

ニールセンローゼ桁橋と隣接桁の衝突解析と落橋防止構造に関する検討

京都大学大学院	学生会員	○ 番條 敏隆
京都大学大学院	フェロー	渡邊 英一
京都大学大学院	正会員	宇都宮 智昭

1. 研究目的

現在、シミュレーション解析は 2 次元モデルで行われるのが主流となっているが、都市高速道路は 3 径間や 5 径間を有する連続橋も数多く、複数の橋脚・支承・落橋防止装置を有する複雑な構造物をそれらの解析で正確なデータを得ることは難しいと考えられる。また、ニールセンローゼ桁橋のような複数のモードを持ち合わせているような複雑な橋梁に対しては、より正確な 3 次元骨組み解析を行う必要がある。これらの事情を踏まえて、本研究ではニールセンローゼ桁橋と隣接桁という質量差が大きく固有周期の違う橋梁の大地震時における挙動を 3 次元骨組み解析によって示すと共に、各支承の破壊と衝突のシナリオを追うこととする。また、支承の破壊や衝突による挙動の違いを示し、これらの挙動に対する影響についても調べることをとする。さらに、それらのモデルに新たに落橋防止装置を組み込み、それらの有効性について検討する。

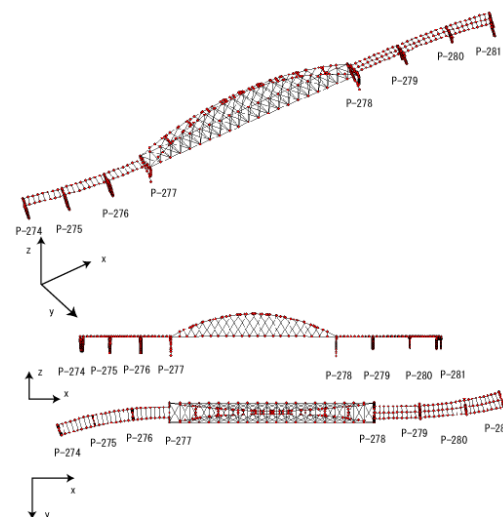


Fig.1 検証モデル

2. 解析手法

新浜寺大橋と隣接桁を対象橋梁とし、衝突パネ・固定支承・可動支承の各構成要素を組み込んだ 3 次元骨組みモデル (Fig.1) を作成する。また、これらの構成要素のモデル化は、梶田¹⁾らの論文を基に作成する。解析手法としては、時間積分法のニューマーク β 法を用い、各部材の減衰定数は、上部工部材は 0.02, RC 橋脚部材は 0.03, 鋼製橋脚部材 0.02 とする。解析ケースとしては、通常モデルを対象とした解析に加え衝突を考慮しないモデルの解析を行うものとする。地震波は兵庫県南部地震の JR 鷹取駅で観測された南北成分を使用する。

次に、新たに落橋防止装置の構成要素のモデル化を行い、新浜寺大橋と隣接桁のモデルに組み込む。組み込む落橋防止装置として、ゴム製緩衝装置と桁間連結ケーブルを組み込むこととする。各落橋防止装置に作用する設計地震力は道路橋示方書²⁾の定義より死荷重反力の 1.5 倍とする。

死荷重反力の値は 2 連の桁を相互に連結する構造を用いる場合には、いずれか大きい方の鉛直反力の値を取ると道路橋示方書²⁾には規定されているが、今回はニールセンローゼ桁橋と箱桁橋を対象橋梁としており、当然ニールセンローゼ桁橋側の鉛直反力を取ることとなるが、今回は箱桁橋を対象とした設計地震力を設定したケースにおける挙動も調べることをとする。ゴム製緩衝装置の復元力特性としては、梶田¹⁾らの論文を元に Fig.2 に示すようにモデル化を行うこととする。このモデルは衝突パネを基に作成されており、ゴム緩衝装置を入れていないケースでは、a-b-a のルートを通り、この場合の剛性は遊間をはさむ 2 つの桁の橋軸方向の剛性を足して 2 で割ったものを用いる。桁間にゴム製緩衝装置を設置する場合は a-b-c-a のルー

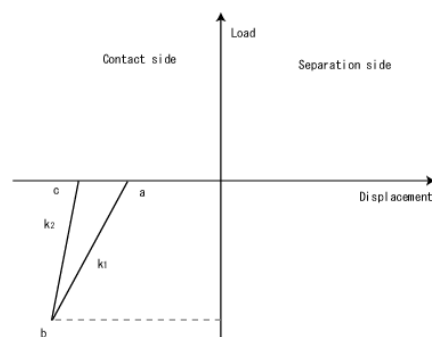


Fig.2 ゴム製緩衝装置

キーワード ニールセンローゼ桁, 衝突, 3 次元骨組み解析, 落橋防止装置

連絡先 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 京都大学大学院工学研究科土木工学専攻 TEL 075-753-5079

