

## 7 道路構造物研究部

### 道路構造物の信頼性に関する調査検討

Study on reliability of road structures

道路構造物研究部 橋梁研究室

(研究期間 平成 26～28 年度)

室 長	玉越 隆史
主任研究官	白戸 真大
研 究 官	宮原 史
交流研究員	松村 裕樹

#### [研究目的及び経緯]

本研究は、信頼性の観点からは道路構造物の本体構造の性能との関係性において計画的に安全余裕が見込まれていない様々な付属物や付帯設備を念頭に、本体構造と調和した安全性を有するように設計する方法を確立することを目的としている。

平成 27 年度は、平成 26 年度に収集した既往の事故事例を分析するとともに、道路橋など本体構造物と比較して構造が単純な標識・照明柱を対象に現況の第三者被害リスクやリスク低減対策を行った場合を想定した第三者被害リスクの試算を行い、これらの結果から第三者被害防止に着目した構造設計手法を検討した。

### 部分係数設計法の信頼性向上に関する調査検討

Study on the enhancement in reliability of partial factor design method

道路構造物研究部 橋梁研究室

(研究期間 平成 26～28 年度)

主任研究官	白戸 真大	室 長	玉越 隆史
研 究 官	河野 晴彦	研 究 官	宮原 史
交流研究員	正木 守	交流研究員	窪田 真之

#### [研究目的及び経緯]

国総研では、信頼性設計の考え方を基礎とし、国際的技術基準の標準書式でもある部分係数設計体系への転換を視野に道路橋の技術基準の見直しに必要な検討を進めている。過年度までに現行の道路橋示方書の個々の荷重の統計的な再評価を行った。

平成 26 年度までに B-C 過程という確率過程に従って荷重を同時載荷し、主要な部材の組合せ断面力 100 年最大値分布（極値分布）を求めた結果から、荷重組合せと各組合せに対応する荷重係数を提案している。平成 27 年度は、橋の種類、形式に出来るだけ依存しない荷重組合せと荷重係数の評価法を考え、検証計算を実施し、過年度に提案した荷重組合せと荷重係数の妥当性の検証を行った。

## 高度な構造解析手法を用いた安全性及び耐久性評価法の基準化に関する調査検討

Study on practical design norms for the strength and durability of bridges refined structural computation

(研究期間 平成 26～28 年度)

道路構造物研究部 橋梁研究室

室 長	玉越 隆史
主任研究官	白戸 真大
研 究 官	宮原 史
研 究 官	河野 晴彦
交流研究員	正木 守

### [研究目的及び経緯]

道路橋の設計や施工において、施工の省力化やコスト縮減を目的として、高強度材料や大断面部材からなるコンクリート柱、コンクリート上部構造などの検討例が増えつつあり、これらに対して、合理的な設計基準を確立するためには、構造物の各種限界状態やコンクリートの応力状態について精度よく推定できる高度な構造解析手法の確立が求められる。

平成 27 年度は、過年度実施した高強度鉄筋を用いた RC 橋脚の交番載荷試験結果に対して、様々な解析手法により再現解析を行うことで、各種損傷が発生する水平力と水平変位を精度よく推定できる解析手法を検討した。その結果、国総研の提案する M- $\phi$  モデルを用いた再現解析を行った場合、ほぼすべての損傷状態を安全側に再現できることを確認した。

## 連結部の損傷制御及び信頼性に関する調査検討

Study on the damage control reliability of bridge joint fastened with bolts

(研究期間 平成 27 年度)

道路構造物研究部 橋梁研究室

室 長	玉越 隆史
主任研究官	白戸 真大
研 究 官	河野 晴彦
研 究 員	岡田紗也加
交流研究員	窪田 真之

### [研究目的及び経緯]

近年、交通量が増加していることから、鋼橋の溶接部からの部材への疲労亀裂が報告されている。疲労亀裂が生じた部材の補強方法の一つとして、当て板補強が挙げられる。当て板補強では、高力ボルトで締め付けた添接板に摩擦により応力が伝達されることから補強効果を得る。しかし、既設構造への補強では、締付箇所まで手を伸ばせないなどの構造上の制約を受ける場合などに直面することある。このような問題に対しては、片面から施工できる特殊なボルトが使用されることがあり、平面部材においては実績もある。しかし時には管部材に当て板補強をする場合もあるが、管部材は、その形状が曲面形状であるため、補強効果を得るためには、板同士が接触しており、ボルト締付後に、ワッシャーやナットが部材に対して反力がとれ、ボルトには所定の軸力が導入されている必要があるため、平面に対する締付けと比べると多くの不確定要素がある。このような懸念項目に対して、曲面状の管部材に対して当て板補強をするときの補強効果を管部材および平板部材によるすべり試験を実施し、結果を分析、考察することで補強効果を明らかにすることとした。

