場所打ちによる超高強度繊維補強コンクリートを用いた道路橋の複合非線形解析

電気化学工業株式会社		別府	教
鹿島建設株式会社	正会員	○森田	遼
鹿島建設株式会社	正会員	伊藤周	 東 輔
鹿島建設株式会社	正会員	一宮利	间通

単純PCポストテンション方式T桁橋

1. はじめに

「小滝川発電所2号機リニューアル橋梁架け替え工 事」は、新潟県糸魚川市にある電気化学工業(株) が所有する発電所設備の増強計画に伴い、小滝川を 渡河するアプローチ橋の架け替えを行う工事である. 新設橋梁は,橋長 39.0m, 桁長 38.8m, 有効幅員 4.0m の単純PCポストテンション方式T桁橋であり(図 -1),エトリンガイト生成系の超高強度繊維補強コン クリート¹⁾(以下, サクセム)及び高強度PC鋼材 を使用することにより, 断面を極限までスリム化し た.このため、たわみ量が大きく、外ケーブルの偏

全幅員 5 200 600 有効幅員 4 000 析長 38 800 ゴム支承 3治度PC细材 <u>内ケーブル 1S2</u> (高強度PC鋼材 中間横桁 ブル偏 74 寸法単位:mm

図-1 橋梁構造

心量の変化も著しいことから、桁の応力度や耐力に影響を与える可能性があった.そこで、材料非線形性お よび幾何学的非線形性の両方を考慮できるファイバー要素を用いた複合非線形解析プログラム「SLAP」を 使用して終局荷重作用時の挙動を確認し,安全性の検証を行った.

2. 解析条件

(1) 解析モデル

外ケーブルを主桁と独立した部材として 設定し、主桁は内ケーブルを含めたファイバ ー要素として設定した. 偏向部は剛体とし, 偏向部と外ケーブルは鉛直分力だけを伝達 するバネ要素で接続した. 図-2 に解析モデ



ル図を示す.なお、主桁の材料特性は、場所打ちであり、養生条件が通常と異なることを考慮し、超高強度繊維 補強コンクリートの適用範囲である最低強度 150N/mm²として設定した²⁾.

(2) 荷重条件

自重(D1),橋面荷重(地覆,舗装,高欄)(D2),内ケーブルプレストレス力(Ps1),外ケーブルプレストレス 力 (Ps2), 雪荷重 (SW1), 活荷重 (L) を考慮した.

主方向の設計における最も厳しい終局荷重作用時の荷重組み合わせから、荷重条件を以下のように定めた.

 $(D1+D2+L) \times \alpha + Ps1 + Ps2 + SW1$

ここで, α は荷重係数であり, 道路橋示方書(以下, 道示)の終局時の荷重組合せでは α=1.7 である.

(3) 検証方法

検証は、支間中央部の桁上縁が終局ひずみ(ε=3500μ)に達する時点を構造系の破壊(終局耐力)と位置づけ、そ の時の荷重係数 α が道示における α=1.7 倍以上を確保していることを確認することとした.また,曲げ耐力算定時 に考慮しない支間中央における外ケーブルの偏心量の変化や, 張力増加についても確認した.

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート,サクセム,複合非線形解析,高強度 PC 鋼材 連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設株式会社 土木設計本部 TEL03-5561-2111

3. 解析結果

解析の結果を以下にまとめる.

 表-1に示すとおり破壊時の荷重係数は,死荷重と活荷重の合計値の 2.029 倍であり, 道示に規定されている終局時の荷重組合せの 1.7 倍および主方向設計における曲げ耐力(1.97 倍)を上回るものであった.

荷重係数 α	備考
1.000	$(D1+D2+Lmax) \times 1.0+Ps1+Ps2+SW1$
1.700	道示による終局荷重作用時の荷重係数[(D1+D2+Lmax)×1.7+Ps1+Ps2+SW1]
1.902	内ケーブル 第1降伏点(σs=1747N/mm2、εs=0.008)をこえる
1.940	主桁下縁引張0に達する(σ=0.0N/mm2、ε₂=-0.00479)
1.970	曲げ耐力(破壊抵抗曲げモーメントを荷重係数換算したもの)
2.002	内ケーブル 第2降伏点(σs=1930N/mm2、εs=0.015)をこえる
2.029	主桁上縁 ecu=0.0035に達する

表-1 荷重係数

 図-3のとおり、終局時の外ケーブルの張力増加は約434N/mm²となった.このときの応力状態は第1降伏点の 手前であり降伏には至っていない.



図-3 応力ひずみ曲線

図-4 のとおり,外ケーブル偏心量は, 桁下縁が引張応力を負担できなくなるひ ずみ(ε₂=-0.00479)を超えるところ (α=1.940)から大きく減少し始める.これ と張力増加分が相殺され,断面耐力にお ける外ケーブル寄与分は減少する.しか し,外ケーブルの張力増加に伴い主桁の 軸力が増加することで,桁要素の曲げ耐 力が増加し,構造物全体の耐力は増加す る.



4. まとめ

極めて変形しやすい外ケーブル構造では,桁のたわみ量が桁の応力度や耐力に与える影響が無視できない.本 橋においては,材料非線形性および幾何学的非線形性を考慮した照査を行い,それらの影響を精査した.その結 果,構造物全体の耐力は増加し,終局時の安全性を確認することができた.

参考文献

1)土木学会:超高強度繊維補強コンクリート「サクセム」の技術評価報告書,技術推進ライブラリー No.3, 2006.11 2)土木学会:超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案), 2004年9月