

損傷したコンクリート道路橋への非破壊検査技術による検査・診断技術適用性の調査業務

Survey Work on Adaptation of the Testing and Diagnostic Techniques using NDE Techniques for Damaged Concrete Road Bridges

(研究期間 平成 26 年度)

道路構造物研究部 構造・基礎研究室
 Foundation, Tunnel and Substructures Division
 主任研究官 西田 秀明
 Senior Researcher Hideaki Nishida

室長 間渕 利明
 Head Toshiaki Mabuchi
 研究官 小原 誠
 Researcher Makoto Obara

This study summarize requirements for the internal damage inspection of the concrete structure after the confirmation of the performance of various NDE techniques through the verification method reflected the issues which are identified from the verification results in the past fiscal year.

[研究目的及び経緯]

現在、高度経済成長期に整備した道路構造物の多くが老朽化の時期を迎える一方で点検に必要な技術者不足の問題が顕在化している。こうした中、省令等により平成 26 年 7 月 1 日より長さ 2m 以上の橋とトンネル全てについて 1 回/5 年の近接目視を基本とした点検が規定された。点検の基本は近接目視と打音であり、点検者の熟練度に影響される。また、コンクリート内部損傷の把握は近接目視や打音では困難である。こうした背景から近年、コンクリート内部等の損傷を調査するための非破壊検査技術の開発が進められている。

本研究は過年度の非破壊検査技術の検証結果から課題を抽出し、これを反映させた検証方法により各種非破壊検査技術の性能について確認し、コンクリート構造物等の内部損傷を調査するための必要条件についてとりまとめた。

[研究内容及び研究成果]

1. 非破壊検査技術の課題の整理

過年度において非破壊検査技術の性能把握を目的に、予備情報を与えない条件で撤去桁(写真-1)と模擬損傷供試体(写真-2)を用いて検証を実施しているが、検査結果にばらつきが見られ、基本性能の把握ができない結果であった(図-1)。

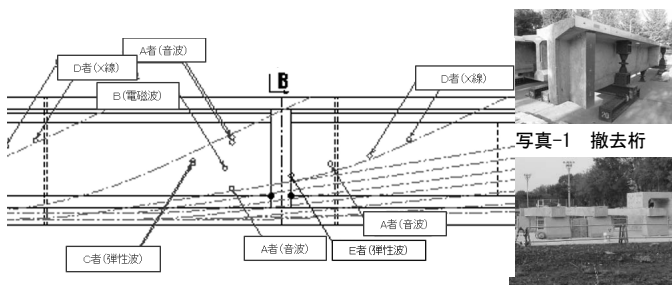


図-1 H25 撤去桁の内部損傷検査結果(抜粋)



写真-2 模擬損傷供試体

2. 非破壊検査技術の段階的検証

過年度の検査結果のばらつきの要因は測定時間の不足から計測箇所を省略していること等が考えられた。そこで平成 26 年度は、図-2 のフローで検査箇所を限定して、各損傷の検知能力や位置、規模の計測精度の基本性能を明らかにし(Step1)、検査条件を実橋レベルへ段階的に近づけていき(Step2~4)、計測条件が変化した場合においても基本性能を発揮できるか検証を実施した。

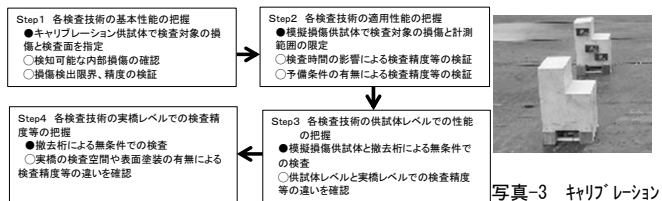


図-2 非破壊技術の検証フロー図

①基本性能の把握(Step1)

耐力に影響が大きい P C 鋼材や鉄筋の健全性を検知できる技術が少なく検査手法も限定されることが確認できた(表-1)。

表-1 検知可能な損傷の整理(申告に対する検証結果)