## 道路構造物の総合的アセットマネジメントシステムの構築のための調査

Study to establish comprehensive asset management system for road structures

(研究期間 平成 26～28 年度)

道路構造物研究部 橋梁研究室

室 長	玉越 隆史
主任研究官	白戸 真大
研 究 官	河野 晴彦
研 究 員	岡田紗也加
交流研究員	松村 裕樹

### [研究目的及び経緯]

本研究は、ライフサイクルコストの推計信頼性や信頼性区間も踏まえた信頼値活用手法の検討に必要な基礎資料を得るため定期点検データの質、量、劣化曲線推定の不確実性、措置実施時期評価の不確実性などが、維持更新費用、次期の推定誤差に与える影響を整理する。

平成 27 年度は、主要な部材の主要な損傷に対して、橋梁形式、部位、架橋環境等を組み合わせた劣化パターンについて、損傷発生状況及び損傷進行状況の予測データの作成を行った。また、損傷程度毎の予防保全と事後保全の典型的な補修補強工法を設定し、直轄橋梁の過去の補修履歴データを用いて、補修補強目的、補修補強費及び工種ごとの単価のばらつきに着目した統計値を算出した。さらに 500 橋程度のそれぞれの橋について、予測データと補修補強単価を用いてライフサイクルコストの試算を行い、試算結果の比較によって、推計手法の特徴を整理した。

# 既設道路橋の補修・補強設計基準に関する調査検討

Development of Design Standards for Repair and Reinforcement Works of Existing Highway Bridges  
(研究期間 平成 24～27 年度)

道路構造物研究部 橋梁研究室

Road Structures Department

Bridge and Structures Division

主任研究官 白戸 真大

Senior Researcher Masahiro Shirato

研究官 河野 晴彦

Researcher Haruhiko Kouno

室長

Head

研究官

Researcher

研究員

Research Engineer Sayaka Okada

玉越 隆史

Takashi Tamakoshi

宮原 史

Fumi Miyahara

岡田 紗也加

General principles and standards for investigation, design, and repair and reinforcement works have been desired recently with the rapid increase in the number of aging highway structures. This project has gathered basic scientific data to establish new standards for major investigation and repair works for decks and girders. Limit states of reinforced RC decks, test methods for the load bearing capacity evaluation of decks and girders, and the hot bending work standards for steel members through experiments and numerical simulations.

## [研究目的及び経緯]

高齢化の進展により我が国の道路橋では様々な劣化や損傷の事例が報告されている。既設橋の補修補強の増加が見込まれる中、調査法や代表的な補強原理に対する設計施工法の体系化を進める必要が高まっている。

損傷した橋梁の調査は目視や非破壊検査により行われることが多いが、耐荷性能の低下程度を評価するためには、目視情報に加えて、出来るだけ多角的かつ定量的に情報が得られるのがよい。また、補修補強設計では、損傷部材に対する補強材料の一体化や荷重分担の評価、また、補修補強後の点検方法など新設橋の設計とは異なる技術的課題に対処する必要がある。

本研究では、鋼板接着補強の RC 床板の点検や設計に必要な限界状態に関する実験、床板や桁の健全性評価のための合理的な耐荷力評価試験方法のフィージビリティスタディ、及び鋼部材の断面形状矯正を鋼材の機械的性質をできるだけ損なうこと実施するための施工条件に関する実験を実施した。

## [研究内容及び研究成果]

### 1. 既設RC床版の輪荷重走行試験

RC 床版の疲労損傷は、橋に生じる最も代表的な損傷の一つである。補強方法の一つとして、鋼板や炭素繊維を床板下面に接着するものがあり、製作した床版供試体に輪荷重走行試験機を用いて損傷を生じさせたいと、補強を行い、さらに輪荷重走行試験を行うことで、実験室レベルの検証では一定の補強効果が確認されている。しかし、既往の研究は、あくまでも輪荷重走行試験機で模擬損傷を与えた場合に対して実施され

たものであり、実際の供用・暴露状態で損傷を受けた床版に対する補強効果に関する定量的な実験データは蓄積されていない。そこで、本研究では、長期間供用されていた実際の道路橋から、ひび割れが同程度（幅、間隔）の部分をもつて3つに分けて切り出し、供試体 No. 1（鋼板なし）、No. 18（鋼板あり）および28（鋼板あり）とした。供試体 No. 18 は、鋼板接着が剥がれた状態を再現するため、試験前に床版下面に剥離剤を塗布後、鋼板補強を施した。

