

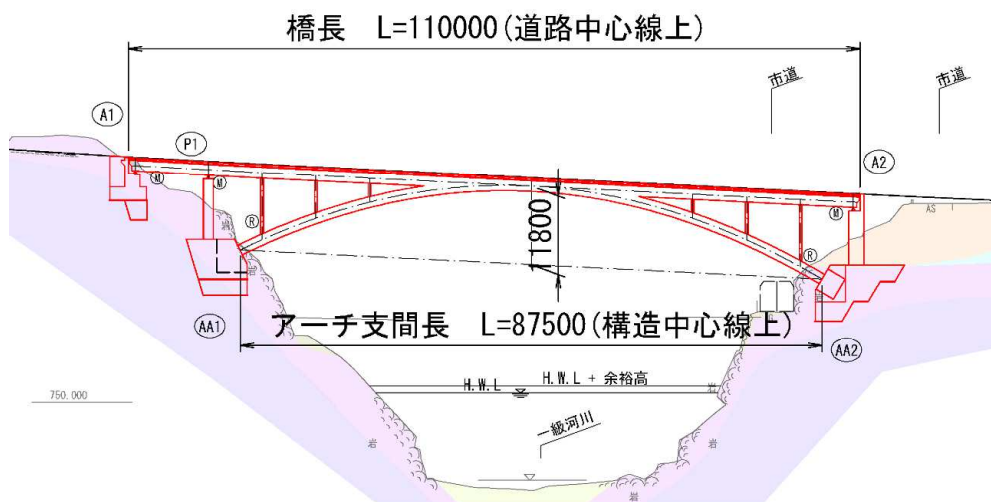
第57回（令和6年度）研究発表会

# 逆ローゼ桁橋における橋梁計画

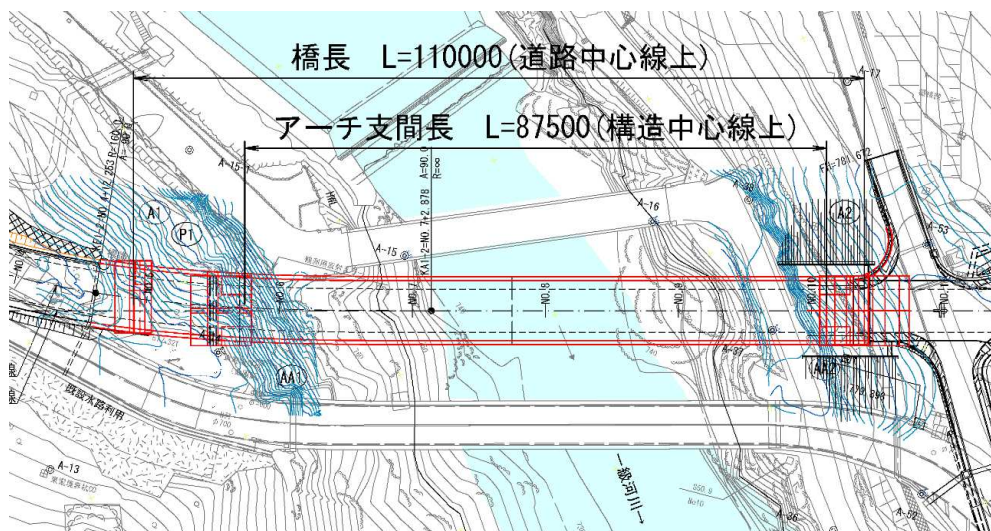
(株)エイト日本技術開発  
上原 一真

# 1. 対象橋梁と検討概要

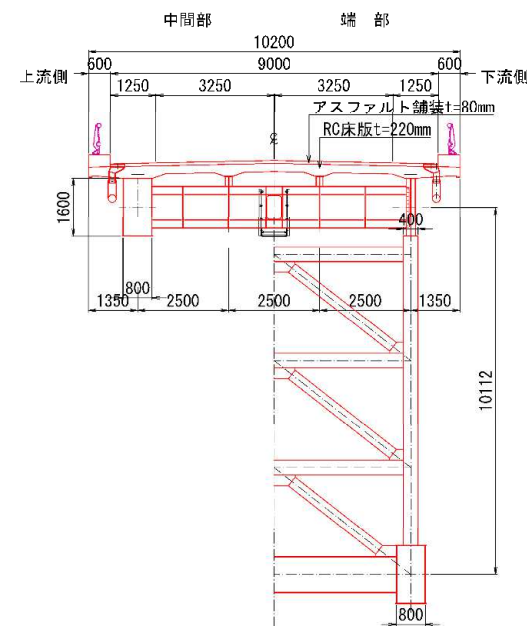
- 対象橋梁：鋼上路式逆口一ゼ桁橋
- 業務内容：橋梁詳細設計



図一側面図



図一平面図



図一上部工断面図(アーチ部)

## 構造諸元

橋長	110.000m
支間長	11.000m+97.000m (アーチ支間：87.500m)
全幅員	10.200m
縦断線形	$i=8.000\% \searrow \sim i=5.000\% \searrow$
平面線形	$R=160m \sim A=90m \sim R=\infty$
横断線形	$i=6.000\% \swarrow \sim i=2.000\%$ (拌み勾配)
上部工形式	鋼上路式逆口一ゼ桁橋
床版形式	RC床版
下部工形式	橋台：逆T式橋台 橋脚：壁式橋脚
基礎形式	直接基礎(段差フーチング)
支持層	混在岩CM 級(Mms-CM)、 混在岩CH 級(Mms-CH)

