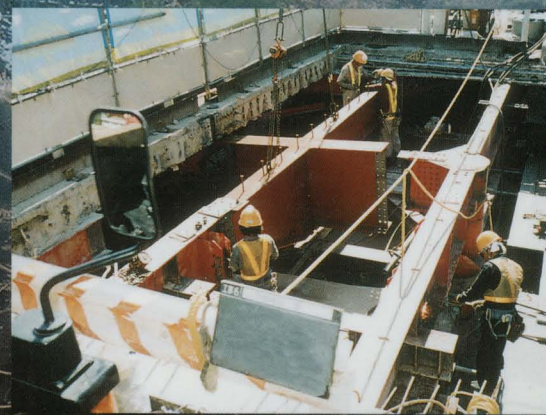


山神橋 リフレッシュ工事の記録

山神橋の損傷と補強対策



平成14年3月
国土交通省 東北地方整備局
福島工事事務所

発刊にあたって



国土交通省福島工事事務所長 大西 亘

一般国道13号東北内陸部の政治・経済・社会を支える大動脈であり、このうち福島県・山形県境区間は「栗子道路」と称され、その歴史は初代山形県令三島道庸によって建設された「万世大路」（明治14年完成）へと遡ることになります。その後、モータリゼーションの進展により改修工事が進められ、現在のルートとなったのは昭和41年です。

「栗子道路」はいわゆる“峠越え”の山岳道路であり、長さ2,000mを越える東西栗子トンネルをはじめとする7つのトンネルと山神橋など14の橋梁で構成されており、供用以来30年以上の経過と交通量や大型車の混入率も増加するなど、道路施設全体の疲労・老朽化が進んでいる状況にありました。

山神橋（橋長106.6m、綱上路式アーチ橋、昭和38架設）においても、ゲルバー構造部と中間垂直材端部の接合部に疲労による亀裂が発生し、落橋の危険があったため平成4～5年度に応急復旧および補強工事が行われました。

さらに、平成9年10月には栗子道路の安全かつ快適な道路交通を確保するため、学識経験者、専門家、道路管理者からなる「栗子道路保全・管理検討委員会」を設立し、東栗子トンネルおよび山神橋の抜本的な対策について検討が行われました。この結果、山神橋が疲労による亀裂が再発する可能性が高いと判断され、平成11～12年度にかけゲルバー部の連続化等の補強工事が行われ、新橋レベルの性能を確保することができたとともに、新橋架橋と比較して大幅なコスト縮減を図ることができました。

さらに、施工段階毎に各々の対策効果を計測確認しながら工事を行うなど、貴重なデータを得ることができました。

これらの対策により長期的な安全性が確保されることで、栗子道路の防災対策・危機管理の充実が図られるとともに、今後の地域間交流の促進、地域経済の活性化に大きく寄与するものと確信しています。

この冊子は「栗子道路保全・管理検討委員会」および「栗子道路保全・管理検討委員会橋梁分科会」での山神橋に関する検討内容を整理するとともに、設計方針、工事状況および補強効果を取りまとめたものであり、別冊「東栗子トンネルの変状と対策」とともに今後の道路管理施設の補修技術の参考として活用していただければ幸いです。

平成14年3月



まえがき 1

第1章 概 要 1

 1. 栗子道路の沿革 1

 2. 山神橋補強対策の概要 3

 2-1 橋梁諸元 3

 2-2 損傷発生から対策工までの流れ 6

第2章 損傷発生と補強対策 10

 1. ゲルバーヒンジ部の損傷状況と補強対策 10

 1-1 損傷状況と応急対策 10

 1-2 補強対策 13

 1-3 亀裂発生の可能性の評価 14

 2. 中間垂直材の損傷状況と補強対策 17

 2-1 損傷状況 17

 2-2 補強対策 18

 2-3 亀裂発生の可能性の評価 19

 3. その他の部位の損傷状況 22

 3-1 I形鋼格子床版下面の腐食 22

 3-2 支承の腐食 24

第3章 第一次補強 25

 1. ゲルバーヒンジ部の補強 25

 1-1 補強計画の検討 25

 1-2 連続化の補強工事 36

 1-3 現地計測による補強効果の検証 42

 2. 中間垂直材の補強 44

 2-1 補強計画の検討 44

 2-2 中間垂直材接合部の補強工事 50

 2-3 現地計測による補強効果の検証 51

 3. その他の部位の補強 53

 3-1 張出し床版の補修 53

 3-2 支承の取替え 57

第4章 第二次補強 58

 1. 中間垂直材の二次補強 58

 1-1 補強計画の検討 58

 1-2 斜材増設の補強工事 67

 1-3 計測による補強効果の検証 71

 2. その他の部位の調査結果と対応 77

 2-1 溶接部止端仕上げ 77

 2-2 アーチリブ内ダイヤフラム溶接部の亀裂調査 78

 2-3 アーチリブ内面塗装 80

第5章 その他	81
1. 今後の維持管理	81
1-1 ゲルバーヒンジ部	81
1-2 中間垂直材	81
2. コスト縮減対策について	82
3. 広報活動	84
4. 委員会	91
4-1 栗子道路保全・管理委員会の検討経緯	91
4-2 委員会名簿	95
まとめ	96

