

鋼床版に適用するプレキャスト壁高欄定着部の動的衝突解析

宮地エンジニアリング(株) 正会員 ○田中 伸尚
川田工業(株) 正会員 吉田 賢二
西日本高速道路(株) 非会員 足立 健

J F Eエンジニアリング(株) 正会員 熊野 拓志
宮地エンジニアリング(株) 正会員 郎 宇
大阪公立大学大学院 正会員 山口 隆司

1. はじめに

中国自動車道の吹田JCT～中国池田IC間橋梁更新工事では、終日通行止め期間を短縮する施策の一つとして、プレキャスト壁高欄（以後、PCa壁高欄）を鋼床版に採用している。著者らは、PCa壁高欄定着部および据付け後の鋼床版構造への影響を検討する目的で、図-1に示すようなNEXCO試験法¹⁾に準拠した壁高欄衝突試験を行い、文献2で報告をした。

本研究では、壁高欄の変形状やアンカーボルトの応力状態ならびに衝突試験を再現できる動的な衝突解析モデルの構築を目的に、壁高欄衝突試験を模擬した動的衝突解析を行った。

2. 解析概要

解析ソフトにはAnsys Ls-dynaを用いた。解析モデルを図-2、接触・拘束条件を図-3にそれぞれ示す。PCa壁高欄・アンカーボルト・アンカープレート・走行台車・架台などは基本的にソリッド要素でモデル化し、壁高欄の鉄筋は梁要素でモデル化した。载荷用緩衝ゴムにはばね要素を用いた。解析モデルの寸法詳細は文献2試験体の構造諸元を参照されたい。

衝突荷重は、走行台車の衝突による外力が緩衝ゴムに作用し、その応答値として緩衝ゴムに反力が発生し、その反力が壁高欄本体に作用する一連の運動エネルギーとして与えている。走行台車の衝突速度を変化させることで、設計荷重相当(衝突速度 1.02m/s)と場所打ち壁高欄をもとに考えられた耐力相当(衝突速度 2.91m/s)の2種類の衝突荷重を模擬した。衝突荷重と作用時間の関係を図-4に示す。

なお、衝突位置は壁高欄中央部と端部の2ケースを設定し、本稿では中央載荷ケースの解析結果を報告する。

3. 解析結果

衝突試験における壁高欄載荷位置背面側の水平変位計測位置やアンカーボルト軸平行部の計測位置を図-5に示す。設計荷重相当と耐力荷重相当の衝突試験と衝突解析



(a) 中央部衝突

(b) 端部衝突

図-1 PCa壁高欄衝突試験の実施状況

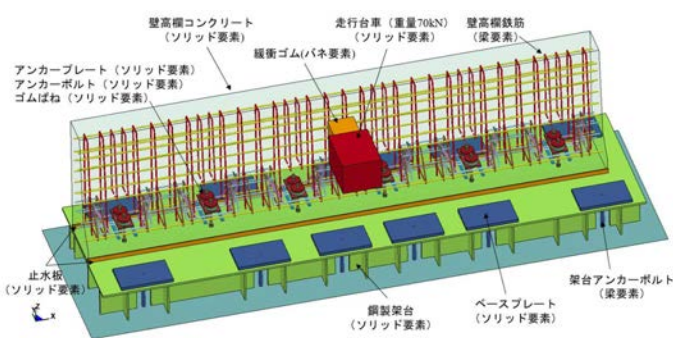


図-2 解析モデルの概要

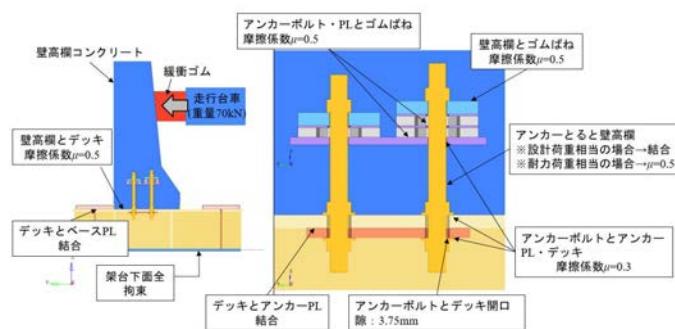
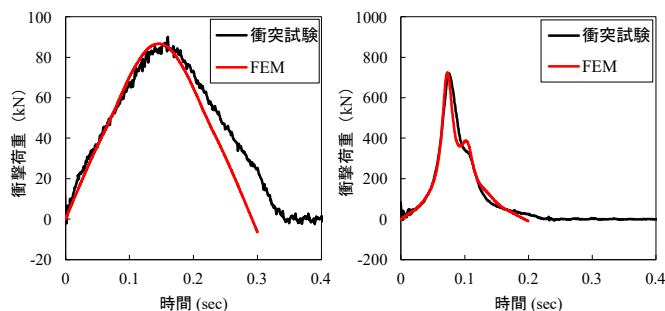


図-3 解析モデルの接触・拘束条件



(a) 設計荷重相当

(b) 耐力荷重相当

図-4 衝突荷重（緩衝ゴムの反力）

キーワード PCa壁高欄、鋼床版、定着部、アンカーボルト、衝突解析

連絡先 〒290-8580 千葉県市原市八幡海岸通3番地 宮地エンジニアリング(株) TEL 0436-43-8311

の壁高欄の変位比較を図-6 示す。

設計荷重や耐力荷重相当での壁高欄変位変化の波形を見ると、解析結果は実験結果とほぼ一致している。衝突試験での最大変位 0.98mm に対し、解析では 1.05mm で両者の差は 0.07mm であった。耐力荷重相当の衝突試験の最大変位は 24.2mm で、解析では 28.9mm で両者の差は 4.7mm (約 20%) であった。設計相当荷重時の差より大きい値を示していた。これは、緩衝ゴムをバネモデル化して解析を行っており、設計荷重相当に比べて耐力荷重相当の衝突荷重の再現が複雑であり、困難であるためと考えられる。

