

I-220

剛体バネモデルを用いた陽解法によるRCはりの衝撃解析

大阪市立大学工学部 正員 ○上林 厚志
大阪市立大学工学部 正員 園田恵一郎

1. まえがき 時間に関する陽な差分法を剛体バネモデルによって離散化した連続体に適用し¹⁾、動的シミュレーションとして、RCはりの衝撃応答問題をどの程度解明できるかを検討する。

2. 解析の対象 解析の対象とするRCはりは既往の衝撃実験²⁾の供試体の1つである。この実験はN₂ガス圧による衝撃荷重装置を用い、図1に示すRCはり供試体のスパン中央に約70kgのハンマー（直径9.8cmの円柱）を高速速度Vで衝突させた実験である。静的破壊荷重が5.4tf（曲げ破壊）であるのに対し、V=10.7m/s時における衝撃荷重の最大値は125.2tfである。なお、供試体の主鉄筋はD13、スターラップはD6の異形鉄筋を用いており、材料試験によるコンクリートの圧縮強度は約380kgf/cm²である。

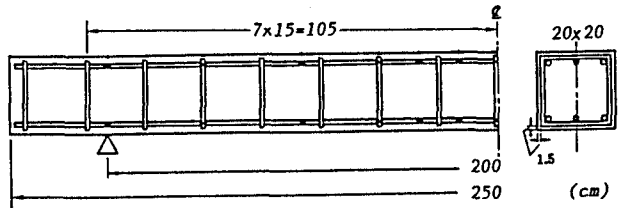


図1 解析の対象とするRCはりの配筋図²⁾

3. 解析方法 平面応力問題として取り扱う。解析モデルの要素分割を図2に示す。主鉄筋は主鉄筋を含む要素間のバネに鉄筋の剛性を付加し、スターラップははり全面にスターラップの剛性をもつはり高方向のバネを付加することで考慮した。解析に用いたコンクリートの構成関係を図3に示す。すなわち (a)コンクリートの圧縮特性は圧縮強度に達するまでを弾性とし、その後応力の解放はせずに圧縮強度のまま維持する。引張特性は引張強度に達した後、2次曲線を用いて応力を解放した。(b)ひびわれ面でのせん断剛性は3次曲線を用いて低減させるが20%のせん断剛性は保持する。(c)せん断すべりに対する降伏条件としてモール・クーロン式に準じた降伏曲面を用い、これを越えたせん断応力は同じ直ひずみにおける降伏曲面まで低下させた。主鉄筋の直方向の剛性は塑性ひずみを生じる完全弾塑性の応力ひずみ関係とし、せん断剛性はダボ効果を考慮して0.01倍のせん断剛性を持たせた。

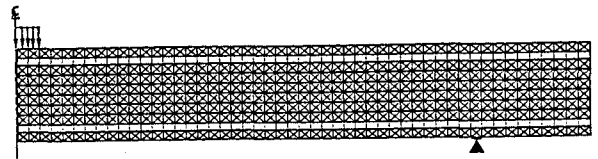


図2 はりの要素分割（1714要素）

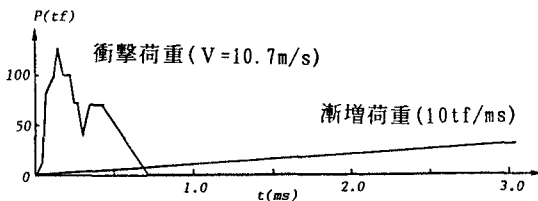


図4 解析に用いた漸増荷重と衝撃荷重

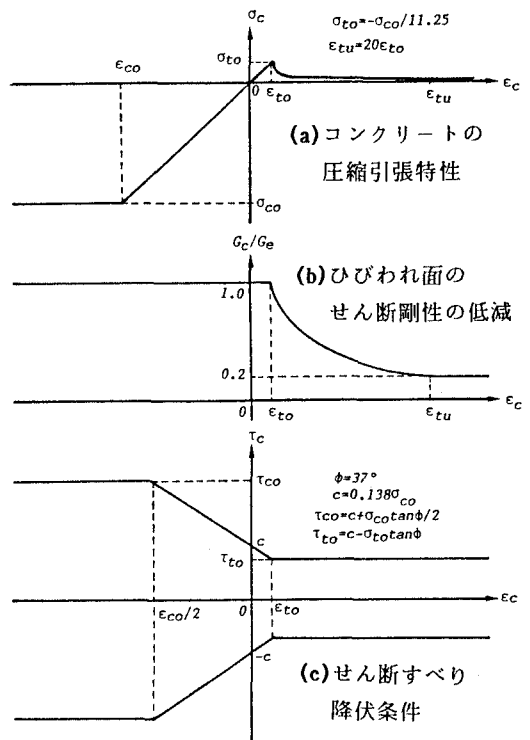


図3 解析に用いたコンクリートの構成関係

解析に用いた荷重は図4に示す, 実験におけるハンマーのひずみ計測値($V=10.7\text{m/s}$)から算出した荷重をモデル化した衝撃荷重と 10tf/ms の漸増荷重の2種類を用いて解析した。