※本橋の数値の単位は、SI単位移行前の数値と比較となるため、従来単位に統一して表示する。

※ $\text{kgf/cm}^2 \times 0.098 \rightarrow \text{N/mm}^2$

第1章 概要

1. 栗子道路の沿革

栗子道路は、福島秋田を結ぶ一般国道13号のうち福島市飯坂町から山形県米沢市までの延長20.1kmの区間である。奥羽山脈を貫くこの区間最大の標高差はおよそ500mであり、長さ2000mを越える東栗子西栗子の2本のメイントンネルをはじめ、7本のトンネルと14本の橋梁がある山岳道路である。

奥羽山脈をトンネルで貫き、山形県と福島県の交通の要となる栗子峠越えの道路が最初に建設されたのは、明治始めのことである。

この道路の重要性を唱え、陣頭指揮をとって建設に臨んだのが薩摩藩出身の初代山形県令三島通庸である。当時、今の米沢市と福島市を結ぶ街道は、坂谷峠で奥羽山脈を越える米沢街道しかなかった。三島は、米沢街道の板谷峠越えルートの整備ではなく、標高1,217mの栗子山を越える新しい道を建設する方針を明治9年山形県令に着任後すぐに打ち出した。そして、栗子山の標高880mのところ長さに約864mのトンネルを掘る計画を示し、着任して僅か4ヶ月後に工事着手した。奥羽山脈を貫く前代未聞の大工事は、着工から4年あまりたった明治13年10月に一番の難工事だった栗子山隧道が貫通し、福島県側の道路の建設が終わった明治14年10月に開通の運びとなった。開通式には行幸途中だった明治天皇がご臨席され、この新道を「万世大路」と名付けられた。

三島が万世大路を建設してから50年あまり経った昭和初期になって、自動車の普及で万世大路は国道としての役目が果たせなくなり、昭和8年、直轄事業として万世大路の改修工事が着手された。工事は4年がかりで進められ、トンネルは幅6m、高さ6.1mに拡張された。道路も13kmにわたって改修され、自動車が通行できるようになった。

戦後の高度経済成長期には、モータリゼーションの進展に伴い、トラック運送はその重要性を飛躍的に増したが、昭和30年代の栗子道路は、昭和はじめの改修で自動車は通れるようになったものの、急勾配やカーブはドライバー泣かせの難所であった。しかも、峠付近の標高が800mもあったため積雪は2mを越え、冬期間は5ヶ月も通行止めとなり、沿線の社会・経済に大きな影響を与えていた。

昭和31年に栗子道路改修の調査が着手され、冬期間でも通行を確保するために5年の歳月をかけて調査検討が繰り返された。地質、建設費などの総合的な比較から、東栗子トンネルと西栗子トンネルを建設して奥羽山脈を越える現在のルートが決定し、このルートに現在の山神橋が計画された。昭和36年から飯坂-米沢万世町20.1kmの施工が開始、昭和41年5月29日に開通され、当時の技術の粋を集めたものとなった。

山神橋は、深い溪谷を横過する架設地点の状況から、上部工の形式は限定され、さらに上路形式が望ましい点から上路式アーチ案が選定された。そのうち2ヒンジアーチではあるが、パイプアーチとリブアーチの案を比較対象とし、その得失について検討した。

当時我が国でのパイプアーチの施工例としては、水路橋があるのみで道路橋の施工例はなかった。断面性能から言ってパイプ断面は最も優れたものであるが大口径鋼管の製作および設計計算上ポスト位置における断面計算に問題があると考えられていたため、最後までパイプアーチ施工の希望をもっていたが、最終的には、「施工例がない」ということで、リブアーチ案に決定された。しかし弦材はパイプ断面からボックス断面になったが、垂直材にはパイプ断面を使用し、対傾構を非常にすっきりしたものにするよう計画した。上部工の有効幅員については、走行条件を重視して側方クリアランスを出来るだけ大きくとるものとし、 $W=8.0\text{m}$ で設計した。架設はケーブルエレクション工法により行い、昭和38年に完成した。

