

国鉄・構設 正会員 松田 猛
 " " " 金森 真
 オリエンタル・フット 伊藤 義敏

1. 目的

線路等の下に横断構造物を作る場合の一つの工法としてプレキャストの中空ブロックを用いたPCR工法(Prestressed Concrete Roof)がある。従来この方法は線路直角方向に中空断面を有するPCエレメントを圧入し、これを支持する主桁を線路方向に構築する下路形式が一般的であった。(図-1)この構造はPCエレメントのスパンを線路直角方向に取るため幅員の広い線路下横断には15m程度が限界であった。今回、主桁を必要とする下路形式に代えて幅員の制限のないスラブ構造を設計した。方法として線路方向に並べられたPCエレメント間にグラウトを充填した後PCエレメント直角方向に主鋼材を挿入して緊張を行ないスラブ桁を構築しようとするものである。

この構造は線路方向については図-2のようになり、中空断面を有するスラブ桁として働くことになる。設計において中空部の影響が問題となることから実物大の模型実験を行ない曲げ及びせん断試験を行なったので報告する。

2. 実験概要

図-3に実験状態を示している。供試体としては床版部を線路直角方向に40cmほど切り出した構造とし中央部ブロック(中空断面有)と端部ブロック(中空部なし)は実物大形状のプレキャスト部材を用いた。各ブロック組立後、目地部はグラウトを充填し水平に配置したアンボンド鋼材(PC鋼棒φ17 S B P R 95/110)を使用しプレストレスを導入した。載荷方法として曲げ用($a/d = 2.9$)とせん断用($a/d = 1.64$)で載荷点を変えて設計荷重を載荷した。また、せん断については破壊まで荷重増分を行なった。(dはPC鋼棒までの距離)

3. 実験結果及び解析

構部材として設計されている供試体の実験結果と比較するため中空断面を考慮したVierendeelによる方法とFEMの場合の2通りを検討した。

3-1 変位(曲げ試験)

図-4に設計荷重10t載荷状態(いじわれ発生を見なかった)の変位量を示している。図中(Ⅰ)はVierendeelのモデルを考へて梁材と鉛直材にて荷重を受けるとした場合の値、(Ⅱ)はFEMで行なった場合の値、(Ⅲ)は供試体を用いた実験値である。また、中央点の×印は中空断

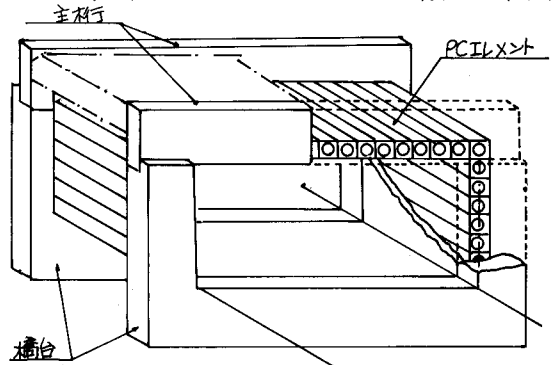


図-1 PCR工法(下路桁形式)

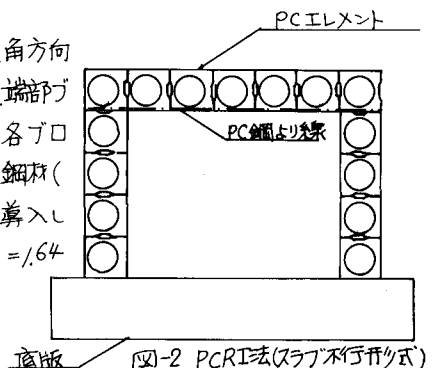


図-2 PCR工法(スラブ桁形式)

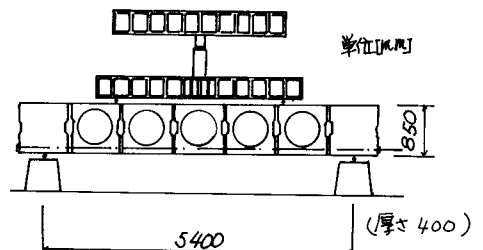


図-3 実験供試体

面の剛性を用いて単純梁として変位を求めた値である。(Ⅲ)に対して(Ⅰ)は約2.3倍となり、単純梁として求めた値は(Ⅰ)に対して7割程度となった。(Ⅱ)の値は単純梁として求めた値とほぼ等しい値となっている。以上の事から実験値はFEMとVierendeelの解析の間となりVierendeelでは中空部(穴のある部分)充臍部(穴のない部分)の剛性が問題となる。

