

神戸大学 正員 藤井 孝
 神戸大学 正員 宮本文徳
 神戸大学 正員 中村伴え
 神戸大学 学生員 〇 鮎子 芳浩一

1. まえがき

PC構造は、RC構造の有している種々の欠点を補い、広範囲の分野に適用されるようになってきているが、PC部材の履歴特性はRC部材のそれと大きく異なり、履歴による構造減衰が小さく、剛性低下も少ないことが、衝撃地震等の動的荷重下では不利であると考えられている。本研究では、PCはりを対象とし、非線形動的有限要素解析を適用して衝撃挙動を解明するとともに、確認実験によりモデルの妥当性を検討し、PC部材の耐衝撃性改善の基礎資料とすることを目的とする。

2. 解析及び確認実験の概要

図1に解析に用いた有限要素分割を示す。要素は、4角形4節点要素、整合質量マトリックスとし、粘性項の影響は考慮していない。解析は、まず、PC鋼棒によりプレストレス力(図1(a)中の矢印)を導入した状態を初期条件とし、動的弾塑性FEM解析フロー¹⁾により行った。図2は解析において入力した、材料の一軸特性を示したものであり、実験結果よりモデル化したものである。PC鋼棒とコンクリート間の付着はボンドリンク要素で考慮した。また、ひびわれ発生後のせん断弾性係数の低減率は、静的で0.3、衝撃で0.5とした²⁾。確認実験は解析とほぼ同一条件で行い、全長1.3m(スパン1.2m)の単純支持条件とする長方形断面(16×15cm)のI複PC(アンボンド)で設計し、有効プレストレス力 $P_e = 21t$ 、設計荷重 $P_d = 1.9t$ であり、重錘式衝撃試験装置を用いて行った。

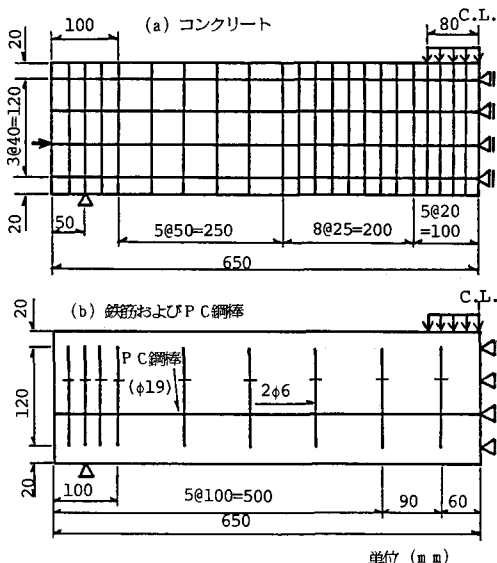


図1 PCはりの4角形要素分割

3. 解析結果及び実験結果との比較

図3は、初期値として導入したプレストレス力による支間中央断面におけるコンクリート応力分布の解析値を理論値と比較したもので、ほぼ一致していることがわかる。図4は、弾性範囲内での衝撃力～変位関係を解析値と実験値と比較したものであり、衝撃によるはりの振動成分の影響が表われており、両者は全体的に良く一致した傾向となっている。図5は、立上り時間(最大衝撃力に達するまでの時間)が4～5ms、接触時間(半波長周期)が10～13msの衝撃荷重下でのPC及びRCはりの弾塑性範囲における衝撃力～変位関係の解析結果と実験結果と

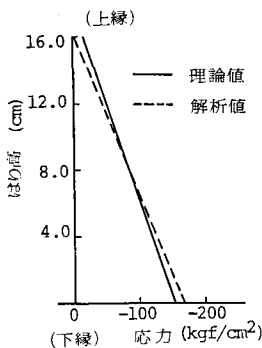


図3 コンクリートの応力分布

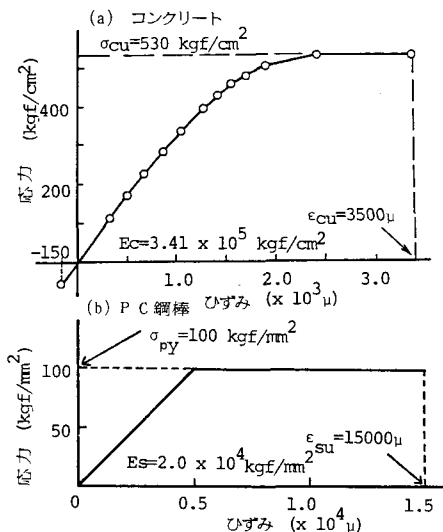


図2 材料の一軸特性

の比較を示したものである。図5中には、PC及びRCはりに対して付着と完全（付着剛性： $2 \times 10^8 \text{ kgf/cm}^2$ ）とした場合と、PCはりに対してアンボンドを再現するため付着なし（付着剛性： 20 kgf/cm^2 ）³⁾、RCはりに対して異形鉄筋による通常付着（付着剛性： 2640 kgf/cm^2 ）³⁾とした場合も併記している。これより、RCはりでは、通常付着を考慮することにより、破壊時変位の増大等、より実験値に近づくのに対し、PCはりではアンボンドとすることにより実験値と差異がみられるようになる。しかし、実験ではPCはりの破壊（圧縮側コンクリートの圧壊）には至っておらず、破壊時変位の増大傾向は把握できるものと考えられる。PCはり×RCはりを比較

