

## 接岨大橋 (仮称) の耐震設計

永井 篤<sup>1</sup>・榊原正彦<sup>2</sup>・鈴木辰夫<sup>3</sup>・滝 慎一郎<sup>4</sup>

<sup>1</sup>住友建設 (株) PC設計部 (〒160-8577 東京都新宿区荒木町13番地の4)

<sup>2</sup>静岡県島田土木事務所 川根支所 (〒428-01 榛原郡川根町家山1313-4)

<sup>3</sup>住友建設 (株) 静岡支店 土木部 (〒420-8505 静岡市伝馬町24番地の2)

<sup>4</sup>住友建設 (株) PC設計部 (〒160-8577 東京都新宿区荒木町13番地の4)

### 1. はじめに

接岨大橋 (仮称) は、静岡県中央部を南北に沿って流れる大井川上流の接岨峡に架設される上路式鉄筋コンクリート固定アーチ橋である。

本橋は、平成8年の道路橋示方書改訂以前に設計が完了していたため、施工開始前に道路橋示方書・同解説V耐震設計編<sup>1)</sup> (以下道示Vに略) による耐震設計の見直しを行い、耐震性能の照査を実施した。

ここでは、非線形動的解析による耐震性能の照査結果、およびじん性を考慮した鉄筋配置など、アーチ橋の耐震設計に関する特有の問題について報告を行う。

### 2. 橋梁概要

工事名：平成8年度 (町) 閑蔵線交流ふれあい橋梁受託工事 (第3工区)