実験の結果（図-1）、無補強の供試体 No. 1 は、輪荷重走行回数が2万回で破壊に至ったのに対し、No. 18、28 は走行回数30万回においても破壊には至らなかった。すなわち、模擬損傷に対して検証されているように、実橋にて進行した劣化に対して鋼板接着補強の効果があることがわかった。ただし、供試体 No. 28 よりも No. 18 のたわみの進行が速かった。この結果は、鋼板の付着切れが生じているときには補強効果が低下することを示唆している。点検にて鋼板の浮きが確認されたときには床版およびアンカーの状態の把握を慎重に行う必要性が高いと考えられる。今後、炭素繊維を用いた場合なども含めて、さらなるデータの蓄積が課題である。

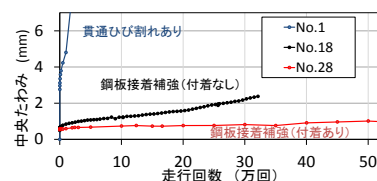


図-1 試験結果（床版中央たわみ）

## 2. 活荷重に対する耐荷力性能評価の検討

非破壊検査やサンプル採取だけでは部材内部の損傷状態すべてを定量的に把握することが困難であり、特に損傷が深刻であると想定される場合には、耐荷性能を評価するために橋上で载荷試験を行うことがある。現状では重量調整を行った大型車両を橋上に多数配置し、それらを連動させて载荷し、橋の応答を計測する方法がとられることが多いが、迅速性や容易さ等の課題も多い。そこで、極力橋梁側には計測機器等の設置を必要とせず、かつ重量調整を行った大型車を橋上に多数配置することなく载荷試験を実施できる試験車両について、フィジビリティを検討した。

まず、試験車両の基礎的要求性能と仕様を検討した。要求性能は、荷重载荷機能と载荷荷重計測機能を兼ね備えていること、また、車両メーカーからの聞き取り結果や過去の载荷試験事例を参考に、試験車の概要図は図-2のとおりとし、橋軸方向及び橋軸直角方向へアウトリガー張出し長を調整することに加えてトラバーサを移動させることで、4点のアウトリガー支点反力を調整しながら载荷する仕組みである。

次に、橋の数値モデルを作成し、試験車両により载荷したときの橋の挙動をシミュレーションした。実際に载荷試験が行われた橋梁を解析対象として、それぞれ载荷試験結果が模擬できるように橋の数値モデルを作成した。試験車両による载荷シミュレーションでは、橋に生じるたわみができるだけ大きくなるように各解析モデルの支間中央部に前方アウトリガーを配置し载荷した。解析対象橋梁及びたわみ計算値を表-1及び表-2に、A橋の試験車の载荷モデルと解析結果例(変位図)を図-3に示す。試験車の载荷荷重による発生応力は、鋼橋で常時の許容値の1/3程度、コンクリート橋で常時の許容値程度の発生応力であり、試験車1台のみで弾性挙動の把握は十分に可能であることを確認できた。しかし、D橋のように支間長が30mを大きく超える橋では試験車重量では応答が小さく、耐荷性能の評価に有用な試験結果が得られないことがわかった。

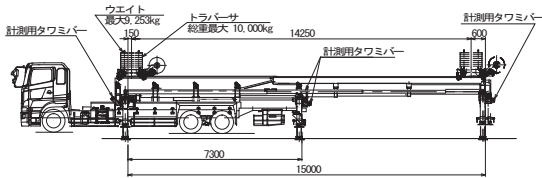


図-2 試験車の概要図

表-1 解析対象橋梁一覧

橋梁名	上部工形式	桁数	支間長 (m)	総幅員 (m)	測定の種類		実測値	
					静的载荷	動的载荷	ひずみ (μm)	たわみ (mm)
A橋	鋼3径間連続非合成桁	2主桁・2副桁	24.6+32.8+24.6	6.00	○	○	○	○
B橋	鋼単純梁床版桁	2主桁	19.4	4.50	○	○	○	○
C橋	PC3径間連続2主桁桁	2主桁	30.3+3@31.0+30.3	11.55	○	○	○	○
D橋	PC4径間連続桁	1主桁	64.2+2@85.2+64.2	10.00	○	○	○	○