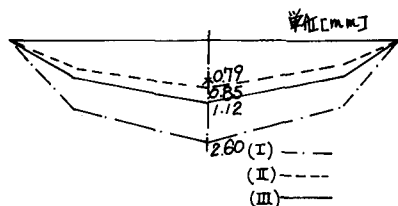


図-4 変位図(曲げ試験用)

3-2 コンクリートの応力(曲げ試験)

図-5に10⁴N載荷時の中央部(中空断面部)のコンクリートのひずみ値を示して上縁で圧縮54μ、下縁で引張89μとなっている。図-7にはその時のFEMによる主応力度図を示している。これによるとセンター下縁において84μとなり実験値とほぼ等しくなる。またこの図から充臍断面の応力分布はほぼ三角形分布となっているが、中空断面のある所では上下部材は台形分布となり、縁端の応力度が小さく内部の中空部分が大きくなっている。棒部材として解析すると中空断面の下縁では117μとなり計算値の方が大きくなるが充臍部では71μとなりFEM解析値100μより小さくなる。図-6にプレストレスを導入した時の端部ブロックと中空ブロック間のコンクリートのひずみを示す。これから平面保持が成立していなく、図-8によるFEM解析値もほぼ実験値と近似していることがわかる。

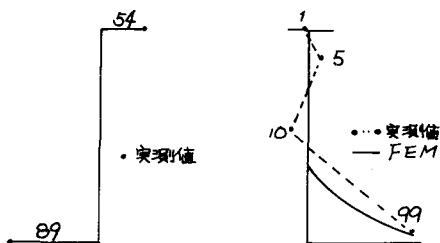


図-5 上下縁ひずみ値(x10⁻⁵) 図-6 ひずみ分布(x10⁻⁵)

図-7にプレストレスを導入した時の端部ブロックと中空ブロック間のコンクリートのひずみを示す。これから平面保持が成立していなく、図-8によるFEM解析値もほぼ実験値と近似していることがわかる。

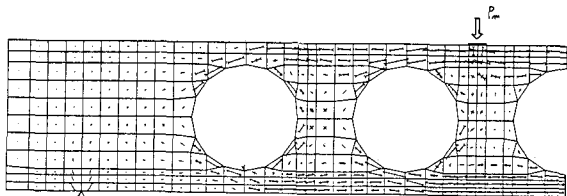


図-7 10⁴N載荷時 FEM

3-3 ひびわれ(せん断試験)

設計荷重1/4²載荷においてひびわれ発生は見なかった。1/7²載荷の時に初めてひびわれが生じ約2.2倍とした3/7²載荷で破壊が生じた。斜めひびわれの発生は端部ブロックと中空ブロックの目地と荷重載荷点を結ぶ位置で発生している。(図-9)^Rこれは図-7のFEM解析からこの部分には引張応力が発生していることがわかる。

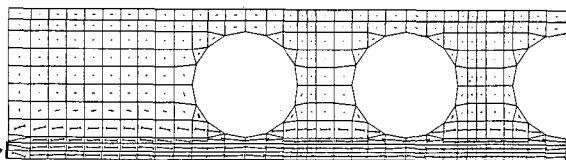
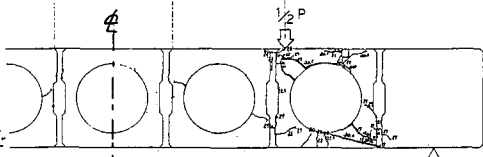


図-8 プレストレス導入 FEM



4 まとめ

曲げ試験結果より中空断面と充臍断面によって上・下縁の応力度の大きさが違っていて、平面保持が成り立っていないことがわかった。図-9 ひびわれ図棒部材として解析すると中空部の下縁では実験値より応力度が大きいが充臍部下縁では小さくなり危険である。したがってフルプレストレスの場合は棒部材で設計しても問題とならないがパーシルの場合は今後検討しなければならない。せん断試験結果からは設計荷重まで十分安全であることがわかった。

謝辞

本報告をまとめるにあたり国鉄・建設コンクリート石橋忠良主任技師のご指導をいただきました。ここに記してお礼申し上げます。

[参考文献] 1) 小田島他: PCR工法の設計と実施例 2) BS 5400 部 炭素鋼路協会 国民科学社