球面すべり支承により支持された橋梁模型の振動台実験

独立行政法人土木研究所	正会員	〇岡田太	て賀雄
独立行政法人土木研究所	正会員	運上	茂樹

1. 目的

著者らはすべり支承を用いた新しい免震設計法に関する研 究を実施してきた.その研究の一環として、すべり支承を用い て地震力を遮断し、慣性力を伝達しないダメージフリー構造の 開発を図るため、固有周期を大幅に長くするとともに、すべり 摩擦による減衰機能を持つ球面すべり支承について検討して いる.本文では球面すべり支承により支持された橋梁の上部構 造模型を用いて振動台実験を実施し動的挙動について検討し た結果について報告するものである.

2. 実験概要

図-1 に示すように振動台上に橋軸方向(長辺)6.11m,橋軸直 角方向(短辺)1.83m, 重量 273kNの橋桁模型の4隅を球面すべ り支承を用いて支持した.用いた球面すべり支承は図-2 に示 すようにすべり面の両面が球面であり,片面のものよりも可動 範囲が広くできる特徴を有する住宅用に用いられているもの を用いた.球面を振り子のようにすべる挙動を示すため,固有 周期は重量に関係なく,すべり支承球面の曲率半径*L*により $T = 2\pi\sqrt{2L/g}$ で決定される.本実験で用いた球面の曲率半径は 2m のため, T = 4.0秒となる.

すべり支承の摩擦係数については、面圧・速度依存性を有し ており、面圧が大きいほど摩擦係数が小さく、相対速度が速い ほど摩擦係数が大きくなり、ある一定値に近づく特性を有する. 本実験に用いたすべり支承の摩擦係数は面圧 10N/mm²、相対速 度 30mm/sec で 0.05 程度となり、一般的な支承に用いられてい る PTFE と SUS の組合せの摩擦係数よりも小さい特徴を有する.

図-2 に示すように各すべり支承の下に三分力計を設置し、 支承に作用する荷重を計測すると共に、レーザー変位計・加速 度計により支承の相対変位量・桁の加速度を計測した. なお、 三分力計の+の方向は変位計・加速度計とは逆方向である.

基本的な動的挙動について検証するため、加振方向について は橋軸方向のみを入力し、正弦波及び実地震動による観測波と して1995年兵庫県南部地震時のJR西日本鷹取駅構内における 記録(NS方向)(以下鷹取波)を用いた.なお、時間軸につい ては圧縮していない.表-1 に入力ケースを示す.正弦波につ いては周期を1.0秒としたものと2.0秒としたものを入力した.

キーワード 球面すべり支承,摩擦係数,振動台実験,動的挙動

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独) 土木研究所構造物メンテナンス研究センター TEL 029-879-6773



図-1 模型設置状況







すべり材(PTFE)

図-2 球面すべり支承

表-1		入	力ケ	·	ス	
	-		A. L.			Tr

	入力波	振幅
case1	正改法	400gal
case2	(国期10秒)	500gal
case3	(同初1.0秒)	600gal
case4	正弦波	100gal
case5	(周期2.0秒)	150gal
case6		30%
case7	鷹取波	40%
case8		50%



各入力波に対して,支承の許容変位を超えないように,段階的に 振幅を大きくするように入力した.

3. 実験結果と今後の課題

基本的な動的挙動の確認のため,正弦波を入力した casel についての各時刻歴を図-3,各入力ケースの三分力計により計測された水平荷重と水平変位の関係に図-4に示す.加振開始直後は摩擦により変位が生じていなかったが,時刻1.5秒付近から摩擦がきれ変位が生じ始めている.そして時刻2秒付近でピークを迎えマイナス方向に変位が逆転し振動するため,摩擦力が反転し加速度の向きも瞬間的に逆転し変位量の増加に伴い加速度の大きさも増加している事がわかる.その後は加振終了まで同様の挙動をしていることがわかる.なお,振動台の変位についてはほぼ支承の相対変位と同程度であり,典型的な摩擦挙動を示すことがわかる.

表-2に各入力ケースの主要な応答値についての最大値を示す. いずれの結果についても入力振幅を大きくすることで最大応答 値も大きくなっているが,上部構造重量 273kN により生じた水平 荷重が 20kN~30kN といずれも小さく,固有周期が 4.0 秒のため, 水平荷重は増加しにくい事が確認できる.また,桁に生じる加速 度はいずれの入力ケースにおいてもほぼ摩擦力相当となり入力 の影響があまり無いことがわかる.

表-2 最大応答值

	入力加速度。	支承の 相対変位	橋桁模型 の加速度	三分力計 の荷重
	(m/sec²)	(mm)	(m/sec²)	(kN)
case1	4.12	114.2	0.81	20.8
case2	-5.26	141.4	0.88	24.4
case3	6.42	167.4	0.96	26.3
case4	-1.14	89.0	0.75	20.5
case5	-1.65	185.2	1.01	24.5
case6	-2.04	125.3	0.88	23.0
case7	-2.73	194.8	1.03	25.1
case8	-3.31	255.8	1.16	25.2





図-4 水平荷重-水平変位関係

今後は、大きくなる支承の相対変位を制限しつつ下部構造に作用する水平荷重を抑える事ができる構造について更に検討を進めていく予定である.

謝辞:本実験で使用した三分力計は(独)防災科学技術研究所兵庫耐震工学研究センターより借用したものであり、松森主任研究員には大変お世話になりました.ここに記して謝意を表します.