工期：平成8年12月18日～平成12年3月15日

工事場所：静岡県榛原郡本川根町梅地地内～静岡市閑蔵地内

構造形式：上路式鉄筋コンクリートアーチ橋

橋長：215.000m

アーチ支間長：140.000m

幅員：9.200m

施工方法：メラン併用片持張出架設工法

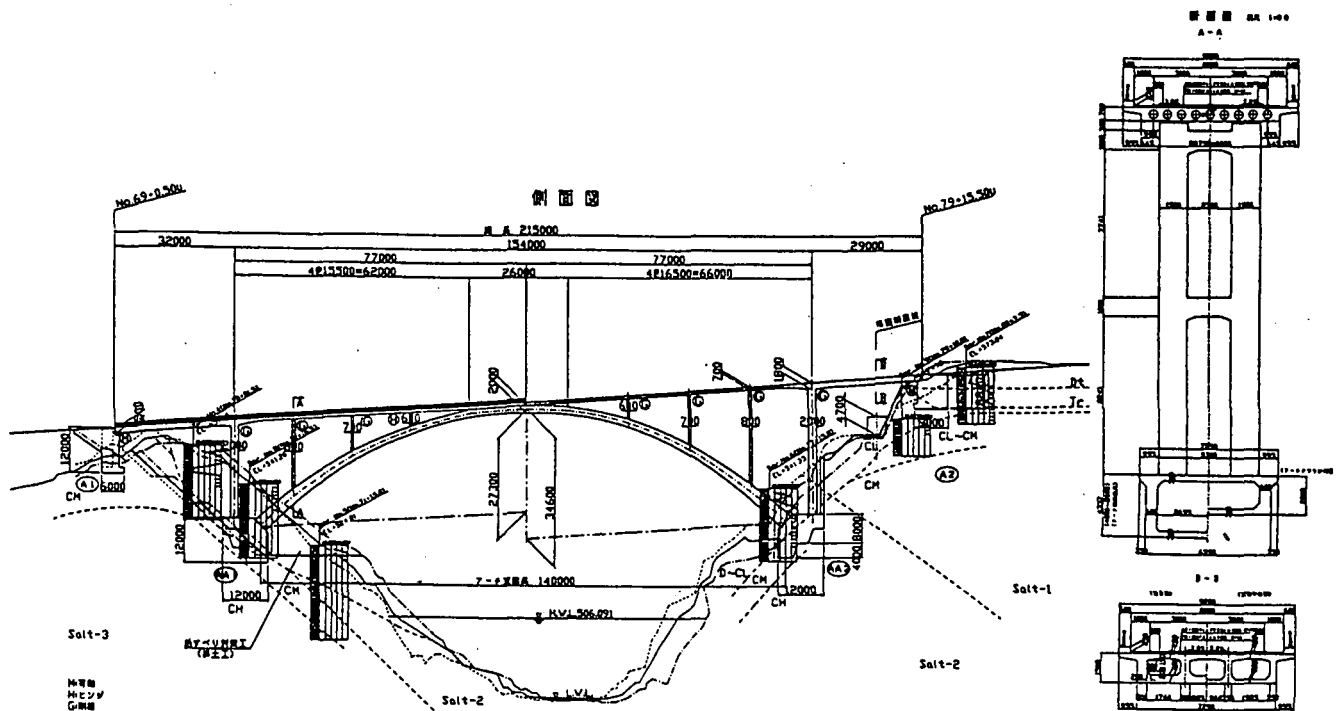


図-1 全体一般図

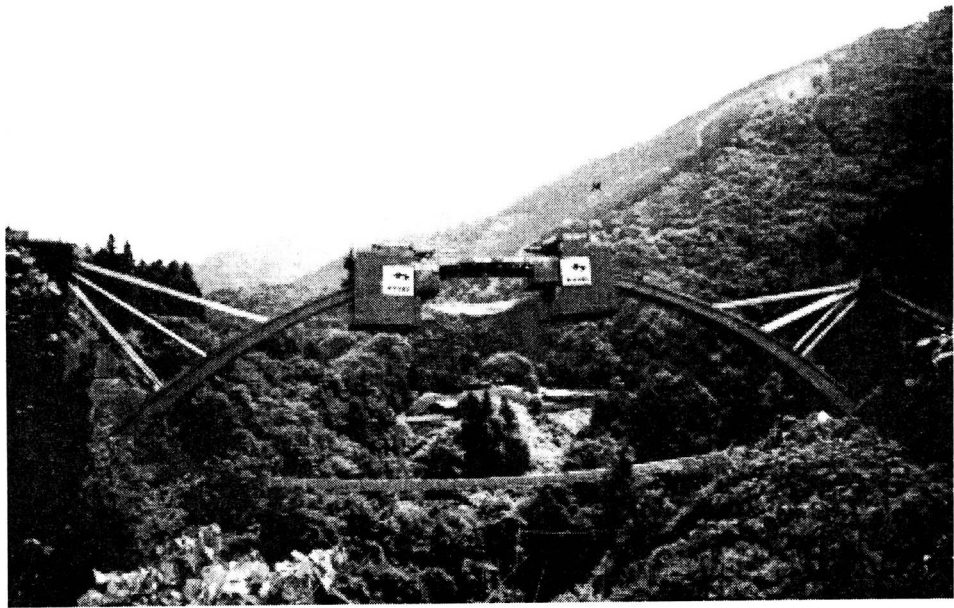


写真-1 工事状況

### 3. 耐震設計

ここでは地震時保有水平耐力法レベルの地震動に対する耐震性能の照査結果を報告する。

#### (1) 解析方法および解析モデル

耐震性能の照査は、道示Vの動的解析にしたがい、本橋は地震時の挙動が複雑な橋でかつ静的解析の適用が限定される橋として取り扱い、非線形時刻歴応答解析を行った。

解析は、各部材断面を複数の要素に分割したファイバーモデルに、各要素毎に応力-ひずみモデルを設定し、解析ソフト「Say-NAP」<sup>2)</sup>を用いて行った。

この解析ソフトを使用した理由は、断面のファイバーモデルに個々の材料要素の非線形性を入力することで、荷重載荷状態に応じた断面の剛性評価ができ、アーチ橋のような軸力変動の大きい部材に対しても任意の軸力に対する断面の曲げモーメントM-曲率φ関係

