コンクリート製防護柵に関する数値解析的研究

名古屋大学大学院	○学生会員	劉 対	武
名古屋大学大学院	学生会員	草間	竜一
名古屋大学	学生会員	服部	良平
名古屋大学理工科学総合研究センター	フェロー会員	伊藤	義人

1. 目的

現在,車両用防護柵は防護柵の設置基準(平成11年)に従って設置されている.基準には性能照査型設計 が取り入れられており,実車衝突実験によって規定性能を満たすことが確認できればいかなる防護柵であって も設置可能となっている.しかし、実験には多大なコスト・時間を要するため性能照査型設計が有効的に活用 されていないのが現状である.一方,コンクリート製防護柵は車両逸脱防止能力が非常に高く,またメンテナ ンスフリーであるため都市高速道路などの高架区間に広く設置されており,今後もさらなる開発が期待される. そこで、本研究ではコンクリート製防護柵の実車衝突実験を対象とし、FEM によるフルスケールの車両衝突 数値解析を行い,その有効性を確認することを目的とした.計算には汎用コードLS-DYNAを用いた.

2. 解析モデル

解析の対象としたのは、1999年に実施された大型車両を用いたフロリダ型コンクリート製防護柵に対する 実車衝突実験である.衝突車両および防護柵について図-1に示すようにモデル化を行った.モデルの節点数は 27942, 要素数は 31208 である. 防護柵は RC であり, 解析モデルでは鉄筋を梁要素, コンクリートを六面体 要素でそれぞれモデル化し、両者は節点を共有させ完全付着とした.防護柵モデルの材料定数については、実 車衝突実験時に行われた材料試験により表-1に示す値が得られているのでこれを用いた.また,防護柵基礎部 は深さ300mmの土中埋め込みとなっており、解析モデルでは地盤抵抗を弾性ばねでモデル化した.



(a) 防護柵断面

図-1 フロリダ型コンクリート製防護柵・実車衝突実験の解析モデル

表-l コンクリート製防護柵の材料	料正数
-------------------	-----

	弾性係数(MPa)	圧縮強度(MPa)	降伏応力(MPa)
コンクリート	1.84	34.2	_
横筋(D10)	1.67	—	373.8
縦筋(D13)	1.70	—	407.6

3. コンクリートのひずみ速度効果

材料の動的負荷時には、その応力-ひずみ関係は静的負荷時のものと比較して大きく異なり、これはひずみ 速度効果とよばれている. 鋼製防護柵に対する車両衝突解析では,防護柵材料である鋼材のひずみ速度効果が 防護柵変位等に大きな影響を与えるという結果が既に得られている.しかし、LS-DYNA にはひずみ速度依存 性を考慮できる有効なコンクリート用物性モデルがない.そこで、本研究ではユーザーサブルーチンによりひ

キーワード コンクリート製防護柵,数値解析,実車衝突実験

連絡先 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学工学部7号館 伊藤義人 TEL052-789-2737 ずみ速度依存性を考慮した Drucker-Prager 則材料モデルを解析ソルバーに組み込み, 衝突解析を行った. なお, ひずみ速度効果については山口らの構成式を用い, コンクリートの圧縮強度, 引張強度, 体積弾性係数および せん断弾性係数についてのひずみ速度効果を考慮した. 構成式の詳細についてはここでは省略する.

4. 解析結果と実験結果の比較

防護柵の性能を規定する上で必要となる諸元は、衝突車両の離脱速度・離脱角度、重心加速度最大値、防護 柵の最大変位である.それらを中心に解析結果と実験結果の比較を行う.まず、全体的な車両挙動の比較を図 -2 に、離脱後の挙動の比較を表-2 にそれぞれ示す.車体前部の浮き上がりや荷台後部の挙動などは再現でき ており、離脱速度および離脱角度についても実験と解析である程度の整合性は認められる.次に、車両重心加 速度の比較を図-3 に示す.解析最大値は実験最大値の 60%程度になり、車両加速度については実験をあまり

再現できていない. さらに, 図-1 に示す計測点での防護柵変位の 時刻歴の比較を図-4 に示す. 解析値と実験値で変位波形のズレは あるが, その形状や最大値については再現できていると言える.

表-2 離脱後の車両挙動の比較

	実験	解析
離脱速度(km/h)	78.6	72.5
離脱角度(度)	1.9	1.1



5. 結論

本研究におけるフロリダ型コンクリート製防護柵の実車衝突実験を対象とした車両衝突数値解析は,離脱速 度・離脱角度および防護柵変位については実験をよく再現できているので,それらの値を参照する規定性能を 数値解析によって照査することが可能であると考えられる.また,車両重心加速度については実験と解析との 差が大きくなってしまったため今後さらなる解析手法の検討が必要である.

参考文献

- ・伊藤義人 車両衝突を受ける橋梁用防護柵に関する数値解析的研究 構造工学論文集 Vol.45A 1999 pp1635-1643
- ・山口弘,藤本一男 高圧 3 軸圧縮応力下におけるコンクリートの応力-ひずみ関係その1静的載荷 日本建築学会構造系論文報告集第 389 号 1988