

水平衝撃入力を受ける連続桁橋の橋端衝撃応答の解析

北見工業大学 ○学生員 内田 裕丈
八千代エンジニアリング(株) 正会員 小倉 裕介

北見工業大学 フェロー 大島 俊之
(株)開発工営社 正会員 青地 知也

1、はじめに

大規模地震時に橋梁が衝撃的な水平入力を受けた際、桁端部と橋台壁面の間に衝突が起こることが想定されている。この衝突による橋梁の損傷を軽減し優れた落橋防止構造を確立するために、近年、落橋防止用緩衝材の検討や衝撃応答を取り扱った研究が行われている。本研究では連続桁橋を解析対象として、桁端部が橋台壁面に衝突した際に、桁端部、橋台にどのような影響があらわれるかを数値解析によって検討した。桁端部と橋台壁面の間には緩衝材を設置し、桁端部と橋台の間の隙間の違いによる影響、および橋台背面地盤の影響について解析を行い検討した。

2、解析モデル

連続桁橋の平面解析モデルを図 - 1 示す。解析モデルは 3 径間連続桁橋で、支間長は 78m、桁高 1.99m、A2 橋台、P1、P2 橋脚を持つ。高さはそれぞれ、A2 橋台が 13m、P1、P2 橋脚が 15m である。モデル化には床版、鋼桁、橋脚、橋台部は 4 節点シェル要素、構造内部の鉄筋は 2 節点はり要素を用いた。各要素における材料特性は応力 - ひずみ関係を用いており、コンクリート部はクラック発生を考慮した低引張り材料、鉄筋部は弾塑性材料とした。上部構造は橋台および橋脚部に支承のパネを設置して支持している。解析では上部構造の桁端部と A2 橋台の壁面の間が衝突する場合を考慮しており、衝突部と反対側の A1 橋台は省略してモデル化を行っている。衝突部にはパネを設置し、緩衝材は A2 橋台側に設置するものとしている。緩衝材のモデル化は 4 節点シェル要素によって行い、図 - 2 に示すような弾塑性体とした。このモデルに水平方向に振幅 400gal、加振周期 1.0sec の正弦波を入力した場合について検討した。時間刻みは 0.1msec とし、解析時間は 2sec とした。本解析では、汎用構造解析プログラム MARC を使用した。

3、上部構造と緩衝材の隙間の影響

本章では、桁端部と橋台壁面との間の衝突部において、桁端部と緩衝材の間にもうける隙間の違いによる影響を検討した。緩衝材は衝突部に一様に敷き詰めるものとした。桁端部と緩衝材の間は 4 本のパネによりつなぎ、このパネの剛性を変えることによって隙間を変化させた。隙間の变化については隙間が十分に確保され橋台に衝突しない場合と隙間が 10mm から 200mm までの合計 6 つのケースについて解析を行った。表 - 1 は上部構造の最大応答変位と最大応答加速度、緩衝材の変形量と最大作用力についてまとめたものである。図 - 3 は

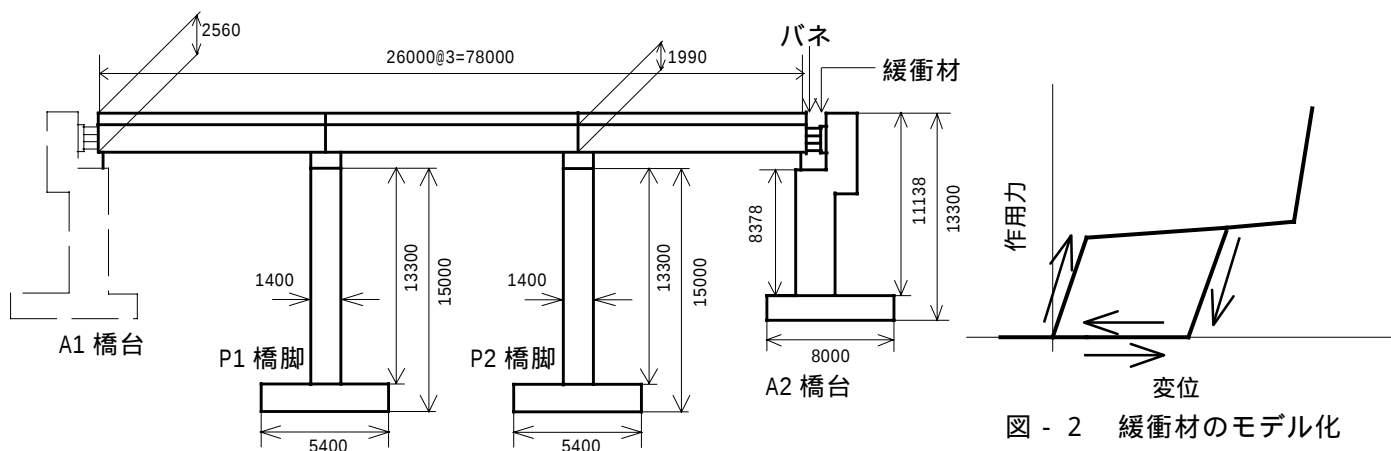


図 - 1 解析モデル

図 - 2 緩衝材のモデル化

キーワード：水平衝撃力、橋端衝突、緩衝材

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地 Tel 0157-26-9488 Fax 0157-23-9408