4. 解析結果 図5に衝撃荷重が作用した場合のはり中央の主鉄筋ひずみの時間的変化を示す。解析値は周期の小さい振動が多くみられる。これはコンクリートの引張部で比較的急激に応力が解放されるためであると思われる。下側鉄筋のひずみの頭打ちは実験値にも解析値にもみられ, 鉄筋が降伏する(引張強度は 3000kgf/cm^2 とした)ことによりそれ以上の応力が伝達されなくなったからであると思われる。図6に漸増荷重および衝撃荷重を作用させた場合の解析結果の変形図を示す。漸増荷重の場合は, はり中央のひびわれが支配的な曲げ破壊となるが, 衝撃荷重の場合は, はりの中央部で押し抜かれるような破壊が顕著でありスパン1/4付近で上面からの大きな曲げひびわれがみられた。図7は実験におけるひびわれ状況を示しているが衝撃荷重によるひびわれ状況は静的載荷時にはみられない明かなせん断ひびわれがみられる。

5. まとめ RCはりの衝撃応答問題を剛体バネモデルを用いた陽的解法により解析した。この解析方法は, 既往の衝撃実験における荷重条件の違いによる破壊性状の変化をよく表すことが出来る。

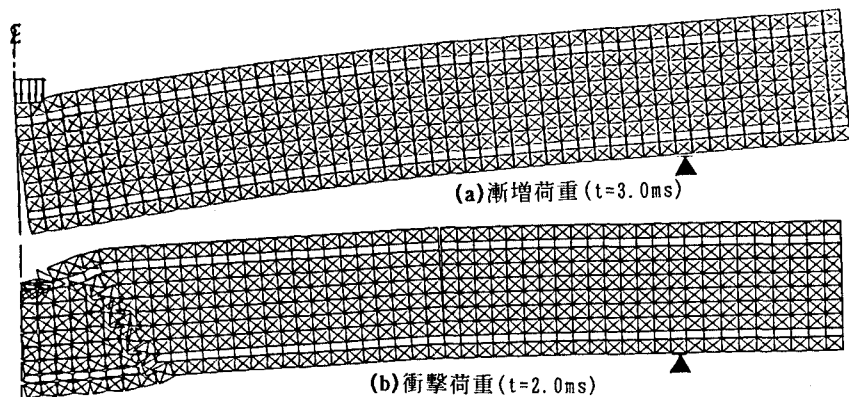


図6 漸増荷重および衝撃荷重を作用させた場合の変形図(倍率 $\times 5$)

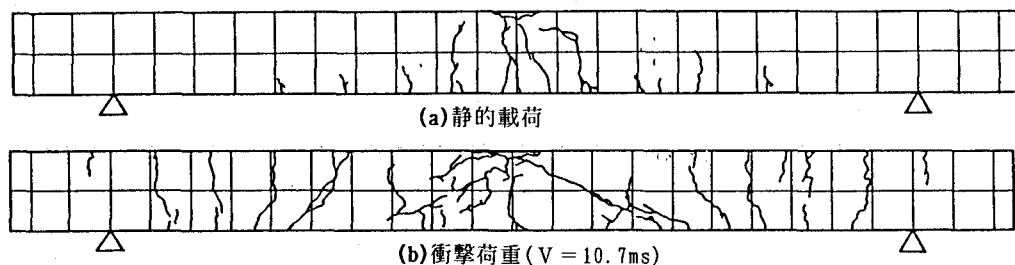


図7 実験におけるひびわれ状況²⁾

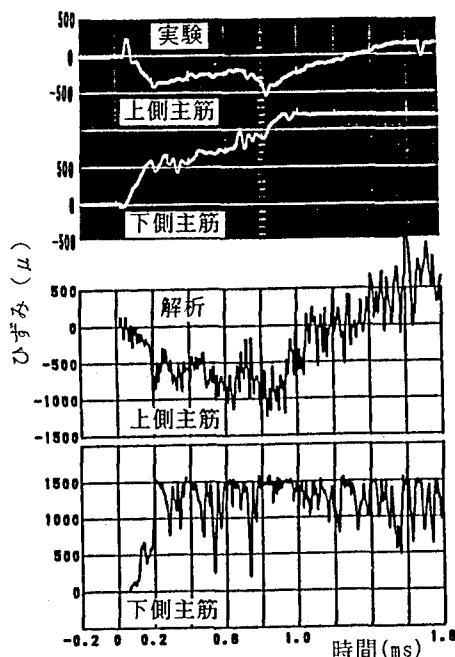


図5 はり中央部の主鉄筋のひずみ

参考文献 1)園田, 樹谷, 上林: 衝撃問題に対する剛体バネモデルを用いた陽的解法の適用性について, 構造工学における数値解析法シンポジウム論文集, 第13巻, 平成元年7月, 日本鋼構造協会. 2)伊藤, 大沼, 佐藤, 高野: 衝撃荷重による鉄筋コンクリート梁部材の動的応答, 電力中央研究所, 研究報告: 383046 (1984年4月)。