表-2 試験車による再現可能性

橋梁名	解析対象支間 (m)	既往载荷試験		試験車による再現		検証結果
		トラック台数	解析結果	試験車台数	解析結果	
A橋	32.8	2台 (20.5t×2)	たわみ 9.42mm 発生応力 43.6N/mm <sup>2</sup>	1台(前方アウトリガ反力) 17.220t, 7.522t	たわみ 10.68mm 発生応力 55.0N/mm <sup>2</sup>	再現可能
B橋	19.4	1台 (19.4t)	ひずみ 16.9μ	1台(前方アウトリガ反力) 12.033t, 12.033t	ひずみ 25.0μ	再現可能
C橋	30.3	1台 (20.0t)	たわみ 6.65mm	1台(前方アウトリガ反力) 12.371t, 12.371t	たわみ 1.07mm	再現不可
D橋	64.2	6台 (20.0t×6)				

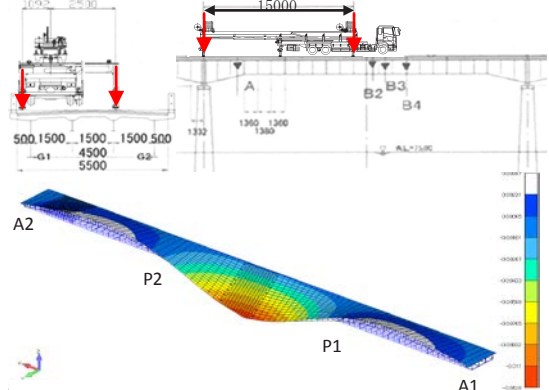


図-3 試験車载荷モデルと解析結果 (A橋)

## 3. 矯正加工を行った鋼材の機械的性質

通行車両の衝突等により鋼部材に生じた変形を、熱間加工等により矯正を行うことがある。しかし、矯正により鋼材の機械的性質が変化すれば、その程度によっては、耐荷力に対する安全率も見直さなければならなくなる。したがって、機械的性質を極力変化させないような施工基準の確立が必要である。

そこで、各種矯正方法が鋼材の機械的性質に与える影響を明らかにするため、鋼道路橋に一般的に多く用いられている溶接構造用圧延鋼材 (SM490Y材) の試験片を作成し、冷間曲げ加工 (内側曲げ半径200R) 後、加熱矯正 (900℃以下) または、冷間曲げ加工後冷間曲げ戻しを行った。これらの試験片及び未加工の試験片について引張試験を行い、比較した (表-3)。加熱矯正をした鋼材は、降伏点がJIS規格値を10%下回ったが、伸びの低下は見られない。また、冷間曲げ戻しをした鋼材は、降伏点と引張強度が高くなり伸びが低下した。今後、矯正に関する施工基準案を作成するためには、加熱温度等の違いが強度に与える影響について明らかにする必要があり、実験データの蓄積が課題である。

表-3 引張試験結果

試験体の種類	外観	破断面	降伏点または0.2%耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)
素材	AT	AT	396	534	49.1
加熱矯正後	HT	HT	320	519	51.5
冷間曲げ戻し後	MT	MT	451	576	43.0

[SM490YB JIS規格値]降伏点または0.2%耐力:355N/mm<sup>2</sup>、引張強さ:490~610N/mm<sup>2</sup>、伸び:19%以上

### 【成果の発表】

国総研資料や論文等で公表。

### 【成果の活用】

点検基準に反映するとともに、補修補強設計に関する資料案を作成、反映する予定。

## 補修補強設計に係わる部分係数に関する調査検討

Study on partial factors for existing bridges

道路構造物研究部 橋梁研究室

(研究期間 平成 27～29 年度)

室 長	玉越 隆史
主任研究官	白戸 真大
研 究 官	宮原 史
研 究 官	河野 晴彦
交流研究員	窪田 真之
交流研究員	正木 守

### [研究目的及び経緯]

国総研では、信頼性設計の考え方を基礎とし、国際的技術基準の標準書式でもある部分係数設計体系への転換を視野に道路橋の技術基準の見直しに必要な検討を進めている。過年度までに、Borges-Castanheta(B-C)過程という確率過程にしたがって荷重を同時載荷し、主要部材の組合せ断面力 100 年最大値分布（極値分布）を求めるシミュレーションを多様な道路橋に対して行い、荷重組合せ、及び、荷重組合せごとの荷重係数を求めるコードキャリブレーションを実施し、想定する期間や大型車交通特性を変化させたときに、活荷重係数を始めとする荷重係数値が変化することも示した。

平成 27 年度は、これまで提案してきた荷重係数を、荷重の載荷頻度に依存する「荷重組合せ係数（仮称）」と、荷重単体の極値分布のバイアスと変動係数に依存する「荷重ばらつき係数（仮称）」に分解することを検討した。