現在の交通量は1万台、内大型車は半数の5000台と多く、他に迂回路がない栗子道路は福島と山形県置賜地方を結ぶ物流の要であり、生命線となっている。峠付近の標高は628mで冬期間は1mを越える積雪となるため、道路は車道 $6.5+1.0\times 2=全8.5\text{m}$ で設計され、また、万全の除雪体制により交通が確保されている。

建設から30年以上が経過した現在の栗子道路は、建設当時1日およそ1000台だった交通量が10倍の1万台にまで膨れ上がり、予想外の交通量増大に加え、車両の大型化や荷重の増大による影響などでトンネルや橋梁の一部に劣化や損傷が見つかり、抜本的な補修が必要になった。



図 1.1 山神橋架橋位置概要図

2. 山神橋補強対策の概要

2-1 橋梁諸元

本橋は昭和38年に架設された橋長106.6m、有効幅員8.0mの一等橋(TL-20)で、主径間が上路式アーチ橋、両側径間が単純非合成鉄桁橋により構成されている。橋梁諸元を以下に示す。全景写真を写真1.1、橋梁一般図を図2.1に示す。

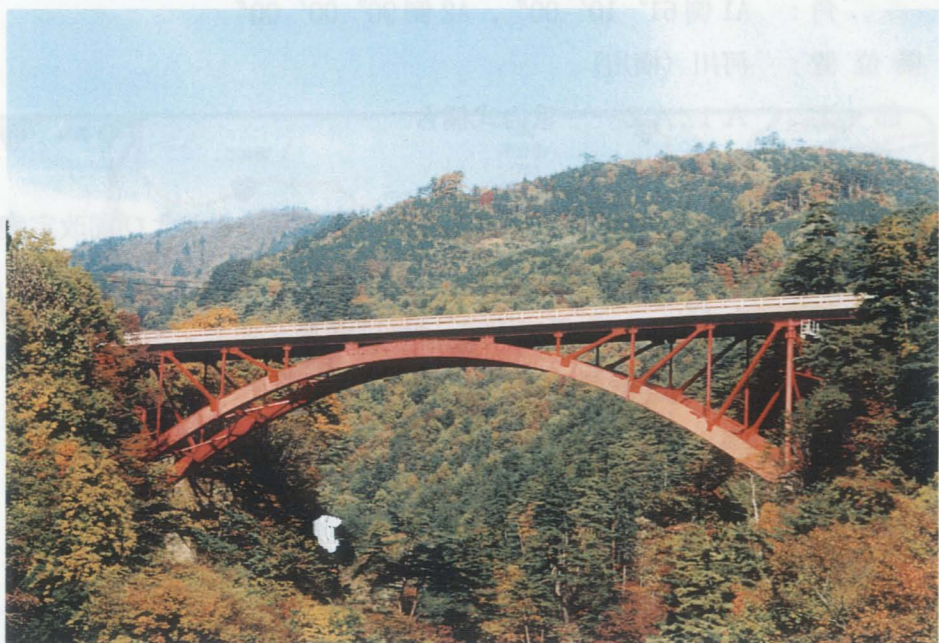
箇所	福島県福島市中野
路線	一般国道13号(距離標14.7km)
橋格	一等橋(TL-20活荷重)
橋種	鋼上路式アーチ橋(主径間), 単純非合成鉄桁(両側径間)
橋長	106.600m
支間割	9.450m+83.000m+12.450m
幅員構成	0.60m+8.00m+0.60m(歩道なし)
アーチライズ	14m ライズ比=1/5.93
床版	I形鋼格子床版 t=190mm(昭和58年打替え)
舗装	アスファルト舗装 t=80mm
斜角	A1側 61° 10' 00", A2側 90° 00' 00"
架橋位置	河川(横川)
下部工	A1, A2----重力式橋台
完成年	昭和38年
適用示方書	昭和31年制定 鋼道路橋設計製作示方書および同改定案
現交通量	交通量9010(台), 大型車交通量4318(台), 大型車混入率47.9%(%) (H11道路交通センサス) (12時間観測, 地点名: 福島市飯坂町中野字赤落2-1)

当時我が国でのパイプアーチの施工例としては、水路橋が多数あり、橋脚の構造も単純なものであった。断面性能から言ってパイプ断面は最も優れたものであるが大口径鋼管の製作および設計計算上ポスト位置における断面計算に問題があると考えられ、