## 1. 対象橋梁と検討概要

### ●論文概要

本橋梁の構造特性・架橋地の特性を踏まえて実施した橋梁計画を踏まえ、  
扁平なアーチ形式かつ曲線を有する橋梁に対する橋梁計画のポイントを考察する。

- ・ 補剛桁とアーチリブの一体化によるアーチライズの改善
- ・ 曲線の道路線形に対応した構造計画
- ・ 急峻な谷地形に計画される下部工の配置計画
- ・ アーチリブの変形や上揚力の発生を踏まえた支点条件の工夫
- ・ 積雪寒冷地における耐久性・耐腐食性の向上の細目

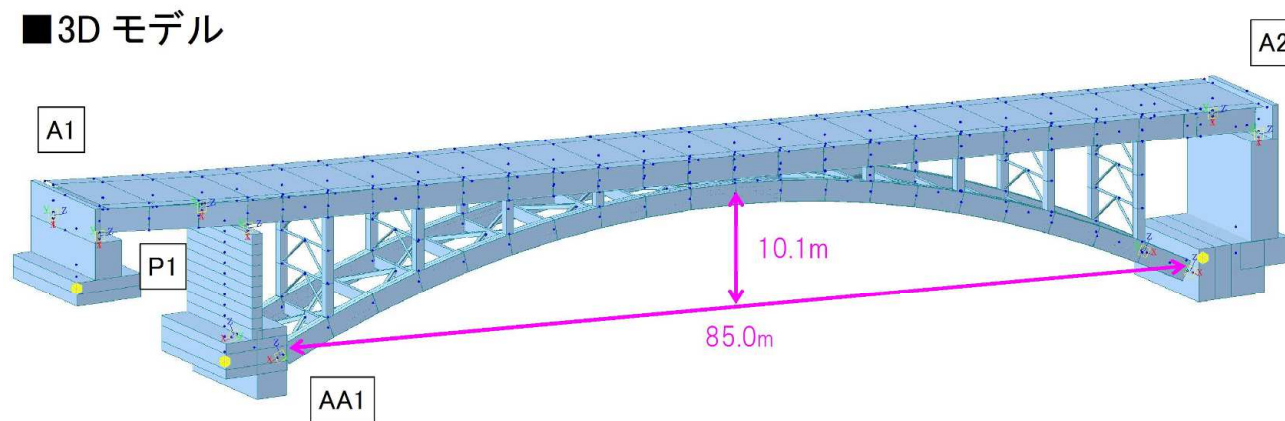
## 2. アーチライズの検討

### ●対象橋梁の特徴

- ・ アーチ形式  
(鋼上路式逆ローゼ桁橋)
- ・ 曲線を持つ道路中心線  
( $R=160\text{m} \sim A=90\text{m} \sim R=\infty$ )