検査者	損傷種別	空洞		内部うき		内部ひび割れ		グラウト充填状態		PC鋼材の健全性		鉄筋の健全性	
		申告	検証結果	申告	検証結果	申告	検証結果	申告	検証結果	申告	検証結果	申告	検証結果
1	振動	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2	電磁波①	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×
3	音波①	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4	X線①	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
5	音波②	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6-1-1	音波③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6-2	X線②	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6-3	電磁波②	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6-4	赤外線①	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
7	電磁波③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
8-1	弾性波①	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
8-2	赤外線②	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
8-3	電磁波④	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
9-1	弾性波②	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10	弾性波④	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
11-1	X線③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
11-2	超音波	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
12	赤外線③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
13	弾性波⑤	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

○: 検知可能 ×: 検知不可
 -: 未計測 空欄: 計測対象外

②適用性能の把握 (Step 2)

予備情報 (図面等) がない場合でも全体で約 50% の損傷を検知できており図面の有無の影響は少ないことが確認できた。誤差についてはデータ数が少ないが、予備情報があるほうが小さくなる傾向である (表-2)。

表-2 予備情報の有無による検知率

NO.	検査技術	予備情報有無による検知		計測精度向上有無	誤差推移
		無	有		
6-3	電磁波②	○	×	無	—
8-3	電磁波④	×	○	有	×→25cm以内
11-2	超音波	○	×	無	—

グラウト充填模擬 (S15.2×500mm)

NO.	検査技術	予備情報有無		計測精度向上有無	誤差推移
		無	有		
5	音波②	×	○	有	×→25cm以内
6-3	電磁波②	○	×	有	15cm→5cm以内
7	電磁波③	○	×	無	—
8-1	弾性波①	×	○	有	×→25cm以内
8-3	電磁波④	×	○	有	×→30cm以内

グラウト充填不足

NO.	検査技術	予備情報有無		計測精度向上有無	誤差推移
		無	有		
5	音波②	×	○	有	×→15cm以内
6-2	X線②	○	×	無	—
6-3	電磁波②	○	×	無	—
7	電磁波③	×	○	有	×→10cm以内
8-1	弾性波①	○	×	無	—
11-2	超音波	○	×	無	—

※内部うき、内部ひび割れ、鉄筋の健全性、PC鋼材の健全性は検知なし

③供試体レベルでの検査精度等の把握 (Step 3)

撤去桁と模擬損傷供試体では損傷の検出率で大差はなく、模擬損傷供試体の検証評価は実橋レベルに適用可能であることが確認できた (表-3)。

表-3 撤去桁と模擬損傷供試体の損傷検出率

【模擬損傷供試体】			【撤去桁】		
検査者	正答数	損傷検出率	検査者	正答数	損傷検出率
NO. 検査技術			NO. 検査技術		
3 音波①	1	2%	1 振動	1	3%
5 音波②	7	14%	6-2 X線②	1	3%
6-2 X線②	1	2%	6-3 電磁波②	2	6%
6-3 電磁波②	6	12%	7 電磁波③	4	13%
7 電磁波③	6	12%	8-1 弾性波①	1	3%
8-1 弾性波①	0	0%	8-3 電磁波④	12	39%
8-3 電磁波④	2	4%	9-1 弾性波②	10	32%
11-1 X線③	21	43%	解体による確認損傷数(箇所)		31
11-2 超音波	19	39%			
模擬損傷数		49			

④実橋レベルでの検査精度等の把握 (Step 4)

実橋での作業を想定した作業スペース (張出床版端部離隔 150mm (写真-4) と 800mm (写真-5) で設定) や表面保護塗装の有無の制約条件がある場合でも損傷の検出率に大差はないことを確認した (表-4)。

表-4 実橋の制約条件における損傷検出率

【作業スペースの制約】					
検査者	検査技術	作業スペース制約有		作業スペース制約無	
		検知数	検出率	検知数	検出率
3	音波①		0%	2	13%
6-2	X線②	1	8%	1	6%
6-3	電磁波②	1	8%	2	13%
7	電磁波③		0%	1	6%
8-1	弾性波①	4	33%	2	13%
9-1	弾性波②	4	33%	1	6%
11-1	X線③	2	17%		0%
解体による確認損傷数		12		16	



