

I-A44 斜張橋ケーブルの衝突対策に関する検討 -名港西大橋（I期線）-

日本道路公団 正会員 佐久間 智
日本道路公団 前川 利聡
瀧上工業（株） 広 巷 修

1. まえがき

名港西大橋 I 期線は、第二東名・名神高速道路への接続に伴う道路規格の変更により車道幅員の拡幅が必要となった。そこで、車両用防護柵の形状を変更するとともに、ケーブル側へ移設して所定の幅員を確保することになった。ところが、防護柵とケーブルが接近することにより、通行車両が防護柵に衝突した際に防護柵ならびに車両がケーブルと接触することが懸念された。

本文は、P S I (Pam System International)が開発した衝突解析プログラム「PAM-CRASH」を用い、車体のサスペンションを考慮した大型トラックモデルと防護柵モデルを組み合わせた三次元衝突シミュレーションモデルによる解析を行い、ケーブルへの衝突パターンを推測し、車両衝突時のケーブルへの影響と衝突対策について検討した結果を報告する。

2. 衝突シミュレーションモデル

(1) 車体モデル

車両は車体及び積載物、前輪、後輪の3つの剛体の集合体としてモデル化し（図-1）、防護柵との衝突において車体の変形は考慮しない。車体及び積載物の重心位置に車両全体の質量と慣性モーメントを設定した。積載物を含めた重心高は次の2ケースを考慮した。

- ①. 積載物の重心高を荷台高さ+200mm¹⁾と仮定して算出。
- ②. 上記①で算出した重心高+200mm。

(2) サスペンションモデル

トラックの衝突特性はサスペンションの荷重-変位特性に依存することから、衝突モデル作成に際してはサスペンションのモデル化が重要となる。サスペンションは、前後輪とも鉛直バネとダンパーでモデル化した（図-2）。バネ定数は三菱KC-FU511UZの値を採用し、減衰定数及びタイヤのバネ定数は文献2)を参考とした。

(3) タイヤモデル

タイヤおよび路面は剛体とし、左右のタイヤはそれぞれ剛な棒で結合した。また、タイヤのバネ及び減衰はサスペンションに含めて処理した。

(4) 防護柵モデル

防護柵は下端が固定された支柱および横梁から成り、いずれも弾塑性体の梁要素でモデル化した。防護柵と車体の間には接触を定義し、摩擦係数0.1を考慮した。

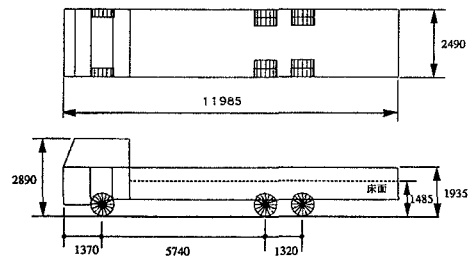


図-1 車両寸法

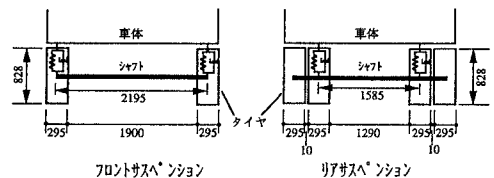


図-2 サスペンションモデル概要

表-1 ルーフ最大進入行程及び防護柵最大変形量

計算ケース	計算条件						計算結果	
	サスペンションバネ定数 (kgf/mm)	サスペンション減衰定数 (kgf·sec/m)	重心高 (mm)	路面摩擦係数	ケーブル最大進入行程 (mm)	防護柵最大変形量 (mm)		
1	フロント	リヤ	フロント	リヤ	1,418	0.7	110	293
2	—	—	—	—	1,618	0.7	256	284
3	—	—	—	—	1,418	0.0	111	322
4	—	—	—	—	1,618	0.0	265	320
5	30	200	0.3	1.0	1,618	0.0	413	273
6	15	100	0.3	1.0	1,618	0.0	377	289
7	30	200	0.6	2.0	1,618	0.0	417	289
8	30	200	0.15	0.5	1,618	0.0	419	291

キーワード：斜張橋ケーブル、立体衝突シミュレーション、防護柵

連絡先：〒454-8517 名古屋市中川区清川町2-1 瀧上工業（株）技術部 TEL (052) 351-2214 FAX (052) 361-5468

3. シミュレーション結果

トラック重量25tf、衝突速度80km/hr、衝突角度15度の条件の下で、サスペンションの剛性および重心高さ等を変化させて8ケースの立体シミュレーションを実施した。衝突直後の0.1～0.3秒の間で車両前輪が防護柵に衝突し、直ちに方向転換が行われ0.45秒で後輪が防護柵に衝突した。その後は、前輪・後輪が交互に衝突しながら防護柵に沿ってトラックが進行した。車両ルーフの最大進入行程（ルーフが防護柵の原位置から外側へ進入する距離の最大値）及び防護柵最大変形量を表－1に示す。また、ケース8を代表して、車両及び防護柵の挙動を図－3、図－4に示す。