### ●検討手法

- ・ 基本計画時の形状諸元を基本とした立体解析モデルにより検討する



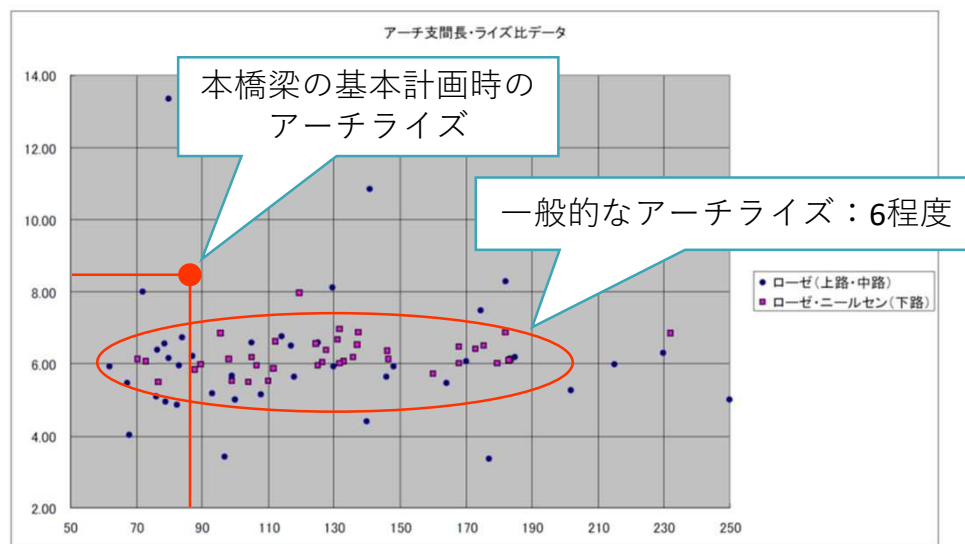
図一検討モデル図（上記モデルの諸元は基本計画検討時）

## 2. アーチライズの検討

### ●アーチライズ設定の方向性

基本計画時の諸元：ライズ比8.42（ $\div$ アーチ支間85.0m/アーチライズ10.1m）

→アーチ橋としてはライズ比が大きい部類＝扁平なアーチ橋



図—3. 4. 20 アーチ支間長・ライズ比実績

図—アーチ支間長・ライズ比データ（「鋼道路橋計画の手引き」日本橋梁建設協会 H20.6）

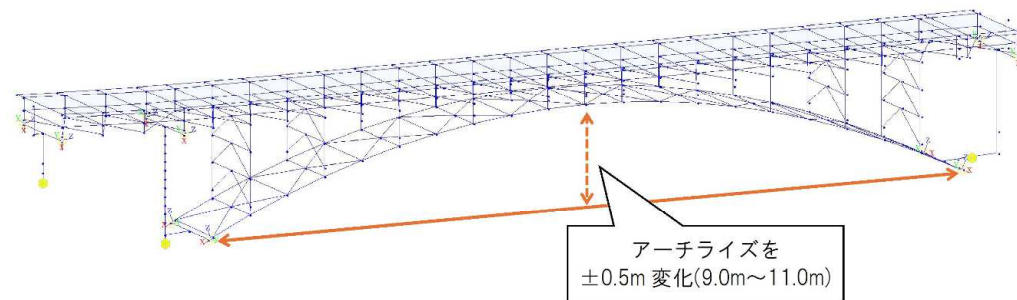
扁平なアーチ橋に対し、ライズ比の変化がアーチの断面力にどのような影響を与えるかを把握し、ライズ設定の方向性を検討する。

## 2. アーチライズの検討

### ● ライズ比変化の検討結果

#### ・ 検討概要

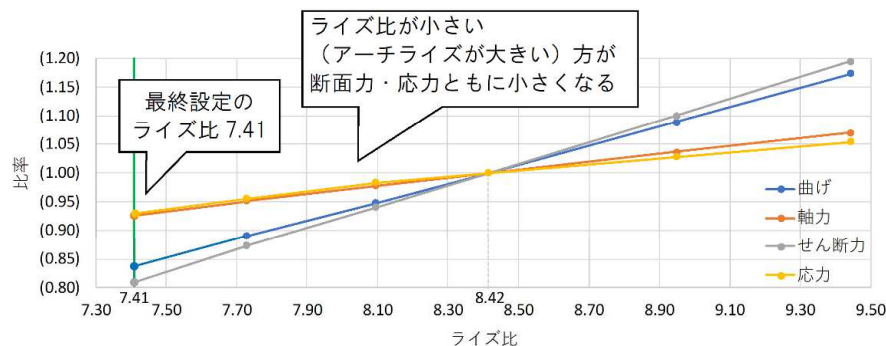
基本計画時の諸元をもとに、  
アーチライズを $\pm 0.5\text{m}$ ずつ変化させ、  
アーチ基部の死荷重断面力や  
L2地震時の応力の変化を確認



図一アーチライズ検討概要

#### ・ 検討結果

ライズ比を小さくする (=アーチライズを大きくする) ことにより、**死荷重断面力を小さくすることができ、L2地震の発生応力も小さくすることが可能であると確認**



