

外ケーブル式アーチ床版の最大耐荷力および破壊メカニズムに関する研究

日本大学大学院 学生会員 ○田村章后 日本大学 正会員 阿部 忠 日本大学 正会員 水口和彦
日本大学 正会員 木田哲量 日本大学 正会員 櫻田智之

1. はじめに

近年, 建設事業費の縮減により, 鋼道路橋の構造形態の見直し, 合理化, 省力化および現場施工の省力化が図られている。たとえば, 鋼桁橋梁は多数主桁構造から少数主桁構造へと移行されている。これに対応するために長支間を有する耐久性の高い床版が要求されている。これらのことから各研究機関および企業では, 長支間に対応できる新床版の開発が行われている¹⁾。また, 筆者らは²⁾, 少数主桁構造の長支間に対応可能な外ケーブル式アーチはりを用いて静荷重・走行荷重実験を行い, 外ケーブル式アーチ構造の実用性を評価した。

そこで本研究では, 外ケーブル式アーチ床版供試体を用いて静荷重実験を行い, 外ケーブルに初期引張力の導入力が耐荷力に及ぼす影響および破壊メカニズムを検証し, 外ケーブル式アーチ床版構造の実用性を評価した。

2. 供試体の使用材料と寸法

2.1 使用材料 供試体のコンクリートには, 早強ポルトランドセメントと最大寸法 20mm の粗骨材を使用した。実験時のコンクリート圧縮強度は 74.6N/mm^2 である。また, 鉄筋には SD295A, D10 を使用し, その降伏強度は 379N/mm^2 , 引張強度は 526N/mm^2 である。外ケーブルには C 種 1 号 SBPR 1080 /123Q (U-CON295) の PC 鋼棒を使用し, その降伏強度は 1194N/mm^2 , 引張強さは 1273N/mm^2 , ヤング係数は 200kN/mm^2 である。

2.2 タイドアーチ構造 外ケーブル式アーチ床版は, タイドアーチ構造とする。外ケーブル式アーチ床版は, 図 - 1 に示すように床版上面に輪荷重 P が作用すると, アーチ内部には軸圧縮力が働いて抵抗する。この軸圧縮力はアーチ部材を支持する両支点に伝達され, 支点部には鉛直反力 (V_A, V_B) と支間を広げようとする水平力 (H) が働く。この水平力 (H) に対する水平反力 (H_R) が確保された場合, 通常の床版部材よりも耐荷力の向上が図られる構造となる。そこで, 水平反力を確保するためのタイ材に PC 鋼棒を用いてタイドアーチ構造とすることで, 長支間化に対応することが可能となる。

2.3 供試体寸法と鉄筋配置 供試体寸法および鉄筋の配置を図 - 2 に示す。供試体は, 道路橋示方書・同解説 (以下, 道示) に規定する RC 床版寸法の 1/2 モデルとした。よって, 支間 1200mm, 支間中央部の最小板厚を 100mm, 支点部の高さ 290mm, 外ケーブルからアーチ床版底面までの高さ, すなわち, ライズ f を 130mm とした。鉄筋は, RC 床版と同様の鉄筋間隔を考慮して複鉄筋配置とした。本供試体は, 外ケーブル

に初期引張力を導入することから引張・圧縮側および軸直角・軸方向ともに 100mm 間隔で配置した。なお, 引張側の鉄筋は底面に沿ってアーチ形に配置する。また, PC 鋼棒は軸方向に 400mm 間隔で配置する。

3. 実験方法

静荷重実験は, 最大応力が生じる支間中央に載荷板 ($250\text{mm} \times 100\text{mm}$) を静置した状態で載荷させる。荷重は 10kN ずつ増加させる段階荷重とした。また, 50kN ごとに荷重を 0kN に減少させる包絡荷重とし, 供試体が破壊するまで荷重の増減を繰り返し行った。次に, 外ケーブルに導入する初期引張力を各供試体に 0kN (ARC-T0), 10kN (ARC-T10), 20kN (ARC-T20), 30kN (ARC-T30) 導入した。

4. 結果および考察

4.1 実験耐荷力 本実験における最大耐荷力を表 - 1 に示す。表 - 1 より, 各供試体の最大耐荷力は, 外ケーブルに初期引張力 0kN, 10kN, 20kN, 30kN に比例して線形的に増加した。