## 道路構造物の健全性把握に関する調査検討

Study on soundness grasp of road structures

道路構造物研究部 橋梁研究室

(研究期間 平成 27～29 年度)

室 長	玉越 隆史
主任研究官	白戸 真大
研 究 官	河野 晴彦
交流研究員	松村 裕樹

### [研究目的及び経緯]

本研究は、道路構造物の点検及び診断結果を分析し、設計基準や点検要領の改定、並びに資産管理への反映方法について検討するものである。

平成 27 年度は、平成 16 年以降定期点検結果が蓄積されている道路橋について、過年度国総研で提案した道路橋の機能状態に関する定量的な評価値を定期点検のデータのみから機械的に算出する総合評価指標を、補修履歴があり、かつ補修後点検結果のある橋梁を対象に補修前後で比較し、総合評価指標の実務での活用方法の実証的検討を行った。

## 道路構造物の健全性把握に関する調査検討

Survey study on soundness grasp of road structures

道路構造物研究部 構造・基礎研究室

(研究期間 平成 27～29 年度)  
室 長 間 渕 利 明  
主任研究官 西 田 秀 明  
主任研究官 阿 部 稔  
研 究 官 西 藤 淳

### **[研究目的及び経緯]**

本研究は、定期点検の信頼性向上及び効率化を図るため、劣化特性の支配的要因の抽出や点検結果のばらつき、調書の品質等の調査を行い、点検や診断の実態調査を踏まえた劣化特性の分析と点検要領等の改善の検討を行うことを目的としている。

本年度は、平成 26 年度の定期点検結果よりシェッド及び大型カルバートについて、構造物の構造特性や設置環境特性から変状の発生傾向を整理した。シェッド、大型カルバートともに建設からの年数が経つにつれ健全度が低くなる割合が増加する傾向にある。また部材別では、シェッドは主梁、頂版、壁・柱に変状が多く見られ、大型カルバートは継手等に比べ本体の変状が多いことが確認できた。

## 無電柱化推進に資する施工手法に関する調査検討

Survey study on construction techniques that contribute to the promotion utility poles removal

道路構造物研究部 構造・基礎研究室

(研究期間 平成 27～28 年度)  
室 長 間 渕 利 明  
主任研究官 阿 部 稔

### **[研究目的及び経緯]**

道路の防災性の向上、安全で快適な通行空間の確保、良好な景観の形成や観光振興等の観点から、電線類の地中化等による道路の無電柱化に取り組んでいるが、今後、無電柱化を更に推進するためには低コスト化に資する施工手法の導入が求められている。本研究は、ケーブル等の埋設深さの浅層化や直接埋設等による施工コストの低減の可能性を検討するため、舗装機能に影響を与えない施工手法について検討を行うことを目的としている。

本年度は、ケーブル等の浅層埋設や直接埋設等を導入した場合の安全対策に着目し、埋設位置の確認方法や施工時の留意事項等について調査・整理を行った。現状の埋設物の記録・保存方法では正確な位置等の把握は困難であり、正確に位置を把握するためには試掘によって確認が必要な状況であった。ケーブル等を浅層、直接埋設する場合には、明確な埋設物の記録・明示、ケーブルの防護方法等の検討が必要ながわかった。

## 土中構造物等の要求性能及び基準体系に関する調査検討

Study on design methods to meet performance requirements of underground structures

道路構造部研究部 構造・基礎研究室

(研究期間 平成 26～28 年度)  
室 長 間 渕 利 明  
主任研究官 西 田 秀 明  
主任研究官 高 木 繁  
研 究 官 西 藤 淳

### [研究目的及び経緯]

道路土工構造物についても H26 年度に道路土工構造物技術基準が制定され、要求性能が示されているところである。国総研ではこれら道路土工構造物について要求性能に対応した技術基準の整備に必要な検討を進めているところであり、本研究では、カルバート、擁壁、シェッド等を対象に要求性能に対応した設計に必要な設計条件・手法を検討する。さらに、これまでの技術基準の適用範囲を超える規模の土中構造物や、複雑な構造物に対して必要となる設計条件等の検討をおこなう。

本年度は、カルバート、擁壁、シェッドについて、現行指針等の基準による要求性能への対応に関する検討として、地震時の荷重条件による解析を行い、設計照査方法を検証した。また、近年増加しつつある、新しい構造・材料を用いた土中構造物の事例収集をおこない、その設計法等の整理をおこなった。

