

プレストレスト構造を用いたプレキャストアーチカルバートの変形特性

学生会員 ○周艾欣 正会員 山口浩平 フェロー会員 日野伸一
 (株)ヤマックス 正会員 久野俊文 松田学 松本康資

1. 目的

2011年に起きた東日本大震災では、多くの構造物が甚大な被害を受けた。将来発生するであろう大規模地震や突発的な自然災害に備えた、排水のための水路であるカルバートの地震対策の推進は急務である。

本研究に先駆けて、プレキャスト部材をPC鋼材によって圧着接合したスラブ試験体の構造性能に関する実験的研究が行われた¹⁾。PC構造のプレストレス力は、プレキャスト部材の接合にも利用できることからプレキャスト化に適した工法といえ、工期短縮にも効果的である。高盛さや大断面ではアーチ構造が適用され、アーチの構造上、脚部材のモーメントが卓越することが分かっている。そこで本研究では、脚部切り取りのL型試験体の水平載荷をすることによって、その特性を確かめるのが目的である。

2. 試験および解析概要

2. 1. L型試験体水平載荷試験

L型試験体による水平載荷試験を行った。図-1に試験体の概略図を示す。脚部切り取り試験体は、実物大試験体のプレキャスト脚部材と底版コンクリートで構成しており、脚部材を製造した後に底版部のコンクリートを施工して作製した。

材料特性値を表-1, 2に示す。脚部材にはD22, D25を主鉄筋とし、D19のフープ筋を250mm間隔で配筋した。また、PC鋼材はφ17.8mmのPC鋼より線を用い、プレキャスト部材の断面中央に256mm間隔で4本を配置した。

試験体は反力床に総ねじPC鋼棒D35で固定し、反力壁にとりつけた500kN油圧ジャッキ2台にて荷重を与え、それぞれの荷重値を容量500kNの圧縮センターホール型荷重計にて測定した。載荷点における変位量は容量100mmの高感度出力変位計、主鉄筋ひずみは鉄筋ゲージ、主鉄筋位置ならびに軸線上のコンクリートひずみを表面ゲージにて測定した。

2. 2. FEM解析

プレキャストアーチの耐荷挙動をシミュレートするために、DIANAによる非線形FEM解析を行った。数値解析モデルは2次元モデル、要素寸法50×50mm、コンクリートは4節点シェル要素、鉄筋とPC鋼より線には埋込み鉄筋要素を用いた。コンクリートの材料構成則には、圧縮側に最大荷重まで圧縮試験の結果を用い、引張側に引張軟化曲線モデル式を用いた。

また、本解析では試験体と同様に、初めにPC鋼より線によるプレストレスの導入、次に載荷位置に強制変位を加えた。載荷点位置における変位量、主鉄筋のひずみを測定した。

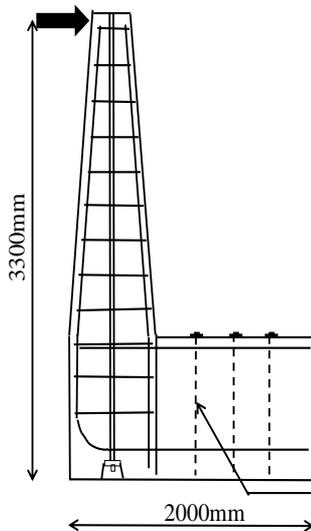


表-1 コンクリートの材料特性

圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)
47.4	37.8

表-2 鉄筋の材料特性値

種類SD345	降伏点 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
D16	390	596
D22	397	610
D25	388	594

総ねじPC鋼棒
D35×6本

図-1 試験体

キーワード プレストレスト構造, プレキャスト, アーチカルバート, PC鋼材, 水平載荷

連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 番地 ウェスト 2 号館 1104 号室 TEL 092-802-3392

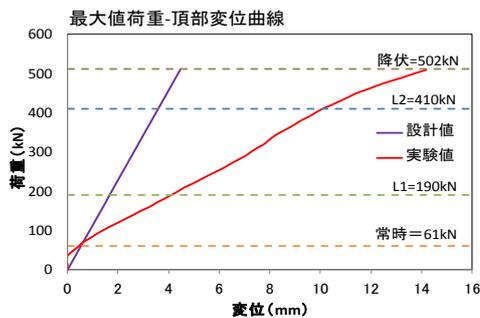


図-2 荷重と載荷点変位の関係

表-3 設計値と実験値の比較

項目	荷重値(kN)		主鉄筋(引張側) (N/mm ²)		主鉄筋(圧縮側) (N/mm ²)	
	設計値	実験値	設計値	実験値	設計値	実験値
常時	61	60	-2	12	-16	-4
ひび割れ	171	180	54	86	-40	-16
L1時	190	189	54	86	-40	-16
L2時	410	410	235	234	-80	-66
降伏	502	511	408	396	-114	-93
終局	536	—	—	—	—	—

