

雨沼橋の設計および施工

川田建設(株) 東京支店技術部設計課 正会員	○ 鈴木淳一
国土交通省 東北地方整備局 郡山国道事務所	石井重好
国土交通省 東北地方整備局 郡山国道事務所	服部隆二
(株)長大 構造事業部 構造技術Ⅰ部	秋元仁志

1. はじめに

雨沼橋は一般国道289号「甲子道路」改築事業の一環として、福島県南会津郡下郷町大字南倉沢地内の「雨沼」付近に位置する、橋長90.0mの3径間単純PCシャイベアーチ橋である。

本橋の計画に当っては、自然景観に配慮すると共に希少動物の生息する雨沼周辺の環境に与える影響を最小限に抑えることを念頭に進めた。その結果、国内では他に事例の無い構造形式である3径間単純PCシャイベアーチ橋を選定した。

本報告は、シャイベアーチ構造形式である本橋の設計および施工について紹介するものである。

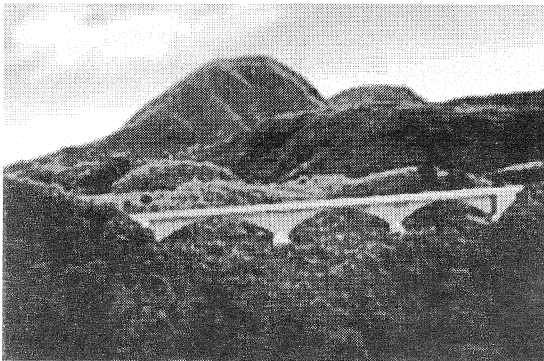


写真-1 完成予想図

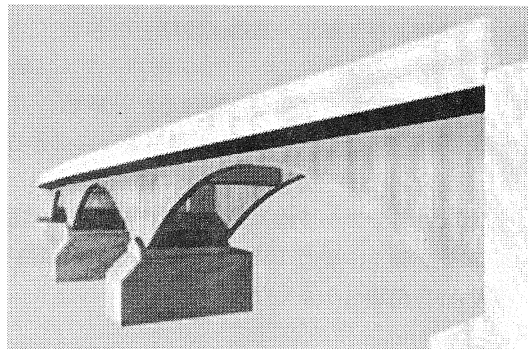


図-1 シャイベアーチの模式図

2. 橋梁概要

本橋梁の橋梁概要を以下に示す。

- ・発注者：国土交通省 東北地方整備局 郡山国道事務所
- ・構造形式：3径間単純PCシャイベアーチ橋
- ・工事箇所：福島県南会津郡下郷町大字南倉沢地内
- ・工期：平成13年2月～平成14年1月
- ・橋長：90.000m
- ・支間長：28.500m+28.500m+28.500m
- ・全幅員：10.500m
- ・有効幅員：9.500m
- ・支点条件：ピン結合（メナーゼヒンジ）
- ・架設工法：固定式支保工

3. シャイベアーチ橋の計画

以下に、本橋で採用した構造形式であるシャイベアーチ橋の特徴について述べる。

- ① アーチ橋においては、温度・乾燥収縮・支点移動等による拘束力が問題となるが、これらは支点部をメナーゼヒンジとすることで回避することができる。シャイベアーチ橋は一般的なアーチに比べ上部工の重量

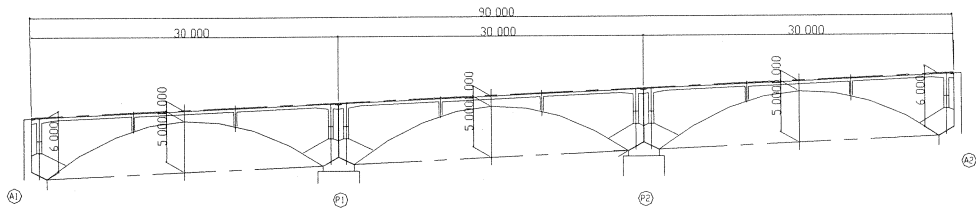


図-2 側面図

が小さく、メナーゼ鉄筋の配置に有利となる。

② 床版がシャイベで連続的に支持されているため、補強鋼材量が少ない。

③ 側面を構造が単純なシャイベで構成しているため、中空アーチや充腹アーチよりも建設費を抑えることができる。加えて上部工重量が小さいため、同じ小支間で適用される充腹アーチ等より下部工・基礎工規模を小さくすることができる。

- ④ シャイベ部を構造中心に寄せることができ、傾斜地形等においては周辺の地形変化に対する対応性がよい。
- ⑤ 必要な場合は、橋梁端部で土工部側にウイング状のシャイベを延ばすことでアーチ推力を減少させることも可能である。
- ⑥ 剛性が高く、走行車両による低周波振動が生じにくいいため稀少動物への影響も小さくなる