トを通り,ゴムの載荷剛性と除荷剛性を考慮することにより,ゴム製緩衝材のエネルギー吸収をモデル化している.このケースにおいては, k_1 はゴムの剛性と同じ値とし, k_2 は k_1 の 20 倍とする.また,このゴム製緩衝装置は複数回衝突がおきても 1 回目の衝突と同じ効果が得られるものとする.ゴム製緩衝装置は硬度 50,厚さ 30mm のネオプレンゴムを用い,許容面圧は 120kgf/cm^2 を上回らないようにする.桁間連結ケーブルの復元力としては,Fig.3 のようなモデルを用いるものとする.この図での DS1 は桁間連結ケーブルが効き始めるときの相対変位量(遊び量)を表しており,本解析では 10cm に設定した. F_y はケーブルの降伏耐力を示している.本解析ではケーブルの破断という現象については考慮しておらず, F_y の値は設計地震力と同じ値とする.

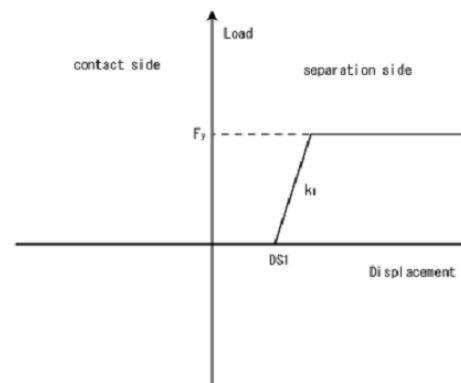


Fig.3 緩衝型桁間連結ケーブル

3. 解析結果

まず,通常のモデルについて考察する.衝突や支承及び橋脚の破壊に関するシナリオを見てみると,衝突は右側の遊間で 6.88 秒,9.41 秒,9.95 秒に起こり,左側の遊間では 9.72 秒に 1 度起こる.支承は全て破壊され,橋脚は P-274,P-278,P-279,P-281 脚で降伏が起こった.桁の挙動としては左側の桁は,-0.379m から 1.039m,ニールセンローゼ桁は-0.323m から 0.855m,右側の桁は-0.05m から 0.728m の範囲で変位が起こっている.また,桁の落下は見られなかった.次に,衝突を考慮しないケースについて検証してみる.このケースと通常のケースとで桁の挙動を比べてみると,左側の桁では衝突によって約 0.4m も左側に移動し,ニールセンローゼ桁も衝突によって 0.6m 近く左に移動している.これらの結果より,衝突の桁の挙動に対する影響は大きいと言える.

次に,ゴム製緩衝装置を組み込んだモデルについて検証してみる.支承・橋脚の破壊,衝突に関するシナリオを見てみるとケース 0 との違いはほとんど見られなかった.衝突の際に発生する力の大きさを比べてみるとケース 0 よりケース 1,2 の方が小さくなっている.吸収するエネルギーの大きさを比較してみるとケース 1 の方がケース 2 よりもエネルギー吸収量が多かった.桁の挙動に関しては,ほとんど違いは見られなかった.

次に,桁間連結ケーブルを組み込んだモデルについて検証してみる.ケース 3 での支承・橋脚の破壊,衝突のシナリオは,右側の遊間で 3.48 秒に,左側の遊間で 3.34 秒にケーブルが働いた後,複数回衝突が起きている.支承・橋脚の破壊に関しては,支承は衝突までに全て破壊され,橋脚も P-274,P-278,P-279,P-281 脚が降伏した.また,ケース 4 でもほぼ同じシナリオとなった.桁の挙動を見てみると,ケース 0 と比べケース 3,4 とともに右側に大きく変位している.最後に落橋の危険性について検証してみると,ケース 1 に限りケース 0 よりも桁掛かり長の余りが長くなった.そのため,落橋防止構造として有効であったのはケース 1 だけであったと言える.

4. まとめ

今回の研究によってニールセンローゼ桁橋と隣接桁の大地震時の挙動を解明出来た.しかしながら実際にあっているか考察することは難しく実験での検証も必要であると言える.また,落橋防止構造に関しても今回の研究ではあまり良い結果が得られなかったため,更なる検証が必要である.

(参考文献)

- 1) 梶田幸秀, 西本安志, 石川信隆, 香月智, 渡邊英一: 桁間衝突現象のモデル化に関する一考察, 土木学会論文集, No.661/I-53, pp.251-264, 2000.10.
- 2) (社) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, 丸善, 1996.12.