## 道路トンネルの要求性能及び維持管理に関する調査検討

Study on required performance and maintenance of road tunnel

道路構造物管理部 構造・基礎研究室

(研究期間 平成 27～29 年度)  
室 長 間 渕 利 明  
主任研究官 稲 本 義 昌  
主任研究官 高 木 繁

### [研究目的及び経緯]

本研究では、道路トンネルの点検方法の効率化や簡素化、山岳トンネル以外のトンネル点検のあり方の具体化並びに新設道路トンネル覆工設計の性能を評価した設計基準の策定、道路トンネルの変状に対する補修・補強設計の選定方法や設計手法の策定することを目的に調査、検討を行っている。

本年度は、道路トンネル定期点検結果の分析を行い、現状の点検手法の課題抽出と改善方法を検討した。また、新設道路トンネル覆工設計への限界状態設計法の適用性に関する検討や、実際に施工したトンネルの B 計測結果から支保工に作用する土圧を釣り合い計算、フレーム解析、FEM 解析により分析を行い、覆工設計に用いる荷重の検討を実施したものである。



## 既設土中構造物等の補修・補強基準に関する調査検討

Survey study on repair and reinforcement criteria for existing underground structures

道路構造物研究部 構造・基礎研究室

(研究期間 平成 26～28 年度)

室 長 間 渕 利 明  
主任研究官 阿 部 稔  
研 究 官 西 藤 淳

### [研究目的及び経緯]

本研究は、既設土中構造物等の総点検等の点検結果及び被災経験等を踏まえ、重大事故に至る可能性のある損傷形態を対象に、損傷状況及び補強効果の調査分析を行う。また、定期点検要領の未策定構造物の現状、点検状況等を調査し、点検のあり方等の検討を行い、補修・補強要領の提案や点検要領策定のための課題について明らかにすることを目的としている。

本年度は、大型カルバート及びシェッドについて平成 26 年度定期点検結果で、過年度に補修補強された履歴のある部材を対象に、補修補強内容を整理するとともに、補修補強された部材の再劣化の状況について、変状内容や変状程度を整理した。

# 舗装の要求性能及びコンクリート舗装の維持・管理基準に関する調査検討

Research on applicability and method of evaluation about concrete pavement

(研究期間 平成 25～27 年度)

道路構造物研究部 道路基盤研究室  
Road Structures Department  
Pavement and Earthworks Division

室長  
Head  
研究官  
Researcher  
研究官  
Researcher

藪 雅行  
Masayuki YABU  
東 拓生  
Takuo AZUMA  
石原 佳樹  
Yoshiki ISHIHARA

The objective of this study is to consider about which point to be paid attention in the case of designing and building the concrete pavement in recent years. The author put document acquisition and hearing survey into effect to administrators who built concrete pavement in recent years. The result of the watch check was compared with IRI measured in this research. The author grasped a maintenance of a concrete pavement in order to grasp application properties of IRI (international roughness index) as management index.

## 〔研究目的及び経緯〕

コンクリート舗装は、アスファルト舗装に比べて耐久性が高い利点があるものの、初期コストが高い、破損した場合の補修が困難、路面下の占用工事等の掘り返しが困難等の理由から、近年ではわが国の道路舗装に占める割合は5%程度にとどまっている。

このような状況を踏まえ、本研究は各種舗装の適材適所での活用を図るため、日本国内で近年施工されたコンクリート舗装の実態調査を行い、コンクリート舗装の設計施工時の工夫等について検討するとともに、道路管理者からの資料収集及びヒアリングを行うことにより、コンクリート舗装の維持管理における留意点等について検討した。また、併せてIRI（国際ラフネス指数）の、日常的な管理指標としての適用性を検討した。

## 〔研究内容及び成果〕

### 1. コンクリート舗装の実態調査

概ね5年以内にコンクリート舗装の新設工事を実施した直轄国道のうち20区間（総延長：約26.5km）において、道路管理者及び施工業者へのヒアリング及び資料収集を実施し、併せて該当区間について現地踏査及び写真撮影を行った。

現地踏査では、コンクリート版の損傷を目視観察し記録するとともに、路面状態の写真撮影を行った。現地踏査が出来ない区間（直轄高速道路等）については、調査車両に設置したビデオカメラを用いて、路面状態を観察した。収集した情報と現地踏査の結果を

踏まえ、図-1のように整理した。調査箇所は新設施工区間であり、施工不良等による大きな損傷はみられなかった。しかし多くの箇所では、施工後1年程度での早期の目地材飛散、目地材剥がれが確認され、道路管理事務所ではこれを問題点として認識していることがわかった。また連続鉄筋コンクリート舗装箇所での横ひび割れは、構造的な特性であり損傷ではないが、これを問題点と認識している道路管理事務所もあった。