写真-4 撤去桁 (桁間隔 150mm)

【表面保護塗装がある場合】					
検査者	検査技術	表面保護塗装有		表面保護塗装無	
		検知数	検出率	検知数	検出率
3	音波①	5	24%	4	22%
6-3	電磁波②	1	5%	2	11%
7	電磁波③	10	48%	3	17%
8-1	弾性波①	2	10%	7	39%
解体による確認損傷数		21		18	



写真-5 撤去桁 (桁間隔 800mm)

3. 内部損傷を調査するための必要条件案の整理

今回の非破壊検査技術の検証結果から、内部損傷を調査するための必要条件案について整理した。

- ・耐力に直接影響を及ぼす損傷を精度良く検知できる技術が求められるが、耐力への影響が大きい鉄筋やPC鋼材の健全性を確認できた技術は少なく、検査手法も限定されるため今後の技術開発が必要である。
- ・現況の非破壊検査技術は計測原理から検知可能な損傷の違いや適用性能等の様々なバリエーションがある一方で使用するニーズ側にその性能が明らかになっていない。よって、ニーズを整理した上で各非破壊検査技術に要求する性能について検証していくことが今後必要である。

4. あと施工アンカーの非破壊検査

H26年度は、予備情報 (図面、標準供試体の測定) の有無による検査精度への影響を確認することを目的に、新規に模擬定着供試体を製作して非破壊検査 (9者) を実施した。また、非破壊調査後に引張試験 (写真-6) を行い、変状と耐力の関係を整理した。また、撤去桁の既設アンカーボルト (写真-7) を用いて非破壊検査を実施し、実橋での適用性について検証した。結果、引張耐力低下が見られた6本の供試体に対して、すべてを検知できる非破壊検査技術はなかった (図-3)。実橋での適用性は定着部内部の充填不足・付着不良が大きいものについては5者が検知できていたが、小さいものになると2者で検知率が低下する傾向である。

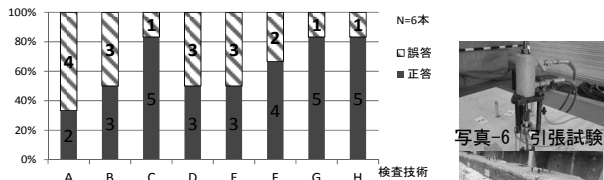


図-3 不具合の検出率 (引張耐力低下)

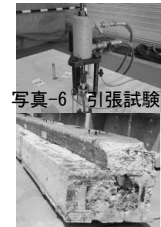


写真-7 既設アンカーボルト (実橋)

【今後の課題】

- ・各損傷の大きさや位置による耐力への影響を整理し、各ニーズに合致した非破壊検査技術が選定可能になるように要求性能を整理し、認証試験を実施していく必要がある。
- ・あと施工アンカーボルトについては、大きな充填不足の不具合は検知できているが、その他の不具合については検知率が低く、特に引張耐力の低下しているものについて検知ができていないので要因の分析と更なる技術開発が必要である。

【成果の発表】

共同研究報告書及び各種論文にとりまとめ予定

【成果の活用】

基準等へ反映させる予定

舗装性状調査を活用した道路構造物の変状把握可能性に関する調査業務

Study on possibility of damage estimation of road structures using the road surface condition survey.

(研究期間 平成 25 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

In this study, we examined relationship between crack-pattern of pavement with damage of structures by inspection data of the structure and the pavement to establish a technique to confirm the damage of structure under the pavement from daily inspection of the pavement.

As a result, we have confirmed that increased the intersection numbers and intersection density of cracks of the pavement, in case of be confirm high relationship on damage of slab of the bridge with crack-pattern of pavement, then we confirm the crack pattern was deform to square. Similarly, we have confirmed that crack pattern was deform to extend in the road length direction, in case of exist soil structure under the pavement.