を求めずに解析できるためである。図-2に解析の計算モデルを示す。

骨組みモデルは、橋軸（面内）方向に2次元モデル、橋軸直角（面外）方向に3次元モデルを使用した。

図-3に骨組みモデル、図-4に断面モデル（2次元および3次元）を示す。

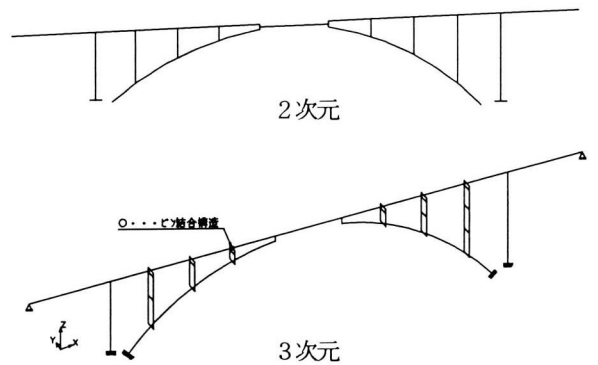


図-3 骨組みモデル

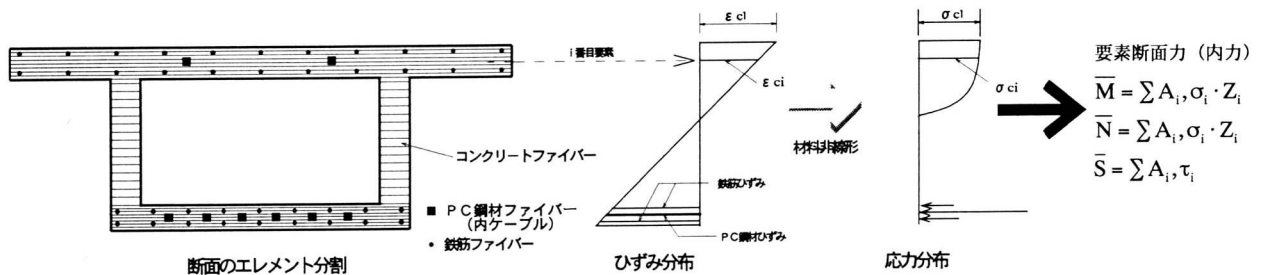


図-2 解析の計算モデル

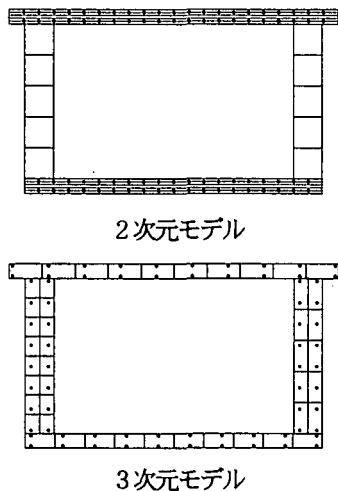


図-4 アーチリブスプリング断面モデル

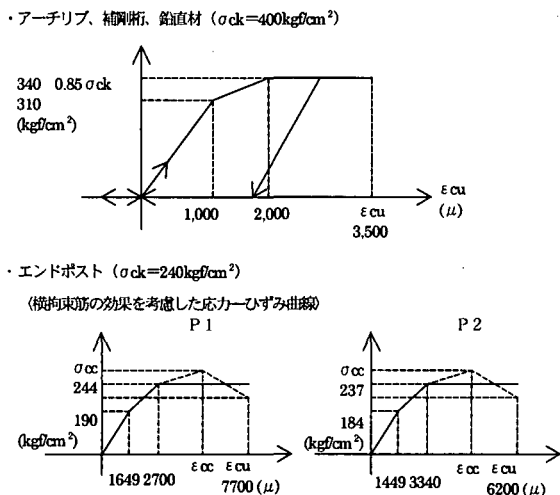


図-5 コンクリートの応力-ひずみ曲線

図-5は、解析に用いた材料特性を示したものであり、コンクリートの応力-ひずみ曲線はトリリニアカーブに近似した非線形モデルを使用した。

ここで横拘束筋の効果は、アーチリブに中間拘束筋を全長にわたり配置することが困難なため、エンドポストのみ考慮することとした。表-1に使用材料を示す。

種別	仕様	摘要
コンクリート	40N/mm <sup>2</sup>	7-リブ、補剛桁、鉛直材
	24N/mm <sup>2</sup>	エンドポスト
鉄筋	SD295A	全部材
P C 鋼材	SBPR 930/1180	7-リブ、補剛桁