図一アーチライズ検討結果

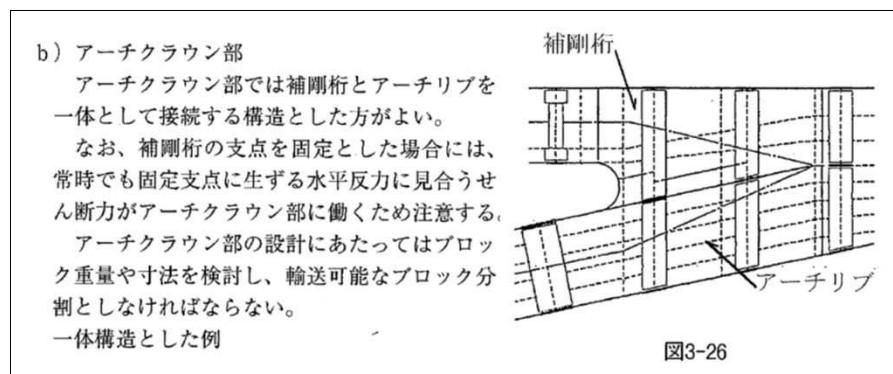
### 扁平なアーチ橋におけるアーチライズ計画の方針

可能な限りライズ比を小さくする (=アーチライズを大きくする) 方向で構造計画を行う

## 2. アーチライズの検討

### ●アーチライズ改善の工夫

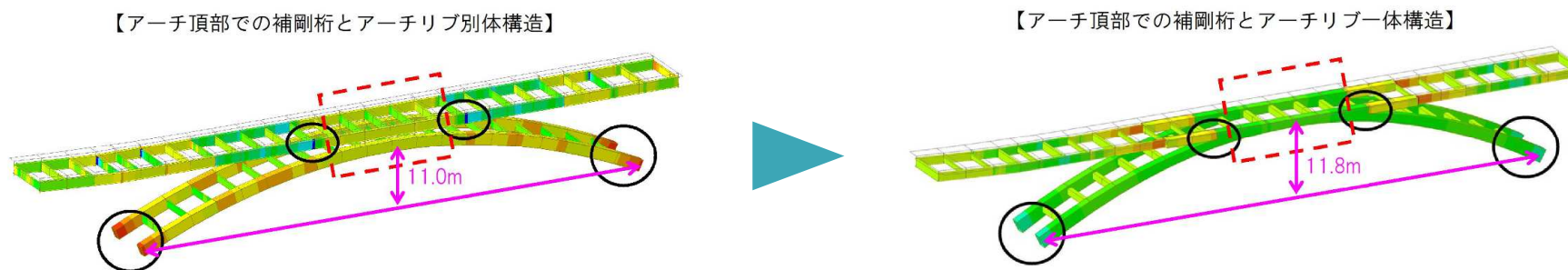
- ・アーチ頂部で補剛桁とアーチリブを一体構造とする



図—アーチクラウン部の構造（「鋼橋構造詳細の手引き」日本橋梁建設協会 H25. 6）

本橋梁において補剛桁とアーチリブを一体化することにより、ライズ比は7.41まで小さくすることが可能

→L2地震時の応力状態も改善



図—補剛桁とアーチリブの一体化検討結果

扁平なアーチ橋におけるアーチライズ確保の方針

アーチ頂部で補剛桁とアーチリブを一体構造とする

### 3. 曲線に対する構造計画

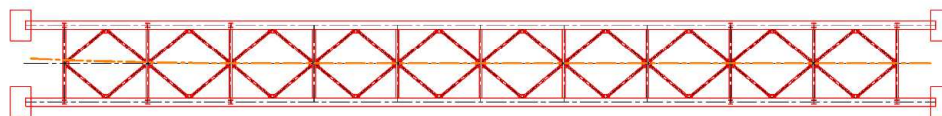
#### ● 上部構造の計画における工夫

- ・ 線形条件：R=160m ~ A=90m ~ R=∞

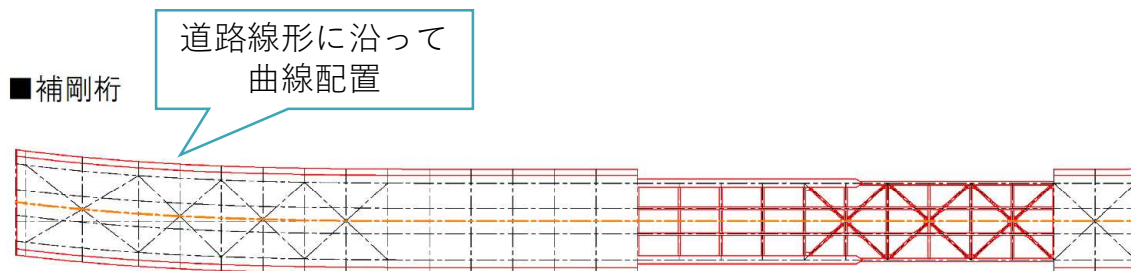
#### ■ 配置方針

- ・ アーチリブ：道路平面線形の直線区間の方向に配置  
→アーチ構造のため、直線での配置とする
- ・ 補剛桁：道路線形に沿って曲線配置  
→床版支間を変化させないための工夫

#### ■ アーチリブ



#### ■ 補剛桁



図一線形図(上部構造)



### 3. 曲線に対する構造計画

#### ● 下部構造の計画における工夫

- ・ 線形条件：R=160m ~ A=90m ~ R=∞

#### 配置方針

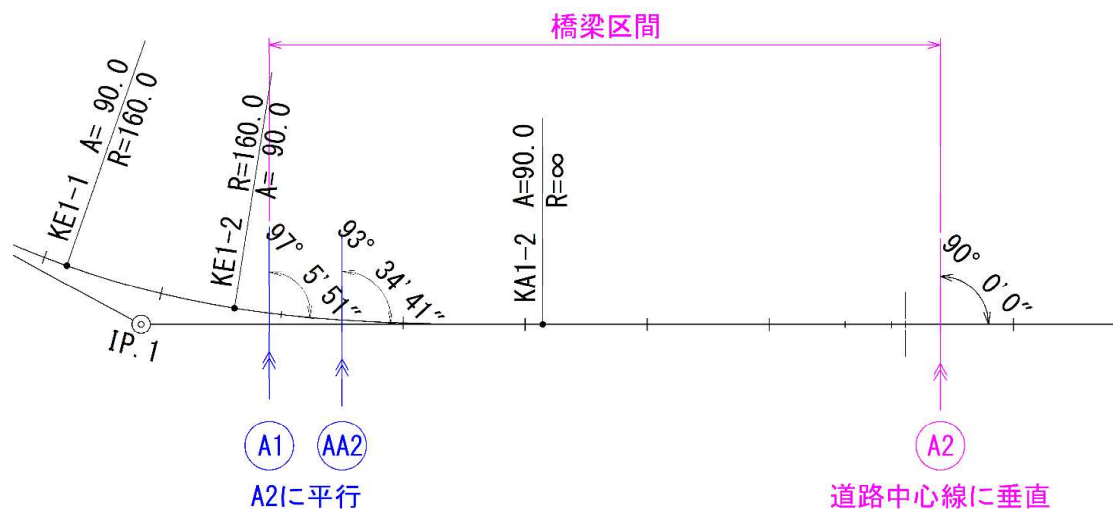
- ・ 直線区間の下部工

A2橋台：道路中心線に垂直に配置

- ・ 曲線区間の下部工

AA1橋台：アーチリブは直線配置となるため、A2のセット方向と同一方向に配置

A1橋台：補剛桁のみの区間であるが、**橋梁全体の移動方向を統一するため**、  
A2のセット方向と同一方向に配置



図一線形図(下部工セット方向)