[研究目的及び経緯]

橋梁床版のコンクリートの土砂化に伴う床版の抜け落ちや、法面及びその周辺の土工構造物（擁壁等）の変状に伴う道路の崩壊の発生は、第三者被害に直結するとともに長期にわたる通行規制などによる社会的影響が大きい損傷である。これらの損傷は数年に1回の構造物点検により確認しているが、日常的に把握できれば早期にその前兆の把握が可能となる。

本研究では、路面性状調査の画像データを用いて舗装ひび割れ性状を整理するとともに、舗装ひびわれ性状と舗装下の道路構造物の損傷等との関連性について分析し、舗装の状態から舗装下の構造物の変状把握可能性について検討した。

[研究内容]

1. 舗装の路面性状に関するデータの活用に関する文献調査・整理

国内外の文献調査により、舗装の路面性状と舗装の下にある路盤、路体、埋設物、構造物の設置状況や変状あるいは地すべりや盛土の崩壊などの災害の発生状況との関連性に着目した研究等を調査し、対象構造物と舗装の路面性状との関連性から得られる情報を整理した。調査では、過去15年分の国内外の主要な学会等の論文集、出版図書、雑誌等に投稿された論文を対象とした。

2. 舗装ひび割れと道路構造物等の状態との関係整理

直轄国道の路面性状調査で撮影されたデジタル画像から舗装に発生したひび割れパターンを抽出し、ひび割れの平均幅、延長、面積、交点数、交点密度、分布の縦横比等のひび割れ性状を整理した。一方、舗装下の構造物（橋梁床版、土工構造物）の点検結果から損傷状態を整理し、両者を重ね合わせることで、舗装のひび割れ性状と構造物の損傷の相関を分析し、路面表面の状態から舗装下の構造物の状態を把握する手法について検討した。

[研究成果]

主な研究成果の概要を以下に示す。

1. 舗装の路面性状に関するデータの活用に関する文献調査・整理

舗装の路面性状と舗装の下にある路盤、路体、埋設物、構造物の設置状況やその損傷状況との関連性、あるいは、地すべりや盛土の崩壊などの災害の発生状況との関連性に着目した研究について文献検索を行ったが、研究事例が乏しく、文献が抽出できなかった。このため、構造物の診断技術のうち、本研究の目的である舗装表面の状態から舗装下の構造物の損傷を推定する方法に応用の可能性のある技術を検索・抽出し、とりまとめることとした。その結果、レーザやカメラによる画像の解析による舗装表面の損傷（ひび割れ性状）を測定する手法、赤外線サーモグラフィにより表面温度から表面付近の状態（例えばコンクリートの浮きな

ど)を診断する手法等が抽出された。また、電磁波により舗装や舗装下の橋梁床版上面及び路面下空洞を診断する手法が確認されたとともに、舗装及び舗装下の構造的な健全性を確認する手法として、車両によるパネ下振動加速度の測定による方法等が抽出された。

2. 舗装ひび割れと道路構造物等の状態との関係整理

本検討では、直轄国道の696橋(延長約220km)の橋梁部と、延長約98kmの土工部を対象とした。

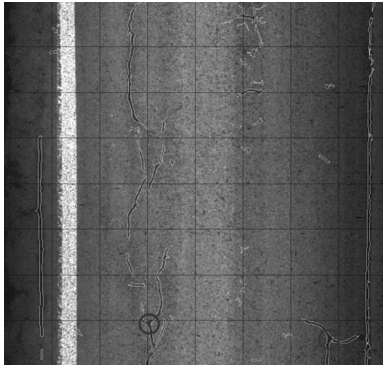


図2-1 ひび割れ抽出状況
(青線が50cm×50cmメッシュ、黄色が抽出されたひび割れ、赤丸がひび割れの交点)

対象構造物の前後100mを含む区間の路面性状調査により撮影された画像データ(画像フィルムの場合はデジタル化後のデータ)から、舗装表面のひび割れ性状を自動抽出した。抽出したひび割れについては、50cm×50cmメッシュごとに、平均幅、延長、面積、交点数、交点密度、分布の縦横比を算出し、画像1枚(4m×4m)ごとに集計した(図2-1参照)。