緩衝材の最大作用力の変化について示したものである。桁端部が橋台に衝突しない場合は上部構造の最大応答変位が 309.91mm となり、緩衝材を設置した場合と比べると隙間が小さいほど上部構造の応答変位は小さくなり、緩衝材と橋台によって上部構造の変位が拘束されている状況がわかる。緩衝材の変形量については隙間の増加に伴って増加しており、隙間が 150mm の時にピークとなっている。これは上部構造が隙間を移動する間に加速されたためと考えられる。同様に緩衝材の最大作用力についても増加している傾向が見られるが、図 - 3 に見られるように隙間が 100mm 以降は大きな変化が見られない。これは緩衝材が降伏し発生する作用力が一定になったためと考えられる。

表 - 1 隙間の違いによる影響

隙間(mm)	衝突なし	10	50	100	150	200
上部構造 最大応答変位(mm)	309.91	21.99	73.63	130.42	181.82	228.80
上部構造 最大応答加速度(gal)	1105	2100	2707	3469	3684	3176
緩衝材の変形量(mm)	-	11.80	23.28	30.05	31.44	28.44
緩衝材の 最大作用力(MN)	-	20.96	35.54	39.34	37.76	39.07

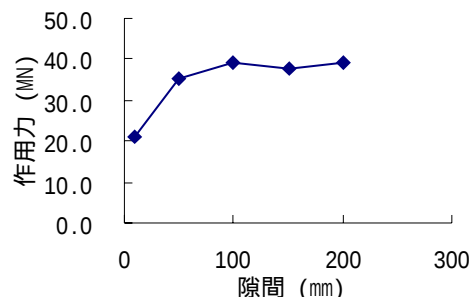


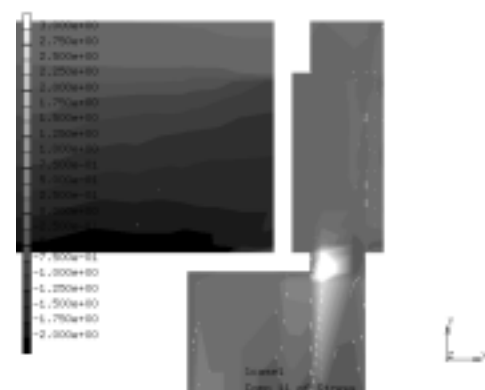
図 - 3 隙間による緩衝材最大作用力の影響

4、橋台背面地盤の影響

次に、橋台背面地盤の支持力の影響について検討を行った。本章の解析は A2 橋台の背面に地盤バネを設置し、そのバネ剛性を N 値によって変化させて行った。地盤バネのモデル化については道路橋示方書に基づいて行っており、桁端部と緩衝材との間の隙間は 100mm としている。表 - 2 は上部構造の最大応答変位と最大応答加速度、緩衝材の変形量と最大作用力についてまとめたものである。図 - 4 は N 値を 5 とした時の橋台部における橋軸方向の応力分布を示している。上部構造の最大応答変位に着目すると、N 値を増加させることによって上部構造の応答変位が減少していることから、橋台背面地盤を固くすることにより上部構造が拘束されていく状況がわかる。緩衝材の変形量と最大作用力については橋台背面地盤を固くすることによりいずれもわずかに増加する傾向が見られた。また図 - 4 に見られるように橋台部における応力分布では、N 値が最も低いときに、A2 橋台の付け根の部分で引張り応力が高くなっている傾向が見られた。

表 - 2 橋台背面地盤の影響

N 値	5	10	20	30
上部構造 最大応答変位(mm)	147.46	141.84	138.87	135.52
上部構造 最大応答加速度(gal)	2745	3023	3105	3225
緩衝材の変形量(mm)	18.96	18.71	19.72	21.01
緩衝材の 最大作用力(MN)	24.80	27.23	31.76	34.96

図 - 4 橋台部応力分布図
応力値範囲 (30N/mm² ~ -20N/mm²)

5、まとめ

本研究では桁端部と橋台壁面が衝突する際、桁端部、橋台にどのような影響が表れるかについて数値解析を行い検討した。本解析によって得られた結果を以下に示す。

- (1) 桁端部と緩衝材の間の隙間を変化させることによって、応答に大きな影響があらわれる結果となった。本解析では隙間が 100mm の時に緩衝材の作用力がもっとも大きくなる結果が得られた。
- (2) 橋台背面地盤を固くすることによって橋台の変位が拘束され、上部構造の変位が抑制された。これにより緩衝材の変形量が増加する傾向が見られたがわずかであった。

今後の検討課題として、落橋防止構造などを考慮したモデル化を行い、大地震時における衝撃的加速度入力を行った場合について検討していく。

参考文献 吉沢努、忽那幸浩、田崎賢治、川崎雅秀：桁衝突を考慮した橋システムの地震時挙動、第 4 回地震時保有耐力法に基づく橋梁の耐震設計に関するシンポジウム講演会論文集、pp513 - 516、2000.12.