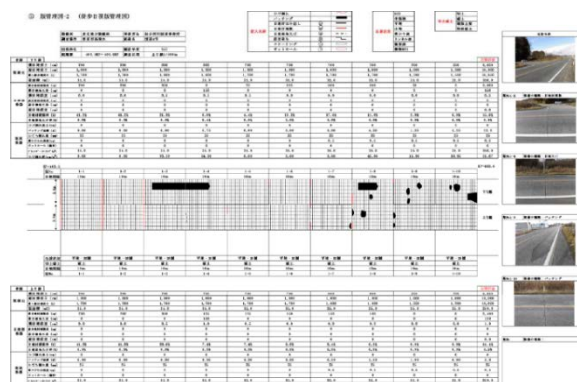


図-1 作成した舗装管理平面図の例

### 2. 効率的な維持管理手法の検討

#### 2-1. 路面性状データとの比較

全国の直轄国道のうち、特に損傷が著しいコンクリート舗装10区間（総延長：約1km）において、過去10年間の路面性状データから損傷度の経年的な変化を整理した。その結果、わだち掘れ量と平坦性には

経年的な変化がほとんど見られなかったが、ひび割れ度は特定の時期を境に急激に増加する傾向が見られるものがあつた。

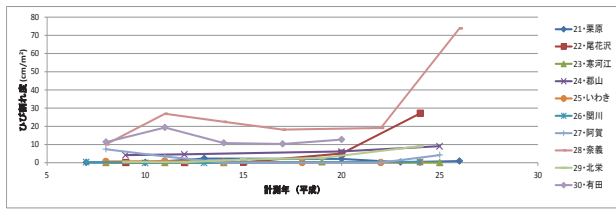


図-2 ひび割れ度の経年変化

### 2-2. 効率的な維持管理における留意点

対象区間において損傷により発生している問題や、維持管理の履歴・課題等に関して、道路管理者及び維持工事の請負業者にヒアリング及び情報収集を実施した。そのうち維持管理の履歴については、供用後30年以上経過している区間もあったため、ほとんど保存されていなかった。ヒアリング等で収集した情報によれば、供用寿命の長さを期待してコンクリート舗装を採用する事務所が多い一方、補修工法の選定に資する資料を求める意見もあつた。

これらにより得られた情報と、国内外の文献調査結果等を踏まえると、

- ・海外においては、荷重が伝達されていない版間の段差に対し、バーステッチ工法（鉄筋を埋め込み、版同士を連結させる補修工法）を採用する例が見られる
  - ・縦ひび割れは構造的な破損であり、発生したら速やかに補修するのが望ましい
  - ・目地部の損傷は、雨水等の版下への侵入を引き起こし、路面の支持力低下の原因となるので、計画的な頻度で点検・補修を行うのが良い
- などが現場での維持管理における留意点として挙げられた。

### 3. 管理指標としての IRI の適用性に関する検討

2. で調査した区間のうち5区間において、路面プロファイルの測定と IRI の算出を実施した。この結果と路面性状データ及び目視による点検結果の関係を分析することで、コンクリート舗装の日常的な管理指標としての IRI の適用性について検討した。

算出した IRI と路面性状データを比較したところ、ばらつきが非常に大きかったものの、路面性状値が悪くなるほど IRI が大きくなる傾向が見受けられ、そのうち平坦性との相関（図-3）が最も大きいことが確認された。

続いてばらつきを小さくするため、解析区間を分割した結果を図-4に示す。解析間隔を短くするほど、

IRI の値が突出しているのが見て取れる。

このデータと目視点検結果を比較した結果が図-5である。段差や目地部の補修位置で IRI の値が高くなっている箇所がいくつか見られ、解析区間を細分化することで局所的な損傷箇所を検知できる可能性が示された。