一方、構造物点検の結果から、橋梁部については床版の損傷状態、土工部については盛土、擁壁等の変状状況を整理した。

以上の整理から舗装のひび割れと舗装下の構造物の損傷状態の相関の高低を表2-1のとおり4段階に分類した。

表2-1 舗装のひび割れと構造物損傷の相関ランクの設定の考え方

(a) 橋梁部		
記号	相関ランク	相関ランク設定の考え方
◎	相関あり	舗装下の構造物の損傷と舗装のひび割れの発生位置・範囲がほぼ一致している、あるいは、舗装のひび割れに遊離石灰、剥離等が生じている
○	相関がある可能性あり	舗装下の構造物の損傷と舗装のひび割れの発生位置・範囲が近く、両者が関連している可能性がある
△	伸縮装置周辺の変状と相関がある可能性あり	橋梁の伸縮装置周辺の舗装ひびわれなど、その下の下部工の変状には、関連性が低いと考えられる損傷が生じている
×	相関なし	支承の腐食など、舗装の状態に影響度が低い構造物損傷が見られる

(b) 土工部		
記号	相関ランク	相関ランク設定の考え方
○	相関がある	土工構造物の変状・損傷と、舗装のひび割れの発生位置・範囲が近く、両者の関係性が高い
△	相関がある可能性がある	土工構造物の変状・損傷と舗装のひび割れが発生しているが、発生位置・範囲がずれているなど、両者の関係性が低い
×	相関なし	構造物の損傷など変異が見受けられるが、舗装上にひびわれ等変異が確認できない

各構造物と舗装ひび割れの相関ランクごとのひび割れパターンを表2-2に示す。これによると、橋梁部においては、相関ランクが高くなると、ひび割れの交点数、交点密度が増加するとともに、ひび割れ分布の縦横比が1に近くなることを示している。すなわち亀甲状のクラックが正方形あるいは円形に発生する状況となった場合、橋梁床版の土砂化などの損傷の危険性が高いといえる。一方、土工部については相関ランクが高くなると橋梁と同様に交点数や交点密度が増加するが、分布の縦横比は道路延長方向に拡大していく傾向がみられた。

表2-2 相関ランクとひび割れ性状の関係

(a) 橋梁部				
相関ランク	◎	○	△	×
ひびわれ延長(m)	34.010	27.547	21.426	18.874
面積(m ²)	0.511	0.493	0.458	0.355
交点数	59.333	36.000	21.500	12.143
縦横比延長ベース	1.077	1.337	1.509	1.433
縦横比面積ベース	1.023	1.525	1.405	1.289
交点密度[個/m ²]	0.400	0.556	0.187	0.075
単位面積あたりひびわれ面積[m ² /m ²]	0.004	0.007	0.005	0.003

(b) 土工部		
相関ランク	○	△
ひびわれ延長(m)	139.239	120.969
面積(m ²)	3.142	2.585
交点数	90.083	69.333
縦横比延長ベース	2.439	2.087
縦横比面積ベース	2.610	2.508
交点密度[個/m ²]	0.582	0.376
単位面積あたりひびわれ面積[m ² /m ²]	0.022	0.014

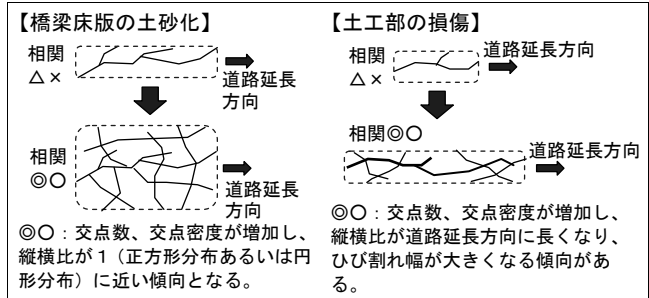


図2-2 舗装下の構造物変状による舗装損傷パターン

[成果の発表]

各種論文等で発表予定。

[成果の活用]

構造物損傷の把握について道路管理者に有益な情報を提供していくため、舗装の状態から舗装下の構造物の損傷を把握する手法の技術資料をとりまとめる。

道路（平面部）の液状化による被害の影響要因に関する調査業務

Study on liquefaction damage control of the road.

（研究期間 平成 25 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

This study summarize the technical knowledge for suppressing the liquefaction damage, by analyze of relationship between damage by liquefaction of road surface at the Great East Japan Earthquake and road structure conditions, ground conditions, state of underground buried object.