衝突試験ではアンカーボルトの応力状態は軸平行部にあるひずみゲージより計測したが、ねじ部など軸平行部以外の箇所での応力状況は把握できなかったため、FEM 解析によりアンカーボルト全体に生じている応力状況を確認した。軸平行部の引張応力が最も大きい衝突側アンカーボルトの比較結果を例として図-7 に示す。アンカーボルト軸平行部の引張応力の変化波形を見ると、解析での引張応力の最大値は設計荷重相当時では実験値より若干上回り、耐力相当時では実験値より低かった。

また、アンカーボルトの最大主応力(設計荷重相当と耐力荷重相当)について図-8 に示す。アンカーボルト下端のねじ部の最大主応力に着目すると、設計荷重相当時では 394N/mm^2 で、降伏点強度 (785N/mm^2) の約 50% だった。一方、耐力荷重相当時では 1028N/mm^2 と、降伏点強度を約 30% 超える値であった。各部の応答値が耐力相当になるような衝撃力を作用させる場合の解析精度や各部の損傷評価については今後の検討である。

4. まとめ

衝突荷重の影響を考慮して、緩衝ゴムをバネ要素で表現することで、壁高欄の各部の応答をほぼ再現することができた。

ここでは中央衝突について解析を行ったが、端部衝突でも破壊の再現が可能を確認したい。また、衝突によるひび割れ性状の再現と耐力に与えるメカニズム解明が課題である。解析による検討で破壊モードが再現可能になれば、衝撃による飛散防止や耐力アップなどを検討できるようになると考えている。

参考文献

- 1) 試験法 441-2019 プレキャスト壁高欄の接合構造の性能試験方法, NEXCO 試験方法第4編, 令和元年7月。
- 2) 鋼床版に適用するプレキャスト壁高欄定着部の衝突

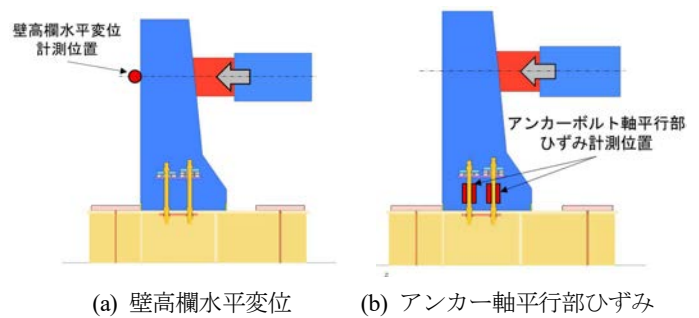
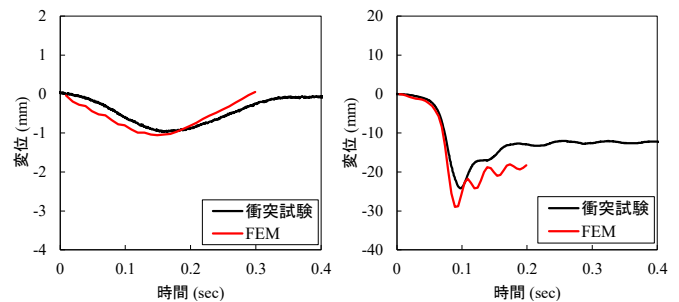
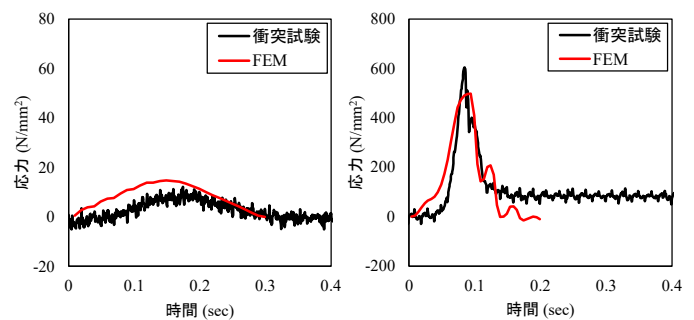


図-5 壁高欄水平変位・アンカー軸平行部ひずみ計測位置



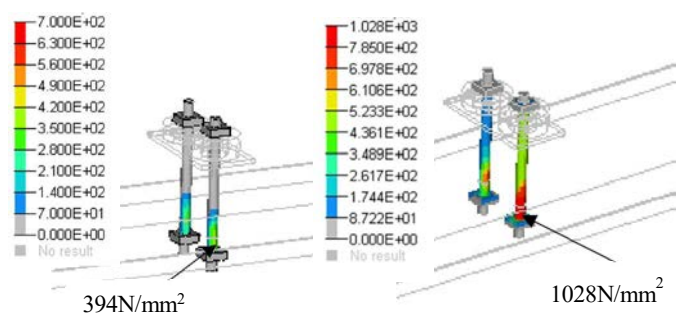
(a) 設計荷重相当 (b) 耐力荷重相当

図-6 載荷点壁高欄水平変位



(a) 設計荷重相当 (b) 耐力荷重相当

図-7 アンカーボルト引張応力(衝突側)



(a) 設計荷重相当 (b) 耐力荷重相当

図-8 アンカーボルトの最大主応力

試験, 令和4年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会, CS3-02, 令和4年9月。