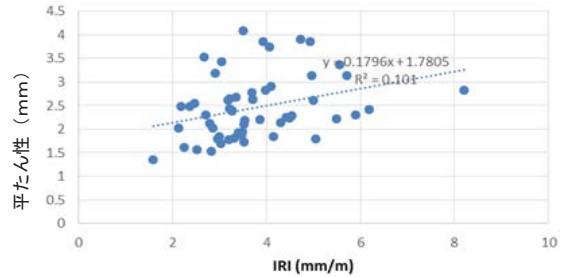


図-3 IRI と平坦性の関係

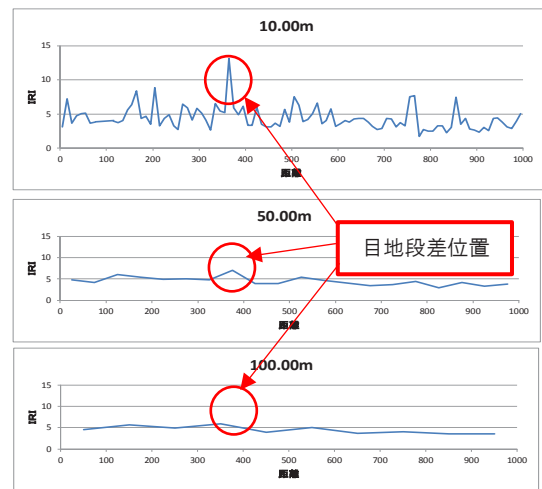


図-4 解析距離ごとの IRI 値の比較

#### [成果の発表]

各種論文等で発表予定である。

#### [成果の活用]

本研究で得られた成果を踏まえ、さらに研究を進め、コンクリート舗装の適用性及び維持管理に関する技術資料としてとりまとめる予定である。

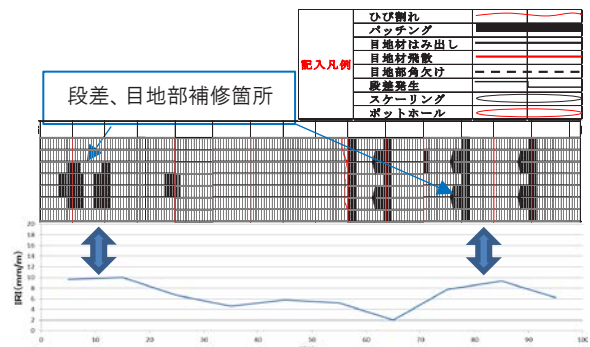


図-5 目視点検結果との比較

## 盛土・切土・軟弱地盤対策工・自然斜面对策工のリスクマネジメント手法に関する調査研究

Study on risk management method for embankment, cut slope and countermeasures for weak ground and natural slope

(研究期間 平成 26～28 年度)

道路構造物研究部 道路基盤研究室

室 長	藪 雅行
主任研究官	谷川 征嗣
研 究 官	榎本 忠夫

### 〔研究目的及び経緯〕

本研究は、道路土工構造物の点検結果および維持管理実態の調査を行い、第三者被害や道路機能の制限等の支障の観点からリスク要因を特定し、リスク軽減の観点から維持管理で確認すべき項目や合理的な点検手法等について検討するものである。

平成 27 年度は、直轄管理の国道における巡回や防災点検の実態整理とともに過去に発生した道路のり面・斜面災害の要因分析を行い、その代表的な要因等に着目して巡回や防災点検において重点的に確認すべき事項を整理した。また、災害発生時の雨量データをもとに各種手法による事例分析を行った結果、自然斜面や切土区間での連続する大雨では連続雨量と時間雨量の組合せの雨量指標による警戒、盛土区間での断続的な長雨では土壌雨量指数と時間雨量の組合せの雨量指標による警戒が有効であるなどの傾向がわかった。

## 舗装の管理状態評価に関する調査検討

Study on management state evaluation of pavement.

(研究期間 平成 26～28 年度)

道路構造物研究部 道路基盤研究室

室 長	藪 雅行
研 究 官	東 拓生
研 究 官	石原 佳樹

### 〔研究目的及び経緯〕

本研究は、近年活用が進んでいる排水性舗装や、耐久性が高くライフサイクルコスト低減が期待できるコンクリート舗装など、各種舗装の特性等に応じた合理的な状態評価方法及び舗装の長寿命化手法について検討するものである。

平成 27 年度は、補修を行っても早期に劣化が進行する早期劣化区間について、路面性状調査結果及び舗装工事データ等に基づき早期劣化区間の特徴及び劣化要因について検討するとともに、現道において早期劣化区間の構造調査を行うことによりその構造特性について検討した。その結果、早期劣化区間は積雪寒冷地域の大型車交通量 250～1,000 台/日の区間に多く、約 4 割は等値換算厚  $T_A'$  が必要等値換算厚  $T_A$  を満足しているにもかかわらず、早期劣化が発生していることがわかった。また、早期劣化区間の非健全部は健全部と比較して、FWD 測定によるたわみ量が大きく、各層の弾性係数、路床の CBR が低いとともに、路盤・路床材料の細粒分含有率が低い傾向がみられた。

また平成 18 年度から直轄国道で行われている予防的修繕工法（シール材注入工法、切削工法）の追跡調査結果の整理・分析を行い、シール材注入工法及び切削工法の延命年数を確認した。