次に, 初期引張力 0kN の供試体 ARC-T0 の耐荷力と初期引張力 10kN の供試体 ARC-T10 の耐荷力を比較す

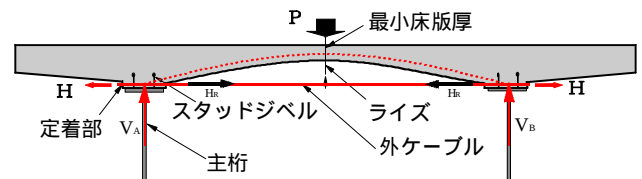


図 - 1 外ケーブル式アーチ床版

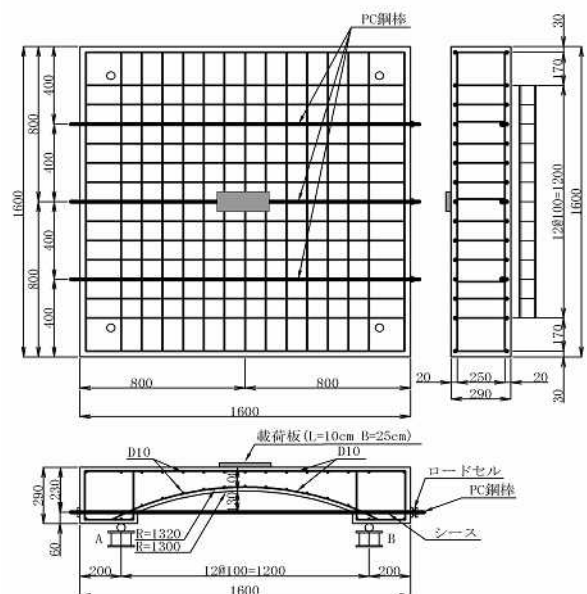
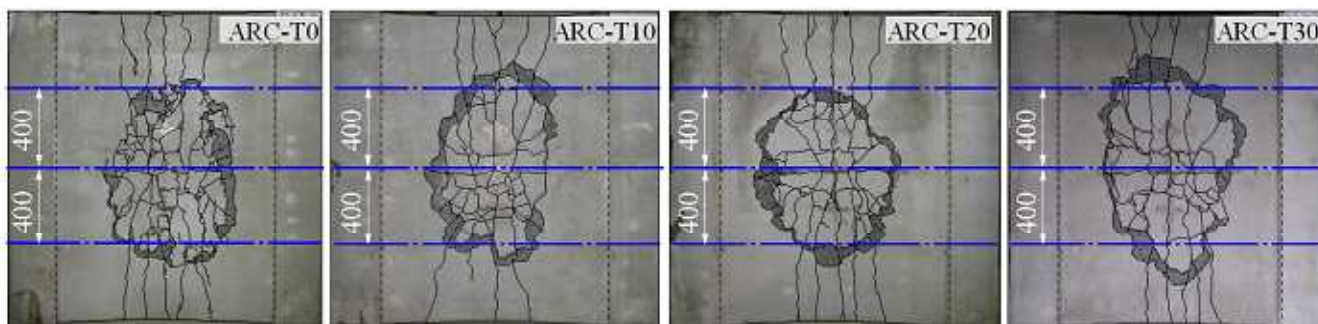


図 - 2 供試体寸法および鉄筋配置

キーワード アーチ床版, 静荷重実験, 耐荷力, 破壊メカニズム

連絡先 〒 275-8575 習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科

TEL 047-474-2459



(1) ARC-T0

(2) ARC-T10

(3) ARC-T20

(4) ARC-T30

図 - 3 ひび割れ状況

表 - 3 最大耐力力, 最大水平力および耐力力比

供試体	最大耐力力 (kN)	耐力力比	最大水平力 (kN)
ARC-T0	299.4	—	56.1
ARC-T10	329.3	1.10 (ARC-T10/RC-T0)	68.5
ARC-T20	367.4	1.23 (ARC-T20/RC-T0)	84.1
ARC-T30	405.0	1.35 (ARC-T30/RC-T0)	95.8