表-1 使用材料

非線形時刻歴応答解析に用いる地震動は、面内、面外方向ともタイプ I、II について各 3 波ずつ、合計 6 波を考慮した。

## (2) 照査方法

照査方法は、設計計算で決定されている鉄筋配置について動的解析を実施し、算出された最大応答値に対して部材の安全度の評価を行う。下記に示す照査項目について安全でないと判定された部材については、鉄筋配置を変更し、安全性が確認できるまで繰り返し解析を行った。

① 曲げモーメントと軸力に対する照査: コンクリートと鉄筋のひずみに着目し、図-5 に示すフローにしたがって照査を行った。安全性の判定は、橋全体系が不安定となる様な位置に部材の塑性化が生じていないことをポイントとして行った。

また、補剛桁は PC 部材であるため、ウェブ最外縁の鉄筋ひずみが初降伏しないように鉄筋配置を決定した。

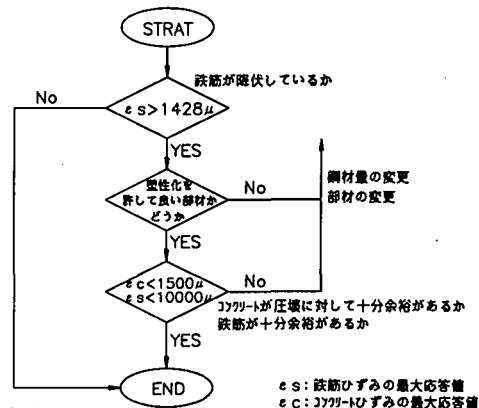


図-6 曲げモーメントと軸力に対する照査フロー

② せん断力とねじりモーメントに対する照査: せん断力の最大応答値に対するせん断耐力の照査を行い、配置鉄筋量を決定した。また、ねじりモーメントが作用する部材については、最大応答値に対してコンクリートの平均せん断応力度の照査を行い、せん断力とねじりモーメントに対する必要鉄筋量を配置した。

## (3) 照査結果および鉄筋配置

① 曲げモーメントと軸力に対する照査: 面内、面外とも全部材でコンクリートひずみの最大圧縮応答値が最大圧縮ひずみに対して余裕があるため、部材形状の変更は不要となった。鉄筋ひずみの最大引張応答値は、図-7 に示すように面内解析において複数の箇所でも初降伏に達しているため、鉄筋配置を変更して解析を行った。

その結果、アーチリブスプリング部、クラウン部および鉛直材上下端において鉄筋ひずみが初降伏に達したが、いずれも鉄筋ひずみが 4000 μ 以下、コンク

リート圧縮ひずみも 1500 $\mu$  以下となり、各部材断面は面内方向地震動の曲げモーメントと軸力に対し、耐力のあることが確認できた。

さらに、橋全体系での安全性については、配筋を変更することにより、構造が不安定となる位置での塑性化が生じないことを確認できたため、耐震性が確保されているものと判断した。また、面外方向の鉄筋ひずみは、初降伏に達していなかったため、面外方向については健全な状態であると判断した。

軸方向鉄筋配置は、アーチリブ、エンドポスト、鉛直材が耐震部材であることを考慮し、段落しを行わなかった。また、鉄筋継手は塑性化する部分については機械式継手を使用し、その他の部分は D25 以下の鉄筋に対して重ね継手を使用することとした。表-2 は解析により変更となった鉄筋を示す。