## 4. 下部工の検討

### ● 検討条件

- ・ 地形による制約：急峻かつ複雑な谷地形に配置
- ・ 施工による制約：隣接・交差する現道交通を確保しながらの施工

## 4. 下部工の検討

### ● A1橋台の配置検討

決定した方針：極力後ろに下げる

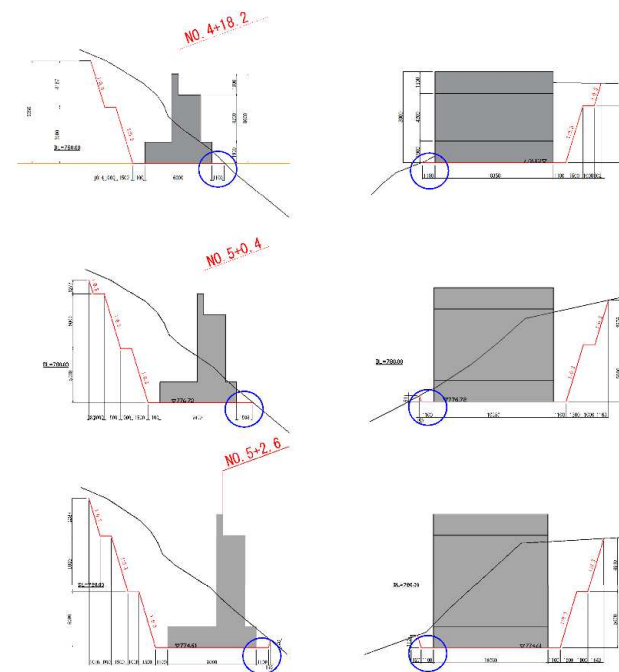
→橋台付近の地形は、前面側と左側の2方向に傾斜している

谷側の施工余裕幅1.1mを確保しようとする

橋台を前出しするほど橋台高が高くなるため、

極力後ろに下げる

※ただし、現道交通を支障しない位置とする



図—A1橋台位置検討

斜面上かつ岩が露呈する状況における掘削規模縮小の工夫

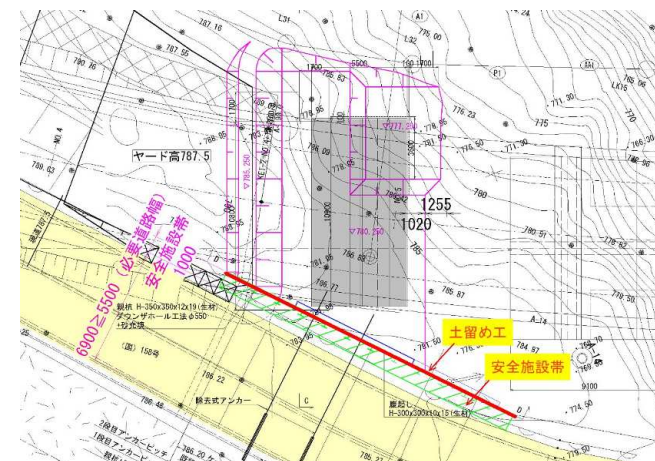
段差フーチングを採用：現道側である橋軸直角方向に

採用し、斜面上の下部工における掘削・土留め工の

規模縮小を図り、現場作業を省力化

→掘削範囲が小さくなり、施工時の現道交通を

通常時と同様の2車線確保することが可能に



図—A1橋台掘削範囲

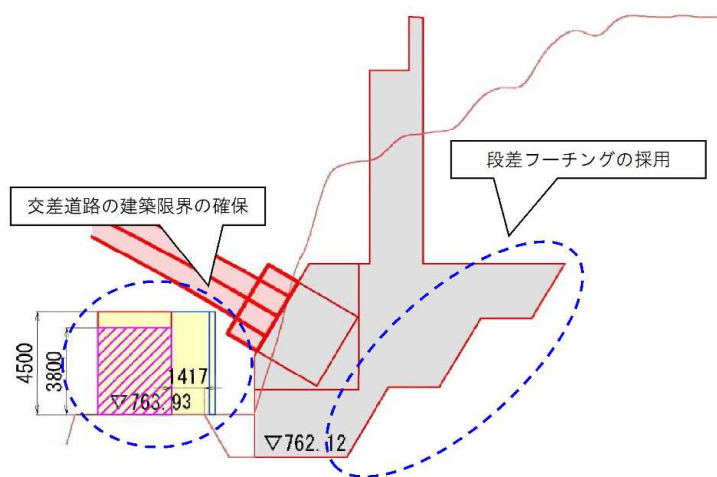
## 4. 下部工の検討

### ● A2橋台の配置検討

決定した方針：前面の道路に影響しない範囲で極力前に出す

→アーチ支間の短縮に繋がり、ライズ比の縮小を図る

段差フーチングを採用：勾配の厳しい橋軸方向に採用し、斜面上の下部工における掘削・土留め工の規模縮小を図る



図—A2橋台位置検討

## 4. 下部工の検討

### ● AA1橋台の配置検討

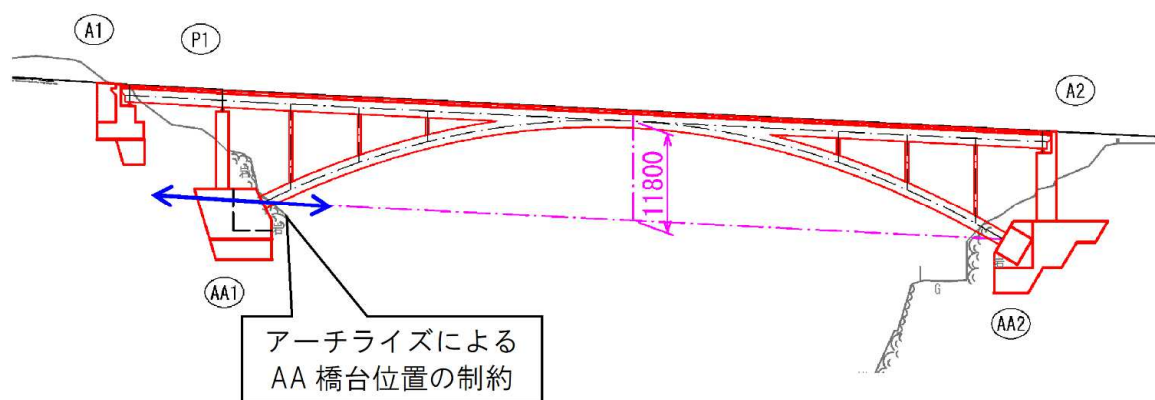
