走行荷重が作用した外ケーブル式アーチ床版の 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 木田 哲量 日本大学 正会員 水口 和彦 日本大学 正会員 伊澤 閑

1.はじめに

鋼道路橋は,多数主桁構造から少数主桁構造へと移 行されており,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。阿部ら¹⁾は, 少数主桁構造の長支間化に対応可能な外ケーブル式ア ーチ部材を用いて静荷重・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。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 重実験および走行荷重実験を行い,耐荷力および破壊 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。コンクリート圧縮強度は 74.6N/mm²である。また,鉄筋は SD295A, D10 を使用した。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 鋼棒を使用した。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 は軸圧縮力が作用し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 90mm,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

3.1 静荷重実験 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 載荷させる実験である。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。静荷重実験は,外ケーブルに初期引張力20kN 導入した後に行った。



キーワード 外ケーブル式アーチ床版,静荷重実験,走行荷重実験,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-S

(2) ARC-R1 Fig.3 破壊状況

| | Table. I | 取ノ | 、 剛何 | ገዊተ | いう | 」何ノ | 125 |
|---|----------|----|------|-----|----|-----|-----|
| - | | | | | | | |

| ∕ ₩≘≓∕★ | 最大耐荷力 | 平均耐荷力 | 耐荷力比 | |
|----------------|--------|--------|-------------------|--|
| 供試件 | (KN) | (KN) | ARC-R.Ave./ARC-S. | |
| ARC-S | 265.38 | | 1.00 | |
| ARC-R1 | 180.54 | 170.07 | 067 | |
| ARC-R2 | 177.60 | 1/9.07 | 0.07 | |

3.2 走行荷重実験 走行荷重実験は,供試体の支間中 央に車輪を停止させ,載荷位置からそれぞれ±450mm 走行させた後,元の支間中央で停止させるものである。 なお,走行速度は1走行 0.90m を 6.5sec で走行する 0.14m/sec とした。荷重は静荷重実験と同様とした。

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 Table.1 に示す。Table.1より,静荷重実験の供試体 ARC-S の最 大耐荷力は 265.38kN である。次に, 走行荷重実験の供 試体の最大耐荷力は ARC-R1 R2 でそれぞれ 180.54kN, 177.6kN となった。したがって,走行荷重の場合の耐荷 力は,静荷重の場合に比(ARC-R/ARC-S)して,33%低 下する結果となった。

4.2 破壊状況 本実験におけるひび割れ状況をFig.3に 示す。Fig.3より,供試体ARC-Sは,初期段階は荷重の 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の進展 が見られ,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と,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た。次に,供試体 ARC-R1, R2は, 走行および荷重の増加に伴って供試体 ARC-Sと同様の過程でひび割れが生じた。最終的には, 供試体ARC-R1は曲げを伴う押抜きせん断破壊,供試体 ARC-R2は押抜きせん断破壊となった。なお,供試体 ARC-R1が曲げを伴う押抜きせん断破壊となったこと の要因には支持条件が考えられるが,この問題に関し ては今後の検討課題とする。





(3) ARC-R2

Fig.4 荷重とたわみの関係

4.2 荷重とたわみの関係 荷重とたわみの関係を Fig.4 に示す。なお、本実験での初期引張力は20kNとしたが、 その時のたわみ値は ARC-S, R1, R2 でそれぞれ -0.275mm, -0.245mm, -0.225mm であったことから, こ れを初期値とする。Fig.4 より,静荷重実験の供試体 ARC-S は、荷重 100kN 付近からたわみの増加が著しく, 最大荷重 265.38kN 時のたわみは 5.95mm である。走行 荷重実験の供試体 ARC-R1, R2 は, 荷重の増加に対し て比較的類似した挙動を示しており,最大荷重時のた わみは ARC-R1, R2 でそれぞれ 4.29mm, 3.68mm とな った。また,静荷重実験と走行荷重実験とのたわみの 増加を比較すると,走行荷重の場合の方が荷重増加に 対し初期段階よりたわみの増加が大きい。なお,静荷 重実験の供試体 ARC-S の終局時の残留たわみは, 1.87mm, 走行荷重実験の供試体 ARC-R1, R2 の終局時 の残留たわみは, ARC-R1, R2 でそれぞれ 0.19mm, 0.125mm となった。

5.まとめ

走行荷重が作用した供試体の平均耐荷力は,静荷重 実験の場合に比して 0.67 倍低減した。すなわち,走 行荷重の作用により,耐荷力が33%低下した。 破壊モードは,静荷重実験,走行荷重実験ともにひ び割れは同様の発生過程を呈し,最終的には押抜き せん断破壊に至った。しかし,走行荷重実験の中に 曲げを伴うせん断破壊となるケースも見られた。 荷重とたわみの関係より、静荷重実験と走行荷重実 験ともに荷重の増加に対して線形的な増加がみられ るが,走行荷重が作用した場合の方が初期段階より たわみの増加が大きい傾向にある。

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)