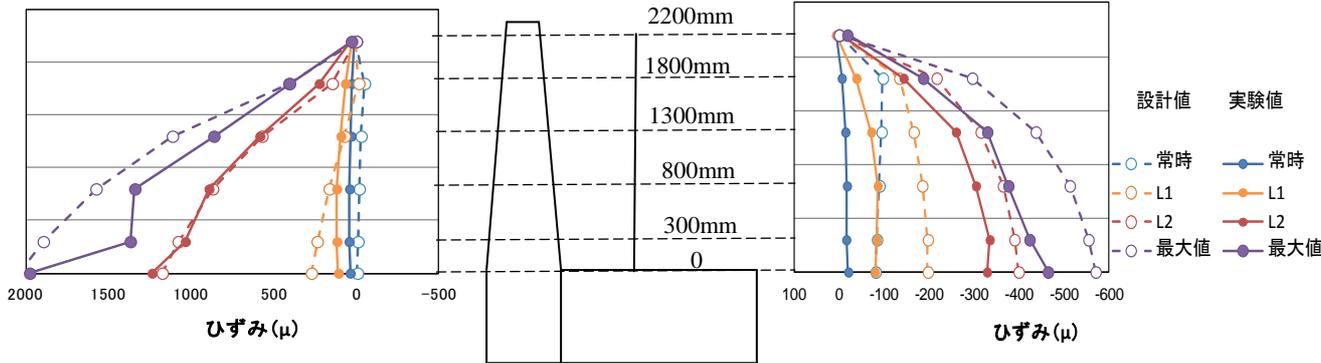


図-3 主鉄筋のひずみ分布図

3. 実験結果および考察

3. 1. ひび割れおよび変形状

図-2 に荷重と載荷点変位の関係を示す。常時荷重時ではひび割れの発生は認められず、荷重 180kN で脚部付根のやや上部に 0.05mm 未満の初期ひび割れを観察した。荷重の増加とともに僅かにひび割れが進展拡大したが、L1 荷重時の最大ひび割れ幅は 0.05mm と小さく、載荷点位置の変位量は 4.08mm であった。ここで、設計上の常時荷重は 61kN、L1 荷重時は 190kN、L2 荷重時は 410kN、降伏値は 502kN である。その後、荷重が増加するとともに、曲げひび割れが分散して進展拡大が生じ、L2 時で脚部付根部分に 0.25mm の最大ひび割れ幅を観察した。また、最大荷重時で載荷点位置の変位量は 14.18mm であった。

図-3 に各荷重における主鉄筋のひずみ分布を示す。左側に引張ひずみ、右側に圧縮ひずみの発生が認められた。L2 荷重時の主鉄筋引張ひずみの最大値は 1170μ、圧縮ひずみの最大値は 66μ であることから、主鉄筋が弾性範囲内であることは明らかであり、設計荷重に対して十分な安全性が確認された。本載荷試験最大荷重 511kN では、脚部付根付近の主鉄筋のひずみが急激に増大しており、降伏域に達したと思われる。

3. 2. 設計値および実験値の比較

表-3 に荷重値および脚部付根位置の応力の設計値と実験値の比較を示す。なお、設計値は、試験荷重載荷時の断面力および変位量を骨組み解析モデルによる平面解析にて求めており、実験値は、ひずみの測定値をフックの法則により応力度に読み替えて示した。設計値と実験値は概ね良い対応を示しており、安全側にあることが確認された。

4. まとめ

常時、L1 時および L2 時の全ての設計荷重において、設計値と実験値には良い対応が得られ、鉄筋の応力伝達も良好であることから、各設計荷重に対して十分な安全性が確認された。よって、モーメントの卓越する脚部には供用するにあたって問題はなく、今後の積極的な活用に期待できる。

参考文献

- 1) 目野主税, 村上聖, 武田浩二, 山口信, 松田学: PC 圧着工法による RC スラブの構造性能に関する実験的研究 (その 1 実験方法およびせん断試験シリーズ結果), 2012 (第 52 回) 日本建築学会九州支部研究報告会 (大分), 135