

VI-4 PCアウトケーブル補強の数値解析

首都高速道路公団 正会員 久保田 清 数
同 上 正会員 狩 生 輝 己

1. はじめに

首都高速道路は、昭和37年の供用開始以来、年々供用延長を延ばし続け現在の供用延長は 220.0kmにも及び、また一日の利用台数は 130万台を越える日もあり、首都圏の経済活動と生活物資の輸送に重要な役割を担っている。

供用中のPC桁は、その大部分は健全であり、今後も長期間の仕様に耐えられると考えられるが、設計・施工あるいは使用上の原因から過去に補修されたPC桁もあり、今後補修の必要性が生じてくるものもあると思われる。

既設PC桁の補強工法の一つとして、桁の外側へアンボンドPCケーブルを定着させて補強（以下、アウトケーブル補強と呼ぶ）する方法がある。この工法はその有効性から実績が増加しつつあるが、終局時の補強効果の評価方法は必ずしも確立しているとは言えない。

アウトケーブルに発生する引張応力は、初期導入応力および桁の変形によるものである。桁の変形による引張応力の増加はアウトケーブル（アンボンドPCケーブル）に沿ったPC桁全長の変形によるものでありアンボンドPC桁と同様に、PC桁の曲げモーメント分布およびアウトケーブルの配置形状により影響を受ける。また、アウトケーブルの配置形状は、その定着部が桁内部のインナーケーブルの位置に左右される。。

本報告は、代表的な配置形状に関してアウトケーブルで補強した既設単純PC桁と相似のモデルを作成して行った載荷実験を基本として、有限要素法による非線形解析を行い終局時の補強効果について検討したものである。

2. 載荷実験

載荷実験は、アウトケーブル補強している既設の単純PC桁と相似の供試体（縮尺約1/3）を作製して、実橋と同程度の初期導入応力を加え、支間中央付近に2点对称載荷で図-1に示すように載荷させて行い、補強効果を検討した。

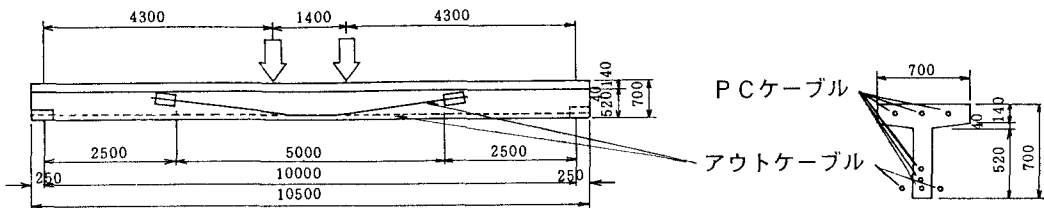


図-1 載荷実験供試体 実線；V型配置の場合
破線；直線配置の場合

3. 数値解析

3. 1 コンクリートのモデル化

数値解析は、載荷実験に使用したコンクリート桁について初期導入応力および曲げモーメント分布を考慮できるようにコンクリートの材料特性をモデル化した。

3. 1. 1 圧縮域

圧縮域のコンクリートは等方硬化塑性流れ理論を使って、材料特性をモデル化した。等方硬化塑性流れ理論では図-2に示す相当応力～相当ひずみを用いて多軸応力化における応力～ひずみ関係をあらわす。

2軸応力下における降伏・破壊面は Drucker-Prager の圧縮破壊面と相似させている。

3. 1. 2 引張域

引張域のコンクリートは smeared crackモデルを用いて、ひびわれを等価な材料特性に置き換えて、間接的に取り扱った。

初期ひびわれは第1主応力がひびわれ強度を上回ると、第1主応力方向と直交する方向に発生し、第1主応力方向の引張剛性およびせん断剛性を図-3、4に示すように低減させた。

第2方向ひびわれは初期ひびわれと平行方向の応力がひびわれ強度を越えると発生し、引張・せん断剛性を0に低減させた。

3. 2 解析結果

材料特性のモデル化の検討とともに、要素分割、要素タイプおよび荷重ステップ等の数値解析手法の面からも解析精度に及ぼす影響を検討した。

解析結果はこれらの項目を適切に設定することにより、図-5に示すように実験値とほぼ同様の挙動を示した。

4. おわりに

今回の検討により、有限要素法による非線形解析は載荷実験と同等の検討方法となることが確認された。

今回のような単純P-C桁のモデルでは、定着部の位置や材料などの条件を変化させて補強効果の検討を行う場合に有限要素法による非線形解析により補完することができると思う。

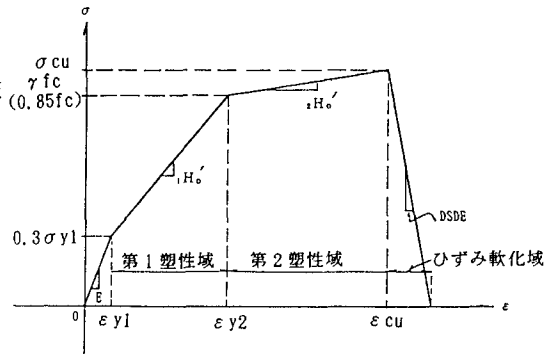


図-2 相当応力～相当ひずみ

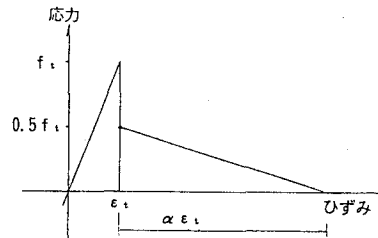


図-3 引張剛性の低減

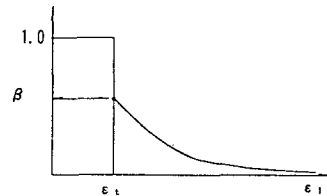


図-4 せん断剛性の低減

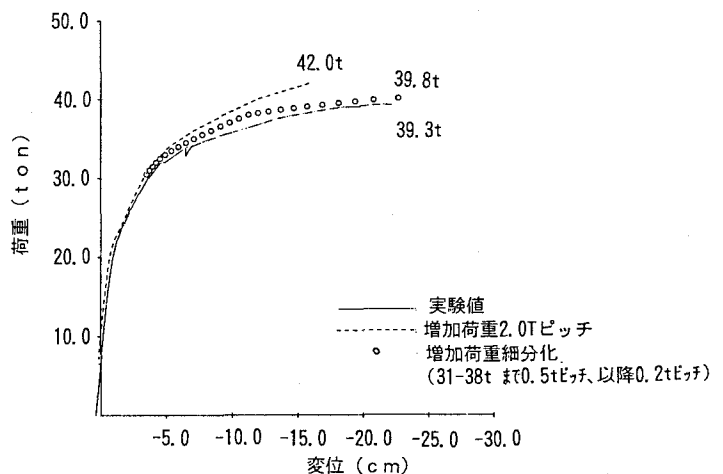


図-5 支間中央における荷重～変位曲線（V型配置）