

VI-275

PCプレキャスト内型枠を用いたECLの開発(その3)

—数値解析による複合覆工リングの力学特性の検討—

住友建設(株) 技術研究所 正会員 森信介、大久保達也
東亜建設工業(株) 宮川淳一、日本国土開発(株) 水野征四郎

1. はじめに

著者等が提案した覆工¹⁾は、プレキャストコンクリート製の内型枠と、その外周に打設する場所打ちコンクリートから構成される。外周コンクリートが未硬化の状態では、アンボンド鋼より線でプレストレスを与えたプレキャストコンクリート内型枠が、コンクリート打設圧や土圧・水圧に対抗する。コンクリートの硬化後は、場所打ちコンクリートと合成された複合リング覆工体として、長期的な土圧・水圧に対抗する。その設計に際しては、プレキャスト内型枠と場所打ちコンクリートの複合覆工リングとしての力学的特性を明らかにする必要がある。今回、本覆工法の設計資料を得るため、複合リング覆工体の載荷実験²⁾に関する数値解析を行ったので報告する。

2. 解析概要

図-1 にプレストレスを与えた内径 2.1 m, 肉厚 0.2 m, 幅 1.0 m の複合リング覆工断面を示す。載荷はプレキャスト四分割リングの継手位置に、1 方向から行った。複合リング覆工体の耐力の解析に際して、継手部の回転パネ値の非線形性を考慮するため次の手順で検証した。

(1) FEM解析による継手部の非線形回転パネ値の算出

リングの 1/4 を切り出した単純梁で連結され、中央に継手部を設け、継手部はパネ要素でモデル化を行い、引張力に対しては切れ、圧縮力に対してはコンクリートと同じ力学モデルとし、目開きを再現するものとした。(図-2)

(2) 非線形回転パネ値を用いたリング解析(図-3)

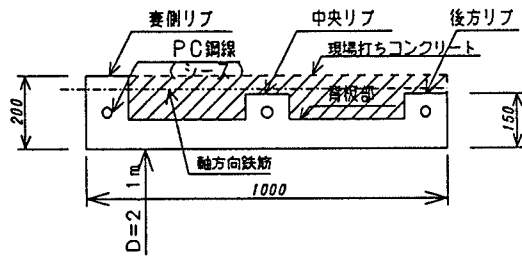


図-1 プレキャスト内型枠断面図

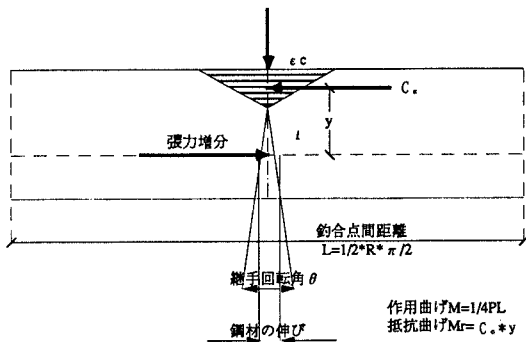


図-2 継手部のモデル化

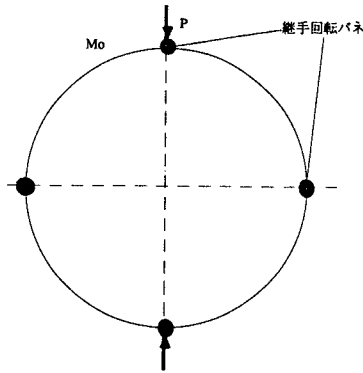


図-3 リング解析

3. 結果

単純梁モデルのFEM解析の鉛直変位から求めた継手回転角と曲げモーメントの関係を、図-4に示す。継手パネは、プレストレスを与えられた圧縮断面の減少とコンクリートの応力-ひずみ曲線により非線形となる。梁モデルは中央頂部でコンクリートの圧壊(ひずみ: 0.0035)に至る。この非線形継手パネを用いてリング解析により得られた内空変位量-荷重曲線を、図-5に示す。複合覆工体の内空変位量については、圧壊

($P=11tf$)までは定量的に再現できた。載荷重とモーメントの関係を図-6に示す。載荷重の初期は、鉛直・水平方向とも弾性的な挙動を示す。しかし、無応力域の発生に伴う非線形パネの減少により、鉛直方向と水平方向の曲げモーメントは、 $0.25PR$ に漸近する。

