

V-84 丹沢橋りょう(鉄筋コンクリートアーチ橋)の設計について

国鉄大坂工事局 正員 尾坂 芳夫

〃 構造物設計事務所 正員 〃 宮田 尚彦

〃 〃 〃 神山 立男

概要 本橋りょうは、梁川～鳥沢間の曲線改良にともない、老朽化したビントラス及び上路飯げたの代わりに新設された全長75mの単線橋りょうで、主径間は水平スパン41m、起拱突間の高低差12mの非対称アーチ、側径間は東京方18m、甲府方10mスパンのH型鋼埋込みげたをもつ鉄筋コンクリート橋りょうであつて曲線半径420mの曲線中にある。中央径間に採用した鉄筋コンクリートアーチ橋は、丹沢峡付近における種々の立地条件を十分に考慮に入れ検討した結果のものである。付近の地形は両岸が急峻でV字形の谷をなし、在来線のレール基面下約35mが水位面となつてゐる。地質調査の結果、基礎地盤として東京方は在来地盤より約15m下に、甲府方は約8m下に硬質な御坂層があり、基礎地盤としては適當であるが、両岸において高低差が12mある。また社会的条件としては経済性、美観等の問題があり、これらの条件により、鉄筋コンクリート梁、トラス梁、デビダーク式コンクリート橋梁の3形式について、比較設計を行なつた結果、アーチ案72.5%、トラス案97.8%、デビダーク案86.8%となり、RCアーチ案が最も経済的であつた。アーチ橋の経済性を左右する大きな要因は、全工費中の約3割を占めるアーチリングコンクリート打設用支保工の経費である。アーチ用の支保工は、水平方向にも鉛直方向にもたわみが少なく堅固でなければならない。しかも支保工は、単一のアーチでは1回だけの使用で終わってしまう。その意味でアーチ橋における支保工は、他橋りょうの支保工に比べて割高となる。RCアーチ橋の美観については、特に山間部では周辺の自然美に融合し、騒音の少ない点と共に旅客へのサービス、重要な快適性を与える点で最適であり、将来とも大いに推奨されてよい構造形式といえる。

設計について 丹沢橋りょうでは、電算機を使用してアーチ本体が一体となつたフレンドール構造とし、死荷重はアーチリングにより、活荷重をアーチリング及びアーチ上ラーメンが一体で作用するとした活荷重合成構造で解析し、この結果、鉄筋量を約30%程度減少でき合理的な設計とすることができた。また丹沢橋りょうのアーチ軸線は、全載活荷重の $\frac{1}{2}$ と死荷重とによる圧力線と一致させた変けん垂曲線である。

多くのアーチは弾性変形によりその応力を求める。この方法では応力計算が繁雑なため、設計に多くの時間を必要とする。しかしながら丹沢アーチ橋の設計においては、アーチ橋の電算プログラムが利用され、従来までの手計算による労力を大幅に軽減し、同時に手計算による違算をさけることができた。本設計ではクラウンにおける部材高さは、断面応力をなるべく小さくするよう、水平スパンの約 $\frac{1}{60}$ の70mとし、アーチリング支束における部材高さはクラウンにおける部材高さの2倍程度とし、仮定した部材高さについて種々その影響を検討し、東京方で1.6m、甲府方で1.2mとした。またクラウンの幅3.8mに対し、スプリングの幅を東京方で5m、甲府方で4.5mに拡大した。これは地震時の軌道直角方向の曲げねじり応力、およびアーチリブの座屈にたいする安定性について検討した結果で

ある。本橋りょうの軌道の線形は、420 m の曲線中にあり、この点を考慮してアーチリングに東京方起拱点で125 mm、甲府方起拱点で50 mmの偏倚を設け、合力の作用位置が断面の校内にあるよう考慮した。以上述べた検討のほか、支点が鉛直方向、スパン拡大方向、回転方向に変位した場合、アーチリングに作用する応力の大きさ、アーチリングのたゆみによる2次応力についても検討した。

変位法の一般理論 構造物の1部材mnを取り出し、図に示す如くmを原点としてx軸、y軸をとり、m点の水平方向変位を X_m 、鉛直方向変位を Y_m とすると、部材の長さはx方向に $X_{nm}=X_n-X_m$ 、y方向に $Y_{nm}=Y_n-Y_m$ 伸びる。

ここで部材の傾斜角 α_{mn} が変化しないものとする

$$\delta_{mn} = X_{nm} \cos \alpha_{mn} + Y_{nm} \sin \alpha_{mn},$$

$$\gamma_{mn} = -X_{nm} \sin \alpha_{mn} + Y_{nm} \cos \alpha_{mn}$$

α はすべてx軸の正方向から測った部材の角度である。

δ_{mn} は部材方向の変位であり、 γ_{mn} は部材直角方向の変位で

る。従って部材mnの軸方向力 N_{mn} は

$$N_{mn} = \gamma_{mn} (X_{nm} \cos \alpha_{mn} + Y_{nm} \sin \alpha_{mn}), \quad \text{ここで } \gamma_{mn} = A_{mn} / l_{mn}, \quad l_{mn}; \text{部材mnの長さ}$$

A_{mn} ; 部材mnの断面積、また部材mnの回転角 φ_{mn} は

$$\varphi_{mn} = \frac{1}{l_{mn}} (-X_{nm} \sin \alpha_{mn} + Y_{nm} \cos \alpha_{mn})$$

節点mnの回転角を φ_m, φ_n とし未知数として取り扱ふと部材mnの曲げモーメントは

$$M_{mn} = K_{mn} (2\varphi_m + \varphi_n - 3\varphi_{mn}), \quad M_{nm} = K_{mn} (2\varphi_n + \varphi_m - 3\varphi_{mn})$$

ここで $K_{mn} = 2EI_{mn}/l_{mn}$ 、またこれらのモーメントによるせん断力 Q_{mn} は

$$Q_{mn} = -E_{mn} (\varphi_m + \varphi_n - 2\varphi_{mn}), \quad E_{mn} = 3K_{mn}/l_{mn}$$

これらの式は何れの格点についてもx方向の変位 X 、y方向の変位 Y 、及び節点角 φ の函数である。

むすび 丹次橋りょうは、東京方の基礎が地表から岩盤まで相当深かったために甲府方基礎より約12 m低くなり、非対称な構造となったが、それでも経済的で耐震的な構造物となった。基礎条件さえよければRCアーチは長スパン橋りょうに対して経済的な構造といえる。また電子計算機による設計技術の開発、およびコンクリートの品質向上等により信頼性の高い構造物が作られるようになった。