We analyzed the relationship between the liquefaction damage status and pavement thickness. As a result, the damage caused by liquefaction, the occurrence if there is a pavement thickness of about 1.2m above it was found that had been suppressed. Also, extensive liquefaction damage involving road closure and emergency construction was understood that it is difficult to occur if the road is a pavement thickness of at least about 0.6m.

〔研究目的及び経緯〕

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災では、液状化により一時的に道路の通行に支障が生じた区間が発生し、緊急輸送道路等で避難・救援活動の支障となった。このため国土技術政策総合研究所では、道路（平面部）の液状化に伴う被害について、道路の諸条件（舗装構成、地盤条件等）を踏まえた対策手法の確立のための検討を行っている。

本研究は、東日本大震災における道路平面部の液状化被災状況に関する情報を収集し、被災状況等と道路構造、道路下の埋設物、地盤条件等との関係を分析することで、液状化による被災が起きやすい条件、起きにくい条件を整理し、道路平面部における液状化被害を抑制するために参考となる技術資料を作成するものである。

〔研究内容〕

1. 調査の概要

東日本大震災で被災した合計 5 地区（茨城県日立市、神栖市、千葉県千葉市、香取市、過年度検討を実施した千葉県浦安市）の道路を対象として、各自治体から収集した①液状化被害の箇所及び被害状況、②道路構造等・埋設管等の諸条件、③地盤条件（ボーリング柱状図、液状化判定結果）に関するデータ整理し、被害に関する相関分析を効果的に行うことを念頭に、一元的にデータを管理できるように GIS を活用して整理し

た。

GIS に構築した各種データをもとに、液状化被害状況（被害形態、被災程度等）、道路構造等・埋設管等の諸条件、地盤条件との関連性について整理し、重ね合わせによる分析、数値による相関分析等を行った。重ね合わせ分析は、被災状況、地盤条件、道路諸元、埋設管情報等を 100m 区間毎の整理表に集計し、被害と各条件との相関関係を分析した。

以下に、液状化被害の箇所及び被害状況、道路構造等・埋設管等の諸条件、地盤条件の整理方法について詳述する。

①液状化被害の箇所及び被害状況に関する整理

整理対象となる路線（過年度成果を含む延べ140路線、延べ80km程度）に対して、車道で発生した液状化による道路地表面部の被災発生箇所について整理を行い、被害形態（噴砂、亀裂、段差、陥没、占用物件の突出等）、被災程度については、平面図に図示した（図-1 参照）。また、あわせて被災時の交通機能への影響について整理を行った。

②道路構造等・埋設管等の諸条件に関する整理

対象路線の標準断面などの資料から舗装構成（路床改良も含む）を整理するとともに、下水道管路の位置情報を平面図上に整理した（図-1 参照）。

③地盤条件の整理

検討対象箇所周辺のボーリングデータおよび土地造

プローブ情報の収集処理高度化に関する調査業務

Research on enhancement of collection and processing of probe data

(研究期間 平成 26 年度)

道路交通研究部
高度道路交通システム研究室
Road Traffic Department
Intelligent Transport Systems Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher
交流研究員
Guest Research Engineer

牧野 浩志
Hiroshi MAKINO
鹿野島 秀行
Hideyuki KANOSHIMA
田中 良寛
Yoshihiro TANAKA
佐治 秀剛
Hidetaka SAJI

The purpose of this research is to investigate method for processing, storage, share and distribution of probe data and to make a specification of probe server.

〔研究目的と経緯〕

国土交通省では、2011 年より全国の高速度道路本線上を中心として、約 1,600 箇所 ITS スポットを設置している。市販されている ITS スポット対応カーナビ搭載の車両が ITS スポットを通過することで、車両の緯度・経度、時刻、加速度等のプローブ情報が収集される。

国土技術政策総合研究所では、このプローブ情報を用いて、道路管理に必要となるデータの生成・データ処理や、データの蓄積・共有・配信等に関する検討を実施することとしている。