決定した方針：前面の道路に影響しない範囲で極力前に出す

※ただし、A2橋台の位置で決定されるアーチライズによってAA1橋台位置に制約あり

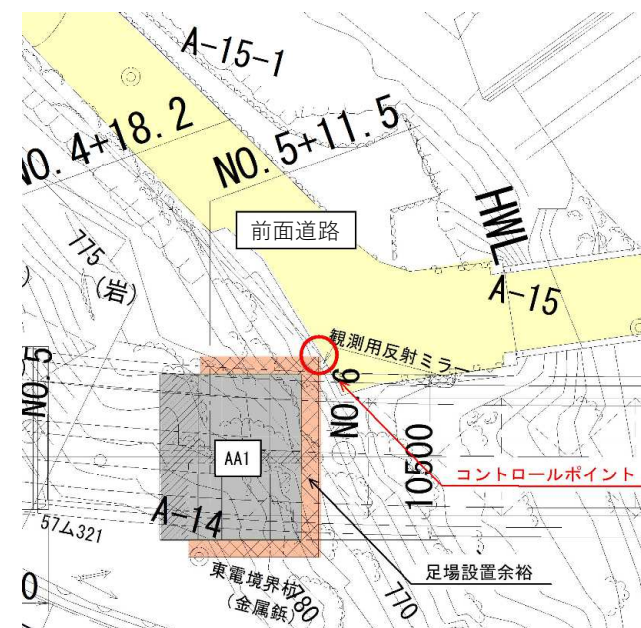
→アーチ支間の短縮に繋がり、ライズ比の縮小を図る

斜面上かつ岩が露呈する状況における掘削規模縮小の工夫

段差フーチングを採用：現道側である橋軸直角方向に採用し、斜面上の下部工における掘削・土留め工の規模縮小を図る



図—アーチライズによるAA橋台位置の制約



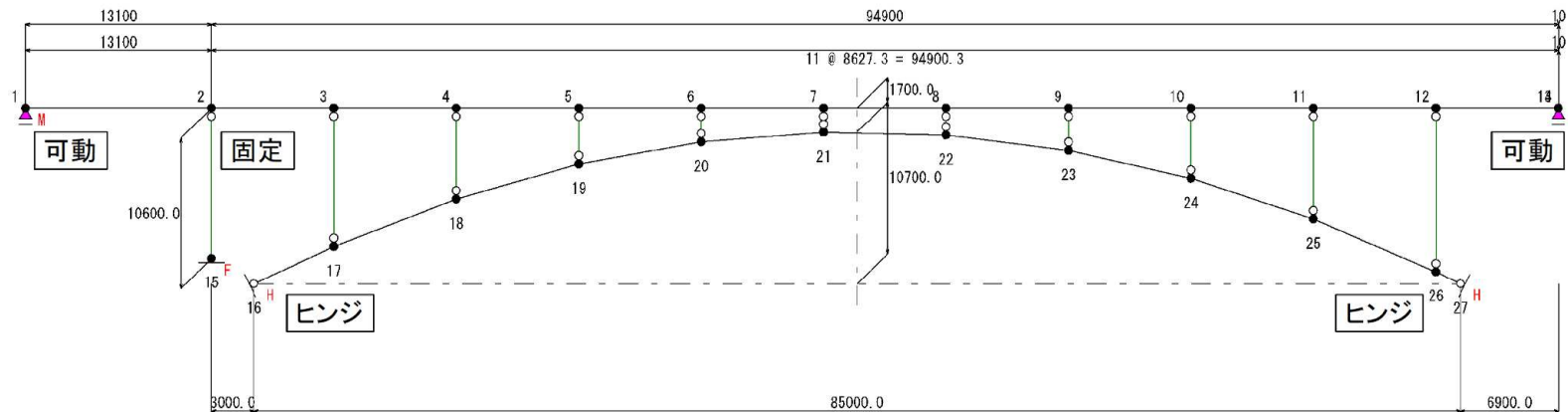
図—AA橋台位置検討

## 4. 支点条件の検討

### ● 検討概要

基本計画時の形状諸元を基本とした立体解析モデルにより、鋼上路ローゼ桁の応力発生状況を確認し、支点条件を検討

#### ・ 基本計画時の支点条件



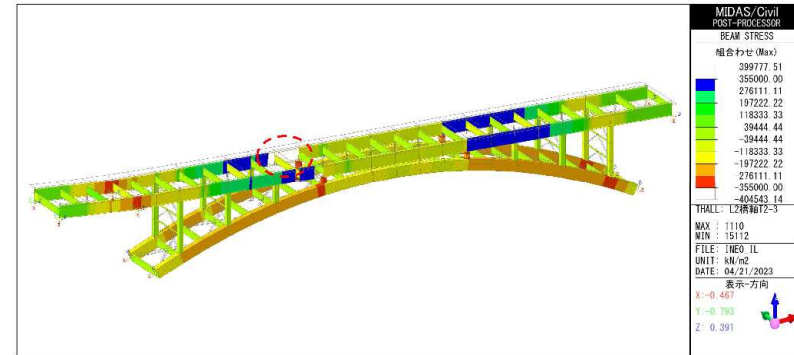
図一基本計画時の支点条件

## 4. 支点条件の検討

### ● 応力発生状況の結果

#### (1)-1 橋軸方向の結果

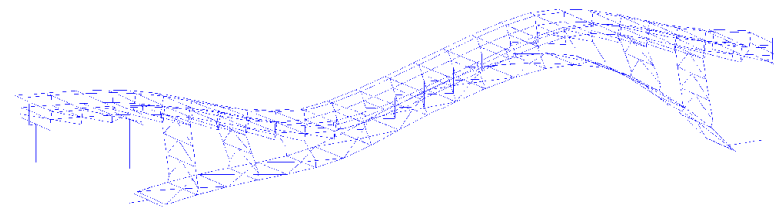
- 補剛桁は15%程度制限値を超過
- 補剛桁のアーチクラウン近傍やP1橋脚(AA1)上、アーチリブ端支柱部は制限値に近い応力が発生  
→ 詳細設計における部材照査を行うと  
制限値超過の可能性が高い



図—橋軸方向の応力発生状況

#### (1)-2 応力発生要因

アーチリブの大きな変形に伴い  
補剛桁が大きく変形していることによる  
→ アーチリブの変形を抑制する工夫が必要