4. ケーブルへの影響

ケーブルへの影響に着目して、衝突時の防護柵及び車両の挙動について示すと以下の通りとなる。

- ・車両が衝突した直後（0.2秒）は、衝突した位置での防護柵の変形は170mm程度である。
- ・車両後端の1度目の衝突時（0.45秒）に、防護柵の変形が最大となり、ケース8で291mmであった。この場合、防護柵はケーブルに衝突し、ケーブルには曲げ応力が発生する。
- ・車両前端的の2度目の衝突時（0.55秒）は、防護柵変形量は144mm、車両ルーフの最大進入行程が200mm程度であり、ケーブルに対する影響は少ない。
- ・車両前端的の3度目の衝突時（0.85秒）には、ルーフの水平方向移動量は544mmと最大となる。この時の防護柵の変形量は約30mmと少なく、車両ルーフはケーブルに衝突するが防護柵は接触しない。

以上の結果から、ケーブルへの衝突パターンとしては、図－5に示す3パターンを想定し、ケーブルに対する応力照査を行った。なお、ケーブルの曲げ応力の算出は、引張力を受けるはり部材のたわみ曲線式から求めた。

5. まとめ

（1）防護柵の変形によるケーブルへの衝突（衝突パターン1）

ケーブルの応力照査の結果、上段3本以外は許容値を超過したが、ケーブルと定着鋼管の隙間に設ける緩衝材のパネ定数を調整することにより、ケーブルの曲げ応力度を低減することとした。ただし、緩衝材はケーブル制振装置との関係から、ケーブルと弾性シール材の間に10mm～15mmの間隔を設ける構造とした。

（2）ケーブル側面からの車両の衝突（衝突パターン2）

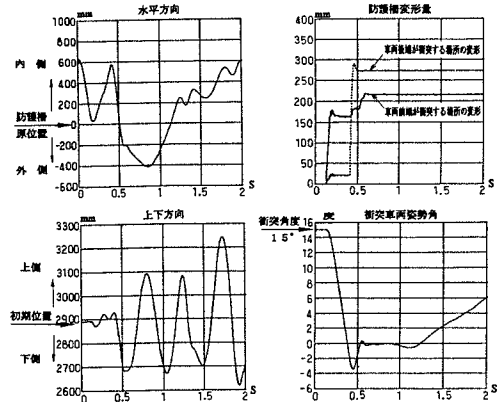
車両が傾斜した状態でケーブルの側面から衝突する場合、車両ルーフ位置でケーブルを横方向に約200mm変形し、ケーブルに曲げ応力が発生することになるが、すべてのケーブルで許容値を満足した。

（3）ケーブルの鋭角側からの車両の正面衝突（衝突パターン3）

ケーブルの鋭角側からの正面衝突に対しては、車体がケーブルに沿って沈み込みケーブルを大きく変形させ、下段5本のケーブルが許容値を越えた。この対策は、防護ステイをケーブルの前面に設置し、傾斜した車両をケーブルの内側に誘導させることで対応した。

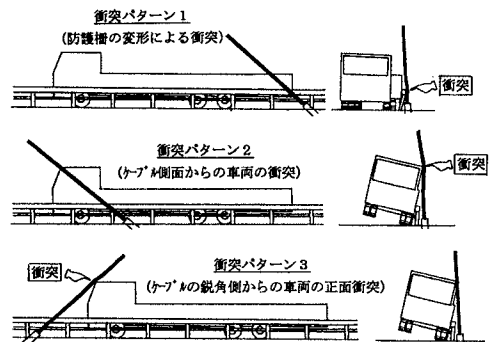
〔参考文献〕1) 日本道路公団試験研究所報告：車両の高速化・大型化に対応した防護柵の検討，Vol. 33(1996. 11)

2) 佐久間智・江川元幾・前原康夫：外ケーブルを用いたPC橋梁への振動実験-天ヶ瀬橋，プレストレストコンクリート，Vol. 37, NO. 1(1995. 1)



図－3 車両ルーフ位置の時刻歴

図－4 防護柵変形量と車両姿勢角の時刻歴



図－5 ケーブルへの衝突パターン