ARC:アーチ床版, T:初期緊張力

ると, 供試体 ARC-T10 では 1.10 倍, 初期引張力 20kN, 30kN 導入させた供試体 ARC-T20, T30 は, それぞれ 1.23 倍, 1.35 倍となり, 初期引張力に比例して耐力力が向上した。また, 最大耐力力時における外ケーブルの最大水平力は, 供試体 ARC-T0 は 56.1kN, 供試体 ARC-T10, T20, T30 で, それぞれ 68.5kN, 84.1kN, 95.8kN である。したがって, 外ケーブルとすることでアーチ支点に及ぼす水平力を吸収できる構造となる。

4.2 破壊メカニズム 本実験における破壊状況を図-3 に示す。初期引張力 0kN の供試体 ARC-T0 のひび割れ状況は, 荷重の増加に伴い, クラウン部の軸方向にひび割れが発生し, 破壊時は押抜きせん断破壊となった。また, 外ケーブルに初期引張力を導入させた供試体は, 初期引張力を導入中に, クラウン部の下縁の軸方向にひび割れが発生した。とくに, 供試体 ARC-T30 は, 初期引張力 20kN 超えた付近から軸方向の上縁および下縁からひび割れが発生した。破壊は, 荷重増加中に載荷板直下で押抜きせん断破壊を呈している。なお, ひび割れ間隔は配置した鉄筋の位置付近である。また, 供試体上縁のひび割れ形状は, 載荷板 (250mm×100mm) の形状で押抜かれており, その他のひび割れは確認できなかった。

4.3 荷重とたわみ・残留たわみの関係 支間中央における荷重とたわみの包絡線図を図-4に示す。供試体 ARC-T0 は荷重 50kN からたわみの増加が著しく, 最大荷重 299.4kN 時のたわみは 7.29mm である。また, 終局時の残留たわみは 2.50mm である。次に, 初期引張力を導入させた供試体 ARC-T10, T20, T30 の荷重とたわみの関係は, 外ケーブルに導入させる初期引張力に反比例してたわみの増加が減少している。終局時のたわみは供試体 ARC-T10 で 6.16mm, ARC-T20 で 6.26mm, ARC-T30 で 6.26mm となった。また, 残留たわみは供

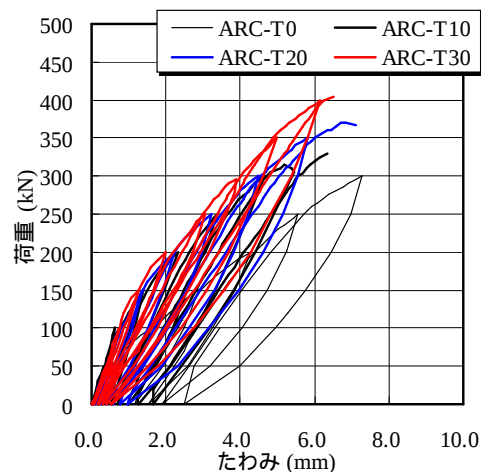


図 - 4 荷重とたわみの包絡線図

試体 ARC-T10, T20, T30 で, それぞれ 1.65mm, 0.97mm, 0.54mm となった。したがって, 初期引張力を導入することでたわみの増加も抑制されている。

5. まとめ

外ケーブル式アーチ床版の外ケーブルに初期引張力導入させることにより, 初期引張力に比例して耐力力も線形的に増加した。

ひび割れ状況は, 初期引張力を導入しない場合は, 荷重の増加に伴いひび割れが発生し, 押抜きせん断破壊となった。また, 外ケーブルに初期引張力を 30kN 導入した供試体はクラウン部の軸方向に初期ひび割れが発生する。破壊モードは押抜きせん断破壊となった。したがって, 初期引張力の最大値の決定が重要である。

荷重とたわみの関係は, 初期引張力を導入していない供試体は, 荷重の増加にともないたわみおよび残留たわみの増加が著しい。これに対して初期引張力を導入することによりたわみおよび残留たわみの増加が抑制された。

参考文献 1)阿部幸夫ほか: 各種合成床版の構造と適用例, 第一回鋼橋床版シンポジウム講演論文集, pp.23-30 (1998), 2)木田哲量, 阿部忠, 加藤清志, 福島慶太: 少数主桁構造に対応する外ケーブル式アーチ床版に関する実験研究, コンクリート工学年次論文集 Vol.26, No.2, pp.1795-1800(2004)