図—橋軸方向の変形状況

## 4. 支点条件の検討

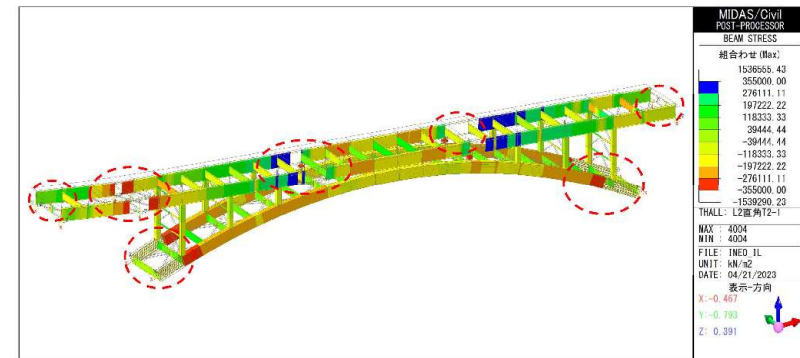
### ● 応力発生状況の結果

#### (2)-1 橋軸直角方向

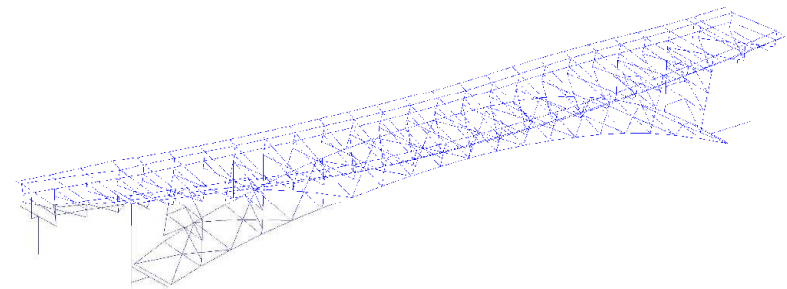
- 補剛桁・横桁・アーチリブ・鉛直材で  
制限値を超過
- 特に横桁では制限値の4倍超の応力が発生、  
→鋼材板厚の増加などでは対応できない
- 上記の部材を中心に制限値に近い応力が発生  
→詳細設計における部材照査を行うと  
制限値超過の可能性が高い

#### (1)-2 応力発生要因

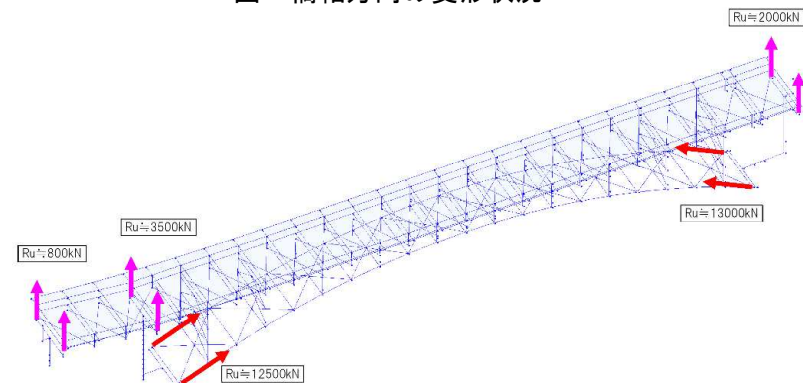
- アーチリブの大きな変形に伴い  
補剛桁が大きく変形していることによる
- L2地震時の直角方向では支承に大きな  
上揚力が発生し、支承単体での対応が困難  
→よって、直角方向の支承の固定条件の見直しと  
アーチリブの変形を抑制する工夫が必要



図一橋軸直角方向の応力発生状況



図一橋軸方向の変形状況



図一上揚力の発生箇所



## 4. 支点条件の検討

### ● 支点条件の改善方針

#### (1) 構造検討の結果

本橋梁の部材の多くはL2地震時の断面力で決定される

→ 一般的な上路アーチ橋の構造特性と一致

#### (2) 本橋梁において対応すべき特性

- ・ アーチライズ比が一般的な上路アーチの6に比べて7.41程度と大きく扁平であることから、アーチリブの軸力が大きくなる傾向
- ・ L2地震時の直角方向では、支承単体での上揚力対策では対応が困難であると考えられる  
大きな上揚力が発生