補強前

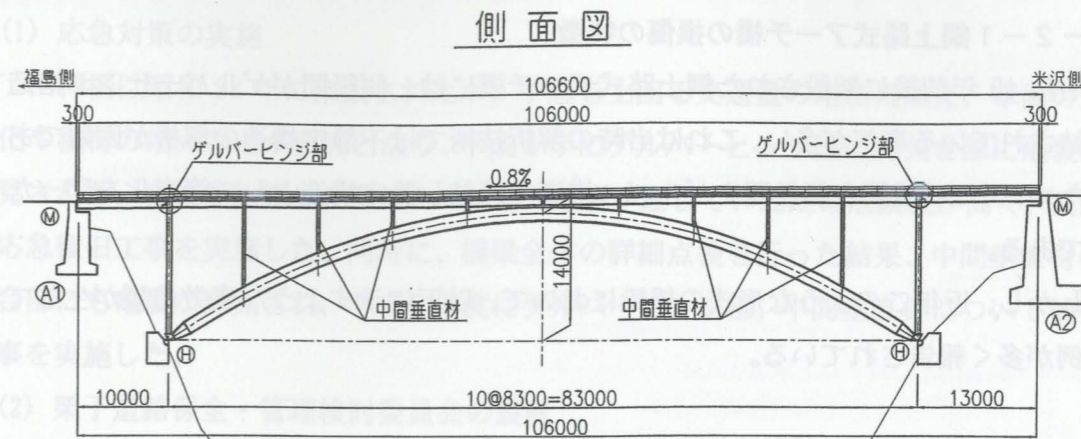
交通量が10倍の1万台にまで増え、車道の幅員拡大や荷重の増大による影響が顕著となり、根本的な補修が必要になった。



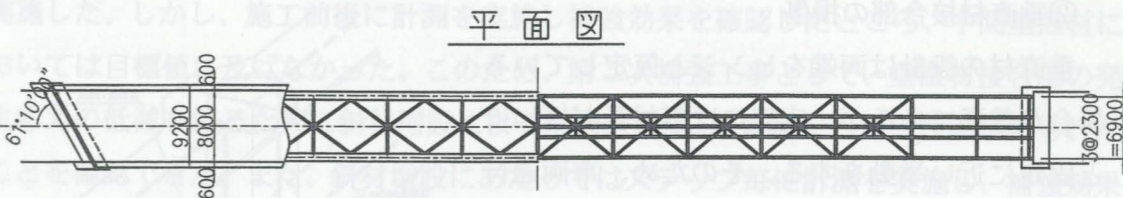
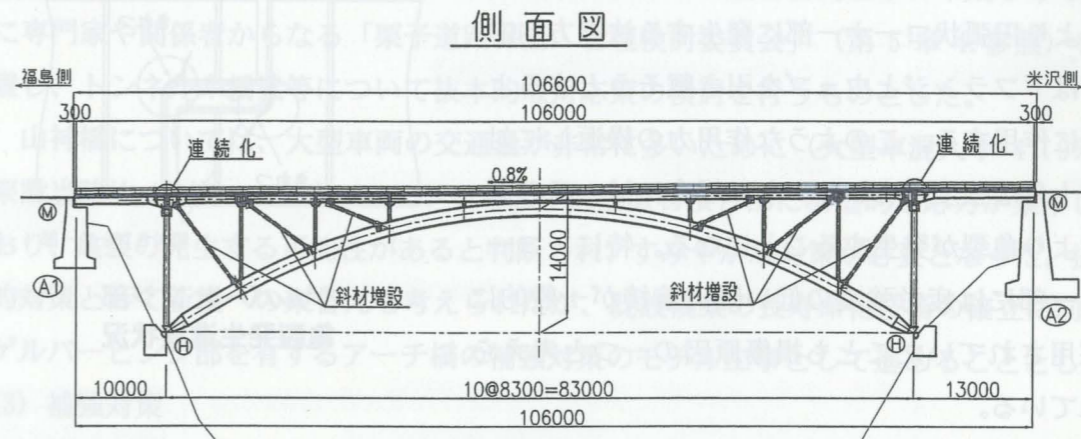
補強後

写真 1.1 全景写真 下流側より

補強前



補強後



断面図

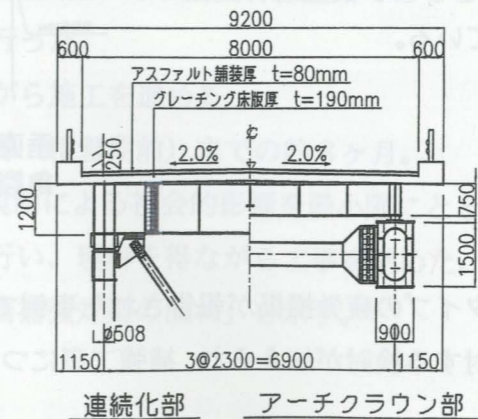


図 1.2 橋梁一般図