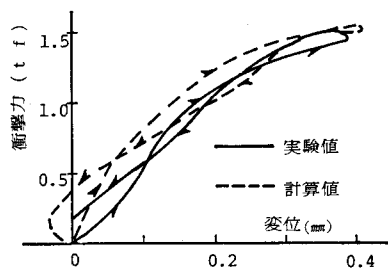


図4 PCはりの衝撃力～変位関係の比較（弾性）

すると、ひびわれ発生荷重及び耐力の増大、初期剛性の増大及びひびわれ発生後の剛性低下が顕著となるという実験結果を解析で良く表わすことができることがわかる。

図6は、衝撃荷重下におけるPCはりの破壊（圧縮側コンクリートの圧壊）時のPC鋼棒のひずみ分布を付着の有無で比較したものである。また、図7は、アンボンドPCはりの破壊時ひびわれ状況を解析と実験で比較したものである。

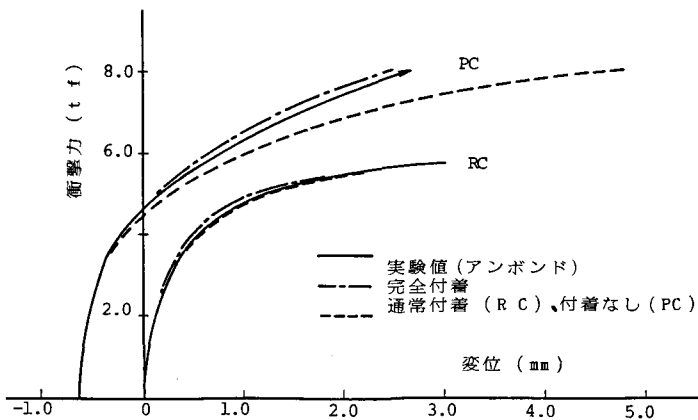


図5 PCはり及びRCはりの衝撃力～変位関係の比較

これより、付着ありのPCはり内のPC鋼棒におけるひずみのひびわれ部への集中傾向及びアンボンドPCはり内のPC鋼棒のひずみの均等化傾向、また、アンボンドPCはりに発生するひびわれのスパン中央部への集中化傾向が解析可能となるものと考えられる。

4. あとがき

本研究は、プレストレストコンクリートはりの衝撃挙動解析に非線形動的有限要素法を適用し、確認実験を通じてその精度の検討を行ったものである。得られた主な結果をまとめると次のようになる。

1) 本解析手法は、衝撃荷重を受けるPCはりの、弾性及び弾塑性範囲において、その特徴を精度良く解析可能である。

2) PCはりにおける付着あり及びアンボンドは、ボンディング要素を用いて表わすことができ、特にPC鋼棒内のひずみ分布及びひびわれ状況の解析には有用となる。

最後に、本解析の実行にあたって元神戸大学大学院生（現佐藤工業(株)）、境 晃三氏に協力頂いたことを、記して謝意を表します。

参考文献 1) 藤井 学 他：有限要素法によるRCはりの衝撃挙動に関する研究，FEMコロキウム論文集，1984.12 2) 藤井 学 他：鉄筋コンクリートはりの衝撃挙動に関する基礎的研究，第7回コンクリート工学平議論文集，1985.6 3) 野口 博 他：鉄筋コンクリート柱、はり接合部の非線形有限要素解析，建築学会大会論文集，1981

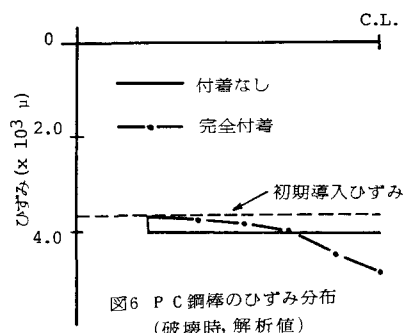


図6 PC鋼棒のひずみ分布（破壊時、解析値）

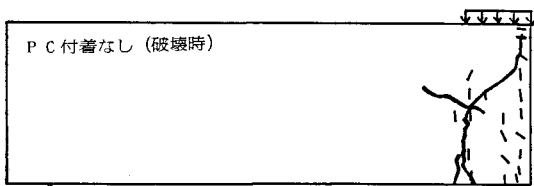


図7 ひびわれ状況の比較（実線：実験値，破線：解析値）