## 4. 支点条件の検討

### ● 支点条件の改善策

#### 改善方針

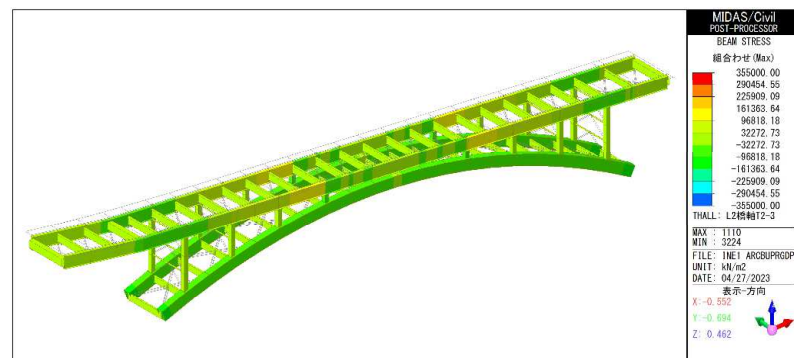
- ・アーチリブ基部の支承条件はアーチアバットと剛結とする  
→アーチリブ基部の変形を抑制するとともに上揚力に抵抗
- ・補剛桁の支承は、直角方向支承条件をL1地震までは固定とし、L2地震ではダンパーとする。  
→上揚力を低減し橋全体の応答を小さくする

上記の支承条件にてトライアル計算をした結果、橋軸・橋軸直角方向ともに**制限値以内に改善**

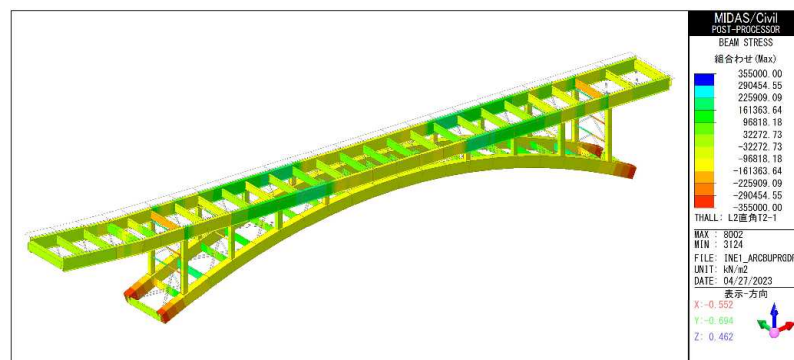
#### 本橋梁の支点条件の設定

以上より、本橋梁の支点条件は下記の通りとする

支点位置	橋軸方向	橋軸直角方向
A1	可動	固定(L1) 可動(L2)※ダンパー併用
AA1	可動	固定(L1) 可動(L2)※ダンパー併用
A2	可動	固定(L1) 可動(L2)※ダンパー併用
アーチ基部	剛結	剛結(L1) 剛結(L2)※ダンパー併用



図一改善した支点条件による橋軸方向の応力発生状況



図一改善した支点条件による橋軸直角方向の応力発生状況

## 5. 耐久性向上の細目

### ● 架橋地の条件

- ・ 積雪寒冷地域 → 凍害の懸念
- ・ 凍結抑制剤の散布路線 → 塩害の懸念

これらの条件下で、鋼部材の耐腐食性やコンクリートの耐久性を高めるための細目を計画

### 細目検討結果

検討部材	細目	選定理由・効果など	参考
上部工鋼部材	塗装仕様+増塗り  外面塗装の下塗りを1層増 (桁端部・添接部・桁下面)	凍結防止剤を含んだ路面水の飛散や植物の繁茂、隣接するダムからの放流によって、鋼材表面に緻密な錆層が形成されず、防食方法としては適切ではないと考えられるため  防錆対策	北陸地方整備局設計要領
RC床版・地覆	配合：高炉セメントB種もしくは フライアッシュ 水結合比：W/B=45%以下 空気量：6.0% 膨張剤：あり	密実化(耐久性)  乾燥収縮抑制 凍害対策 ひび割れ抑制	東北地方整備局の手引き
下部構造	最小純かぶり：90mm以上 水セメント比：W/C=50%以下	塩害対策区分Ⅰ相当 塩害対策区分Ⅰ相当	道路橋示方書Ⅳ編

### ● 検討要旨

扁平なアーチ形式かつ曲線を有する橋梁に対する計画として、以下のポイントを整理した。

- ・ 補剛桁とアーチリブの一体化によるアーチライズの改善
- ・ 曲線の道路線形に対応した構造計画
- ・ 急峻な谷地形に計画される下部工の配置計画
- ・ アーチリブの変形や上揚力の発生を踏まえた支点条件の工夫
- ・ 積雪寒冷地における耐久性・耐腐食性の向上の細目

### ● 参考文献

- 1) 道路橋示方書・同解説Ⅰ～Ⅴ編、日本道路協会、H29.11
- 2) 鋼橋構造詳細の手引き(改訂3版)、日本橋梁建設協会、R4.1
- 3) 東北地方におけるRC床版の耐久性確保の手引き、国土交通省東北地方整備局、R3.6
- 4) 設計要領(道路編)、国土交通省北陸地方整備局、R4.4