

V-443

PC不静定構造の終局耐力とプレストレス

日本構造橋梁研究所 システム部 正会員 酒井 一
 信州大学 工 学 部 フェロー 長 尚
 日本構造橋梁研究所 設計第2部 正会員 小宮正久

1. まえがき

プレストレスト・コンクリート構造物において、PC鋼材を用いて導入されたプレストレス力およびプレストレス不静定力は終局の耐力には関係しないと以前から指摘してきている¹⁾。今回はそのことについて具体的に非線形解析により説明する。解析はプレストレスの導入レベルの異なる（1.0, 0.5, 0.0の3ケース）2径間連続桁について行う。

2. 解析法

検討に用いる非線形解析法の特徴は、次のとおりである。

- (i) 計算法は、荷重増分法による。また荷重増加の制御は、分割数を十分大きくとることによって行う。
- (ii) 材料の非線形性は、曲げモーメント-曲率曲線（ $M-\phi$ 曲線）により考慮する。また、 $M-\phi$ 曲線は、軸力の変化に応じて修正する。
- (iii) テンションスティフニング効果は、CEBマニュアルの曲率計算式により考慮する。
- (iv) プレストレス力はPC鋼材が強制ひずみを受けることにより導入される訳であるから、プレストレス力に相当する初期強制ひずみがPC鋼材にある状態でプレストレス力の影響を考慮する。
- (v) 破壊の判定は、任意の断面が最初に曲げ破壊した時とする。

3. 解析モデル

解析モデルは、図-1に示す。2径間連続桁²⁾とし、プレストレスの導入レベルは、次の3ケースとする。

解析モデル： $P_{(100)} = 34.6^{\text{tf}}$ ，解析モデル： $P_{(50)} = 17.3^{\text{tf}}$ ，解析モデル： $P_{(0)} = 0^{\text{tf}}$

また、コンクリート、鉄筋およびPC鋼棒の応力-ひずみ曲線は、図-2に示すとおりとする。

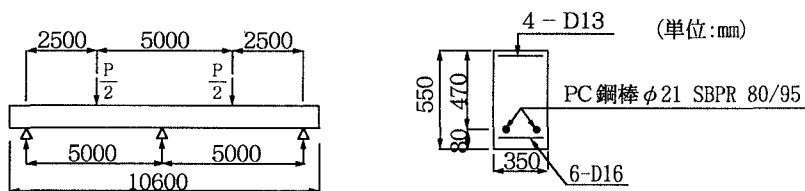


図-1 解析モデル

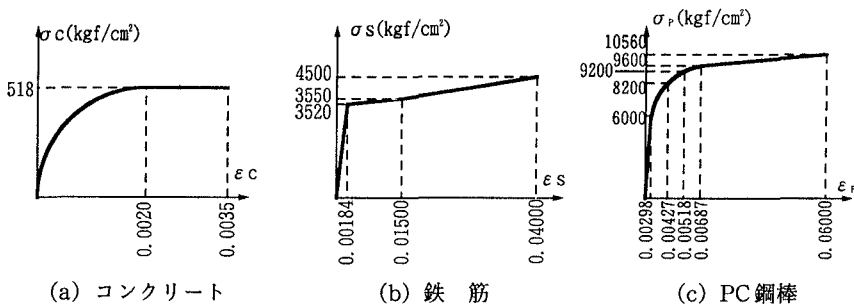


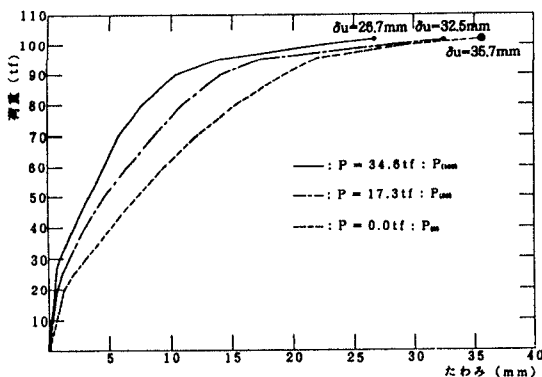
図-2 応力-ひずみ曲線

4. 解析結果および考察

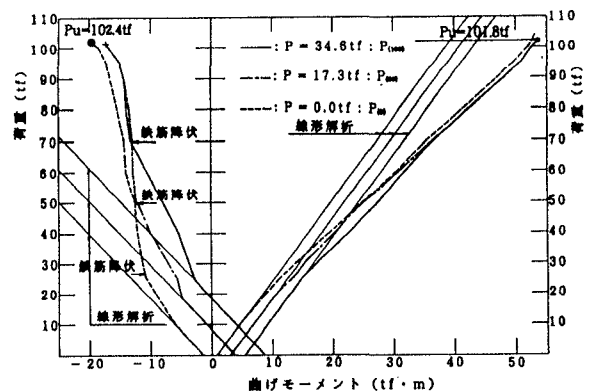
解析結果をまとめて、図-3に荷重-たわみ曲線と荷重-曲げモーメント曲線を示す。

これらの結果から、以下の事項を読み取ることができる。

- (i) プレストレスを導入した2つの解析モデル $P_{(50)}$ と $P_{(100)}$ の破壊は、支間中央断面で生じ、破壊荷重も全く同一である。また解析モデル $P_{(50)}$ と $P_{(100)}$ の中間支点断面における鉄筋降伏時点の荷重は、それぞれ50tfと70tfであるが、 $P_{(100)}$ の鉄筋が降伏する70tf以降の $P_{(50)}$ と $P_{(100)}$ の荷重-曲げモーメント曲線はほとんど同一である。これらの結果は、プレストレス力の大小と構造系の破壊耐力との間には全く関係がないことを示している。またプレストレスの導入レベルを変えることにより鉄筋降伏までの挙動を調整し得ることが明らかである。
- (ii) 上述のように解析モデル $P_{(50)}$ および $P_{(100)}$ が支間中央断面で破壊するのに対して、プレストレスを全く導入しない解析モデル $P_{(0)}$ は、中間支点断面で破壊する。そのため解析モデル $P_{(0)}$ は $P_{(50)}$ および $P_{(100)}$ とは若干異なった荷重-曲げモーメント曲線を示すが、破壊荷重は、ほとんど同一である。このことと(i)とから、プレストレス力の有無と構造系の破壊の間には関係がないと言える。また、プレストレスの導入は、破壊断面の位置の変更をもたらすことも分かる。
- (iii) ひびわれ発生後の曲げモーメントは、線形解析による曲げモーメントとはかなり異なることが、図-3(b)に明らかである。したがって、ひびわれの発生を許すPRC構造では、非線形解析によるのが望ましいといえる。



(a) 荷重-たわみ曲線



(b) 荷重-曲げモーメント曲線

図-3 解析結果

5. あとがき

プレストレスおよびプレストレス不静定力はプレストレスト・コンクリート構造物の終局耐力には関係せず、終局耐力を増進させる働きはない。これらの効果は、破壊に至るまでの構造物の挙動の経過を変えて、ひび割れを制御する（発生を遅らせる）ことと、終局耐力到達断面を制御する（到達順序を変更する）ところにある。これらのことが具体的な数値的解析例から実証された。

参考文献 1) 長 尚：PCにおけるプレストレスの働きについて，土木学会第49回年次学術講演会，pp.814～815 平成6年9月，2) 豊福俊泰他：コンクリート構造物の非線形解析における曲げ耐荷力の算定法に関する研究，プレストレスコンクリート Vol.31, No.5, pp.15～24, 1989.