外ケーブル式アーチ床版の破壊メカニズムおよび力学特性に関する研究

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 木田 哲量 日本大学 正会員 水口 和彦 伊澤技術士事務所 伊澤 閑

1.はじめに

橋梁構造の合理化に関する調査・検討の結果,鋼 橋の合理化を図る構造形式の1つとして,少数主桁 橋は普及しているが,床版構造の合理化・高耐久性 化は依然として強く求められている。このことから 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。また,阿部らは¹⁾,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ている。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が 耐荷力に及ぼす影響と破壊メカニズムを検証し,外 ケーブル式アーチ床版の力学特性を評価した。

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。コンクリート圧縮強度は 74.6N/mm²である。 また,鉄筋は SD295A, D10を使用し,その降伏強度 は 379 N/mm²,引張強度は 526 N/mm²である。外ケ ーブルには,C種1号 SBPR 1080 /1230 の PC 鋼棒を 使用し,その降伏強度は 1194N/mm²,引張強さは 1273N/mm²,ヤング係数は 200kN/mm²である。

2.2 タイドアーチ構造 Fig.1 に示すように,タイド アーチ構造は,アーチ部に輪荷重 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構造であ る。アーチ部材を支持する両支点には荷重による変 位を阻止するための鉛直反力(V_A, V_B)と水平反力 (H_R)が働く。アーチ部の水平力(H)を構造内部に吸収 する構造とするならば,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,水平力を 構造内部に吸収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 Fig.2 に示す。供試体は,道路橋示方書・同 解説²⁾に規定する RC 床版寸法の 1/2 モデルとした ものである。よって,支間 1200mm,支間中央部の 最小板厚を 100mm,支点部の高さ 260mm,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 100mm 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 間隔に配 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(250mm×100mm)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,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。実験



キーワード 外ケーブル式アーチ床版,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





では,外ケーブルに初期引張力 0kN,10kN,20kN, 30kN をそれぞれ導入した後に静荷重実験を行った。

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 Table.1 に示す。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 導入する ことで初期緊張力に比例して増加した。次に,初期 引張力を 0kN の供試体 ARC-T0 の耐荷力と初期引張 力 10kN,20kN,30kN の供試体 ARC-T10,T20,T30 の耐荷力を比較すると,それぞれ1.10 倍,1.23 倍, 1.35 倍となり,初期引張力に比例して耐荷力が向上 した。

4.2 破壊メカニズム 本実験における破壊状況を Fig.3 に示す。Fig.3 より, すべての供試体で, 初期段 階では荷重の増加に対して載荷板直下付近にひび割 れが発生し,その後の荷重増加によって橋軸方向へ のひび割れが進展し,供試体下面の端部間を結ぶひ び割れに発展した。さらに荷重を増加させることに より供試体下縁から上縁方向へひび割れが発生し, 上縁の圧縮鉄筋付近までひび割れが進展した。最終 的には,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。また,供試体下縁のひび割れ間隔 は配置した鉄筋の間隔程度であり、上縁のひび割れ 形状は,載荷板(250mm×100mm)の形状となって押 し抜かれた。なお,初期引張力 30kN を作用させた供 試体 ARC-T30 は,初期引張力 20kN を超えた付近か ら軸方向の上縁および下縁にひび割れが発生したこ とから,初期引張力の設計が重要である。



4.3 荷重と下縁鉄筋ひずみの関係 荷重と下縁鉄筋 ひずみの関係を Fig.4 に示す。供試体 ARC-T0 は荷重 50kN 付近からひずみの増加が見られ,終局時のひず みは 548×10⁻⁶である。また,供試体 ARC-T10,T20, T30 はともに類似した挙動を示しており,荷重 100kN 付近までは荷重の増加に対し直線的なひずみの増加 となり,その後の荷重増加でひずみの増加が大きく なるものの,終局時のひずみは供試体 ARC-T10,T20, T30 でそれぞれ 430×10⁻⁶,520×10⁻⁶,513×10⁻⁶とな っている。なお,本実験に使用した鉄筋の降伏ひず みは材料特性値より算出すると1895×10⁻⁶であるが, いずれの供試体も鉄筋の降伏は見られない。これは, アーチ効果が発揮され,供試体下面の引張主鉄筋へ の負荷が軽減されたためと考えられる。

5.まとめ

ひび割れ形状より,最終的な破壊形状はすべての 供試体で押抜きせん断破壊に至った。

荷重と下縁鉄筋ひずみの関係より,すべての供試 体で荷重の増加に対し線形的なひずみの増加がみ

られ,終局時に至っても鉄筋は降伏には至らない。 参考文献: 1)阿部忠ほか: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.1975-1980(2003),2)日本道路協会:道路橋示方書・同解説,,(2002)