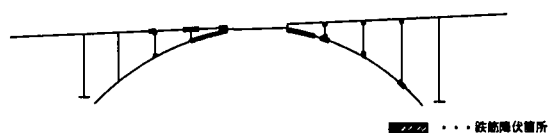


図-6 面内解析による鉄筋の初降伏箇所

種別	変更前	変更後	
軸方向鉄筋	上床版	D16 $\phi$ 250~D25 $\phi$ 125	D25 $\phi$ 125
	ウェブ	D16 $\phi$ 250~D22 $\phi$ 125	D22 $\phi$ 125
	下床版	D16 $\phi$ 250~D25 $\phi$ 125	D25 $\phi$ 125
横方向鉄筋	上床版	D16 $\phi$ 250	D16 $\phi$ 125~D19 $\phi$ 125
	ウェブ	D16 $\phi$ 125~D22 $\phi$ 125	D19 $\phi$ 125~D22 $\phi$ 125
	下床版	D16 $\phi$ 250	D16 $\phi$ 125~D19 $\phi$ 125

表-2 アーチリブ鉄筋配置

② せん断力とねじりモーメントに対する照査:せん断力およびねじりモーメントの最大応答値によるコンクリートの平均せん断応力度は、せん断応力度の最大値を下回ったため、部材形状の変更は不要となった。

せん断耐力は、図-8 に示すように面内解析において複数の箇所でも不足したため、耐力を満足するように鉄筋配置を変更した。さらに、せん断力とねじりモーメントに対する横方向鉄筋（スターラップ）量の照査を行った結果、鉄筋量が不足している部材もあるため、必要鉄筋量を配置した。

面外方向のせん断耐力は、全部材において満足しているため、ねじりモーメントに対して不足する横方向鉄筋（上床版・下床版）量のみ配置した。

横方向鉄筋配置は、耐震部材であるアーチリブ、エンドポスト、鉛直材について拘束効果が期待できる加工形状に変更した。さらに、中間拘束筋は、エンドポスト、鉛直材について全長にわたり配置を行った。しかし、アーチリブは箱桁部での上下床版厚が 300 mm であり、中間拘束筋を全長にわたって配置した場合、鉄

筋配置が密になり施工性の低下も懸念されたため、軸方向鉄筋が降伏する部材のみ中間拘束筋を配置した。

ちなみに本橋のように上床版に架設時 P C 鋼棒が配置されている箱桁断面に中間拘束筋を配置する場合、コンクリートの施工性などを考慮して 400~450 mm 程度の床版厚が必要であると考えられる。

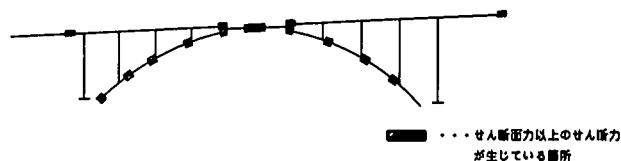


図-8 面内解析によるせん断耐力の不足箇所

#### 4. おわりに

耐震性能の照査により、アーチリブの鉄筋量は保有水平耐力レベルの地震動により大きく増加することが確認された。また、耐震性能を向上するための鉄筋配置をアーチリブ部材に適用する際のいくつかの問題点も確認することができた。例えば、アーチリブ箱桁断面の中間帯鉄筋の配置方法や部材厚の設定などについては、今後解決しなければならない課題の一つであると考えられる。

本橋は平成 11 年 7 月末にアーチリブの併合を完了し、竣工を目指して鋭意施工中である。アーチリブ施工後は、鉛直材、補剛桁の施工を順次行う予定である。

最後に、本論文にあたり、多大のご指導、ご協力を頂いた関係各位にこの場をお借りして深く感謝の意を申し上げます。

#### 参考文献

- (社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，平成 8 年 12 月
- 玉置，新井，板井，山崎：非線形解析プログラムの外ケール構造への適用と今後の標準化について プレストレストコンクリート技術協会，第 5 回シンポジウム論文集，1995.10