3}	0.29×10^1	0.10×10^{-5}	0.29×10^{-4}	0.29×10^2
7次モード	0.63×10^2	0.26×10^2	0.55×10^2	0.23×10^{-28}	0.37×10^{-27}	0.12×10^{-3}	0.25×10^1	0.22×10^0	0.82×10^{-2}	0.13×10^1	0.24×10^{-1}	0.12×10^{-1}
8次モード	0.69×10^2	0.28×10^2	0.61×10^2	0.23×10^{-1}	0.46×10^{-2}	0.19×10^{-28}	0.15×10^{-4}	0.19×10^{-5}	0.78×10^{-3}	0.13×10^{-2}	0.24×10^{-3}	0.50×10^{-1}
9次モード	0.89×10^2	0.38×10^2	0.85×10^2	0.80×10^{-2}	0.30×10^{-2}	0.23×10^{-28}	0.21×10^1	0.12×10^0	0.30×10^{-4}	0.75×10^{-4}	0.25×10^{-2}	0.48×10^{-1}
10次モード	0.97×10^2	0.41×10^2	0.90×10^2	0.24×10^1	0.36×10^2	0.24×10^{-28}	0.65×10^{-1}	0.19×10^{-3}	0.28×10^0	0.15×10^1	0.20×10^2	0.59×10^{-2}

あり、Type-2 で 10 次モード、Type-3 で 6 次モードとなった。最大有効質量比は Type-1 で 25.0%、Type-2 で 20.0%、Type-3 で 29.0%となった。橋台主構造の壁に二辺固定支持するフルウィング壁を設置することによる拘束効果が、Type-2 より向上していることが明らかになった。これらの解析結果よりウィング壁による橋台本体の剛性が大きいことが確認でき、この条件は固有周期 0.10 sec 未満の構造物の固有周期に影響を与えていることが判明した。これらより、ウィング壁の配置の仕方が橋台の主要モードに影響を与えることが確認できた。また、ウィング壁による拘束効果が大きく寄与することで橋台の全体剛性が大きくなったためであり、上部構造の支間が大きい橋梁形式を設計する場合には、パラペット・堅壁の水平抵抗を大きくするために、ウィング壁を土留め構造の機能だけに限定せず、橋台の抵抗特性を向上する目的でウィング壁を設置することは有効であると考えられる。

4. 結 論

本研究では、両端に橋台を有する道路橋を対象に、一般的に多く採用されている標準的な橋台形式である逆 T 式橋台を設定した。検討内容は、2 つのウィング壁を有する橋台形式に着目した基礎検討として固有値解析を実施した。今後は、動的応答特性について検討する予定である。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，IV 下部構造編，丸善，2012. 3
- 2) TNO Building and Construction Research：User's Manual of DIANA Finite Element Analysis，1999