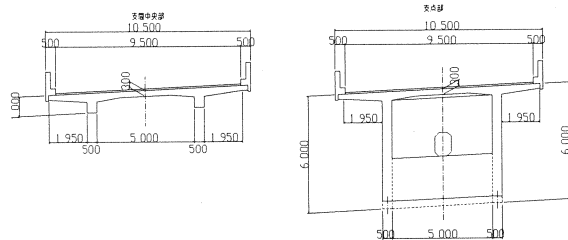


図-3 断面図

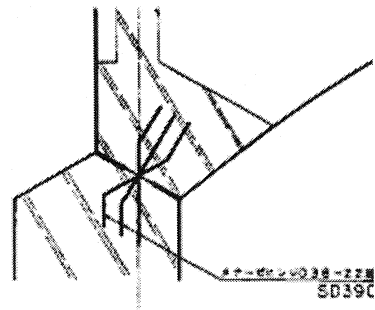


図-4 メナーゼヒンジ

3. 1 シャイベ厚の決定

シャイベ厚に関しては海外における施工例が700mmを採用している。一方、本橋ではコンクリート強度($=40\text{N/mm}^2$)が高いため、アーチ橋としての圧縮強度上の観点からはかなり厚さを小さくすることができる。しかしながら、施工性の観点からコンクリートの打設・締固めの作業性等を考慮すると500mm程度の厚さが適していると判断されるため、500mmとした。

3. 2 支点部形状

シャイベの支点部における形状については、メナーゼヒンジ鉄筋を全てシャイベ厚内に配置することが不可能なことから、「シャイベ厚を局部的に大きくする方法」と「端部横梁を設け、その中にメナーゼ筋を配置する方法」が考えられるが、橋梁の景観上の問題となるためパースを作成して比較した結果、後者の方法で処理することとし、FEMにより力の流れを確認した。

3. 3 アーチライズ

アーチ構造におけるライズは、構造的に大きな影響を与える要素であるためライズ比の検討を行った。構造上、軸力効果が有利に作用するよう支点部のシャイベ高は可能な限り大きくとり、6.0mとした。この条件において支間中央部の構造高 $H=0.700\text{m}$ 、 1.000m 、 1.300m とした各案で、構造形状を比較した結果、バランスの最も良い $H=1.000\text{m}$ を採用した。

4. アーチシャイベの設計

4. 1 設計方針

アーチシャイベはT桁のウェブをアーチ状に大きく桁高変化させたもので、主としてウェブ面内の応力伝達により荷重に抵抗する構造であるが、シャイベと棒部材との中間的な挙動を示す。

特に支点上ではスパン桁高比が比較的小さく、骨組解析のみではその挙動を十分に把握できない部分もあるため、主桁の設計はFEM解析によることを基本とした。ただし、基礎バネまで考慮した全体系(3径間)をFEMによって全てモデル化して解析することは解析モデルが非常に大型化するなど設計上合理的でないため、FEM解析と併用して骨組解析を行い、これを補うものとした。

骨組解析では基礎バネを考慮した3径間モデルを作成し、下部工設計用反力及びFEM解析の際の各荷重による支点移動量は骨組解析により算出した。

骨組解析の結果、支点移動量が大きく、上部工の応力状態の厳しい第1径間(A1~P1)を取り出してFEM解析に基づく設計を行うこととした。解析手順を図-5に示す。

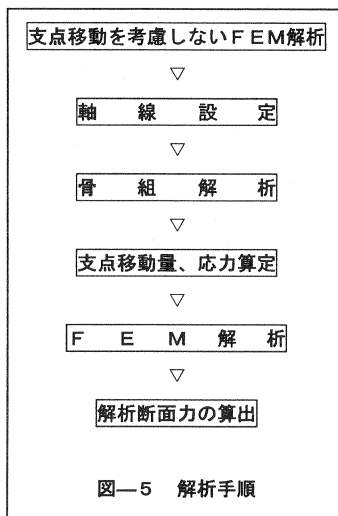


図-5 解析手順

4. 2 解析モデル

本橋の設計に際してFEM解析を行う際のモデルは床版・シャイベ・隔壁についてはシェル要素、端支点部についてはメナーゼヒンジについて評価するためソリッド要素とした。骨組解析については、支点移動量を考慮しないFEM解析における応力分布から骨組モデル軸線及び有効断面を設定し基礎バネを考慮した3径間モデルを作成した。

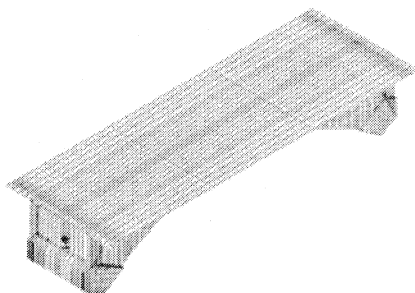


図-6 FEM解析モデル

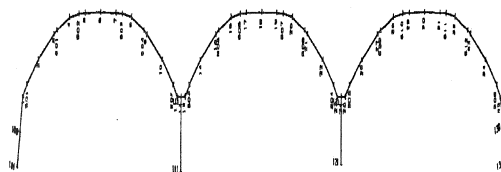


図-7 骨組解析モデル

5. 施工概要

5. 1 施工条件及び施工順序

施工に際しては、周囲環境への影響を最小限に抑えるため、道路敷地内を施工ヤードとした支柱式支保工を採用した。また、施工中に、生息動物が移動可能な空間を確保するため、中央径間には生物誘導路を設けた。