圧壊以降の評価法は、図-2において、載荷重の増加分 ΔP を、緊張材張力の増加分 ΔT とコンクリートの圧縮力 C 。による曲げモーメントで負担するものと考えられる。圧縮領域は部材厚に対し約3%であったので、下式においてアーム長 $y=0.1m$ と仮定して求めた。

$$\Delta M = \Delta T \times y \quad (3.1)$$

また、ここで生じる ΔM は、圧壊以降は継手部の継手パネを無視すると、内空変位量 δ と張力によって生じるものと考えられることができるので、下式となる。

$$\Delta M = \delta \times (T + \Delta T) \quad (3.2)$$

さらに、圧壊時には天部と側部の曲げモーメントは $0.25PR$ に漸近する。

$$\Delta M = 0.25 \times \Delta P \times R \quad (3.3)$$

式(3.1)～(3.3)より、

$$\delta = y / \{ 1 + (T \cdot y / 0.25 \cdot \Delta P \cdot R) \} \quad (3.4)$$

式(3.4)より求めた図-5の圧壊後の変位量は、計測値と逆向きの曲線を示している。これは、実際には、圧壊直後も継手パネが失われていないことと、圧壊以降は載荷重が増加するに従い、圧壊領域が増大しアーム長 y が減少していくためであると考えられる。従って、圧壊以降についても定性的に検証することができたといえる。

4. まとめ

アンボンド鋼材によるプレストレスト複合リング覆工体の継手部を非線形回転パネ値を用いてモデル化した数値解析を行い、次の知見を得た。

- 1) プレキャスト内型枠と後打ちコンクリートの複合部材が、非線形継手を有するリングとしての挙動を示した。
- 2) 複合覆工リングの内空変位量については、解析値と実験値とは圧壊までは定量的に、圧壊以降は定性的に一致を得た。
- 3) 複合覆工リングの鉛直方向と水平方向の曲げモーメントは、継手の非線形性が支配的であり、荷重の増加とともに $0.25PR$ に漸近する。
- 4) コンクリート圧壊以降も抵抗モーメントが増加し、靱性が高い。

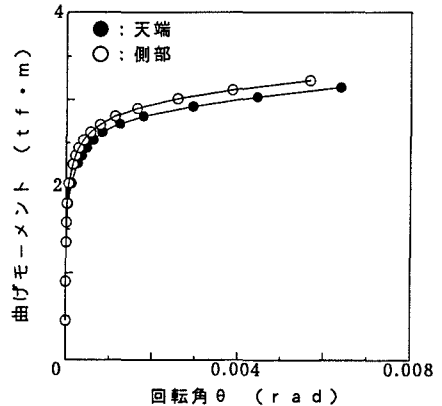


図-4 曲げモーメントと回転角の関係

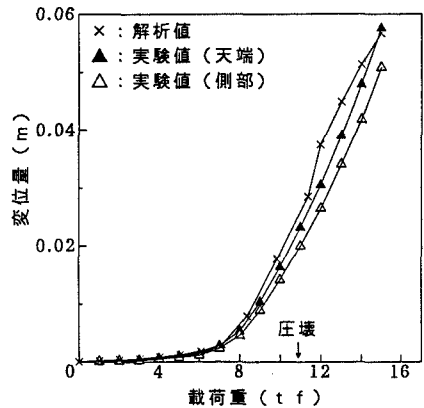


図-5 内空変位量と載荷重の関係

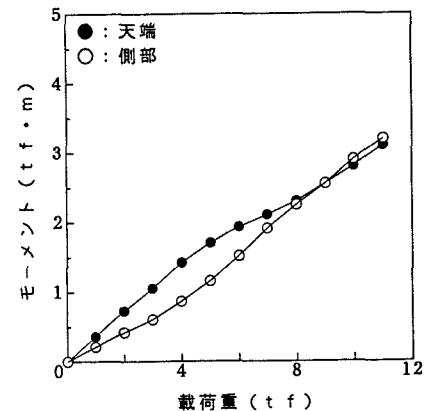


図-6 曲げモーメントと載荷重の関係

<参考文献>

- 1) 金子正士他：PCプレキャスト内型枠を用いたECLの開発（その1）、土木学会第49回年次学術講演会
- 2) 森信介他：PCプレキャスト内型枠を用いたECLの開発（その2）、土木学会第49回年次学術講演会