施工順序としては側径間を先行し、中央径間の施工は側径間に施工用資機材を設置し、施工を行った。

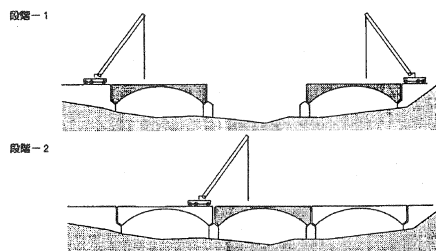


図-8 施工順序

5. 2 アーチ支点の架設時の変位制限

側径間の施工時に荷重がアンバランスとなるため橋台および橋脚に支点移動が生じ、支間中央に設計荷重時を超える曲げモーメントが発生する。

そこで、橋台ー橋脚間に仮設PC鋼棒を配置し、架設工程に応じて支点の移動量を調整する方法により対応した。この方法により、基礎構造を完成時における必要最小限な規模に抑えることができ、周辺環境への影響を少なくできた。

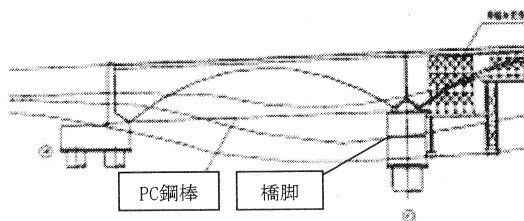


図-9 変位制限用PC鋼棒

5. 3 コンクリートの施工

本橋架橋位置は寒冷地に位置することから、「凍害」および「凍結防止剤」による劣化対策が必要と考えられた。対策方法としては、諸研究結果から、両劣化要因とも「水セメント比」と「空気量」が有効であることが知られており、本橋では水セメント比を45%以下、空気量を6%以上とした。

コンクリートの打込みに際しては、シャイベ部は最大で6.0mの打設高さとなり、壁厚が500mmであること、シャイベ部は美観上の観点から一括施工であることを考慮し、コンクリートのワーカビリティを向上させるため、高性能AE減水剤を現場にて添加し、高スランプ(SL=18.0cm)のコンクリートとした。(写真-3)

また、コンクリートの確実な充填を確認することを目的として、シャイベ部および床版下面には透明型枠を使用し、コンクリート充填状況を目視出来るようにした。(写真-2)

5. 4 コンクリートの耐久性向上対策

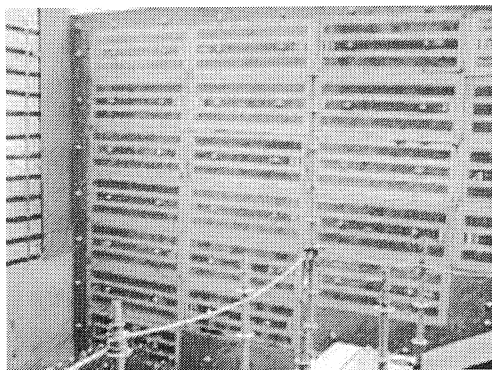


写真-2 透明型枠設置状況

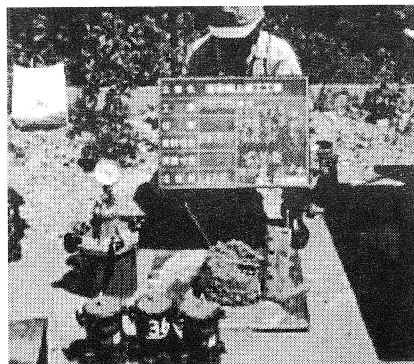


写真-3 スランプ試験状況

前述の通り、本橋は非常に厳しい環境条件に位置することから、上記に加えて橋面防水工を行う他、耐久性をより確実なものとするため以下に示す対策を講じた。

- ① 主ケーブルのシースにポリエチレンシースを使用し横締PC鋼材にはプレグラウトPC鋼材を使用
- ② 床版部・壁高欄部・メナーゼヒンジ部の鉄筋にはエポキシ樹脂被覆鉄筋を使用
- ③ 排水樹形状および縁石・防水層周りのディテールを工夫した新たな防水システムを適用
- ④ 水切部に確実に水切りを行える形状を適用

6. おわりに

本橋は国内では他に例のない構造形式であり、施工に先立ち種々の比較検討を行った。その結果として、充腹アーチより自重を軽減できることから20~40mの適用支間内では優位な構造形式であることなどが確認できた。これらを加えて、本報告が今後、同様の構造物を設計・施工する際の一助となれば幸いである。

最後に本工事の設計・施工にあたり、多大なるご尽力・ご指導を頂きました関係者各位に、心からの感謝の意を表します。