本研究は、これらの検討に必要となる基礎資料を得るため、プローブ情報のデータ処理方法にかかる整理、

データの蓄積・共有・配信方法にかかる整理、新たなプローブ統合サーバの仕様書の作成を行うものである。

〔研究内容及び成果〕

(1) プローブ情報のデータ処理方法にかかる整理

プローブ情報は、ITS スポット対応カーナビから ITS スポットへと送信され、プローブ処理装置を経由してプローブ統合サーバに集約される。まず、この集約されたプローブ情報の特徴について整理を行った。次に整理したプローブ情報の特徴を踏まえた上で、プローブ情報に求められるデータ要件を明らかにするため、プローブ情報を用いた分析を実施した。(表 1)

表 1 プローブ情報を用いた分析 (ケーススタディ)

No	ケーススタディ 実施場所	使用データ	分析項目
1	東名高速⇄関越自動車道間の利用経路の把握分析	・走行履歴情報(マップマッチング前)	・各 IC ペア間の一般道路走行経路
2	圏央道供用にとまなう効果把握分析	・走行履歴情報 ・DRM リンク別 15 分平均旅行時間・旅行速度 ・挙動履歴情報	・道路種別毎の走行台キロ ・道路種別毎の速度の変化状況 ・利用 IC の転換状況の把握 ・IC アクセス時間、アクセス距離 ・生活道路における急減速の発生回数、状況
3	八王子 JCT における方向別の通過所要時間の把握分析	・旅行時間テーブル	・方向別の利用台数 ・方向別の通過所要時間、旅行速度
4	台風 12 号に伴う高知自動車道通行止め時の迂回車両の経路把握	・旅行時間テーブル	・通行実績の把握 ・U ターン利用車両の抽出
5	国道 1 号 BP の路上工事時の交通状況把握	・走行履歴情報 ・旅行時間テーブル	・周辺一般道路の旅行速度状況の把握 ・車両毎の走行速度状況の把握
6	首都高速道路における情報提供の効果把握	・挙動履歴情報	・主要カーブにおける急減速の発生状況の把握 ・情報提供有無による挙動発生状況の比較

表2 プローブ統合サーバにおけるデータ保存方法

期間	内容
短期 (数か月程度)	プローブ情報は遅れてアップリンクされる性質があることから、ほぼ確定値とみなせる 30 日後まではデータ更新が生じる。また、利用者がデータの収集状況を確認するニーズも高いと想定されるため、短期的にはデータベースへデータを格納し、画面から検索、閲覧できるようにすることが望ましい。なお、データ量試算結果を踏まえ、データベースへの格納は 90 日間とする。
中期 (数年程度)	データ利用に際してはある一定の単位でまとめてダウンロードするニーズが高いと想定される。プローブ統合サーバに求められる道路行政からのリクワイアメントでは 3 年間のデータ利用が必要とされていることから、3 年間はファイルサーバによる保存とする。
長期	長期的(3 年以降)にはテープ媒体への保存に移行し、一定期間保持する。なお、保持期間に関しては道路行政におけるデータ活用ニーズを踏まえて議論が必要。

プローブ情報を用いた分析結果から、走行履歴データおよび旅行時間テーブルからトリップ単位にデータが抽出できることや、トリップの始点(出発地)、終点(到着地)、経由地が取得できること等、プローブ情報に求められるデータ要件の整理を行った。この整理結果を踏まえ、プローブ統合サーバが備えるべきプローブ情報の処理方法として、以下の検討を行った。

- ・ITS スポットシステムの制約を考慮したデータ処理
- ・プライバシーに配慮した処理
- ・トリップと運行を考慮したデータ処理
- ・新たなプローブ統合サーバにおけるデータ処理
- ・マップマッチング処理
- ・統計的処理と逐次処理

(2) データの蓄積・共有・配信方法にかかる整理

(1) で検討したプローブ統合サーバが備えるべきデータの処理方法を踏まえ、プローブ情報のデータ蓄積・共有・配信方法について整理を行った。まずデータ蓄積方法として、以下に関する整理を行った。

- ・今後増加が見込まれるプローブ情報のデータ量試算
 - ・データの活用場面を想定し、必要な情報を付加したデータフォーマット
 - ・検索性、データの更新、ダウンロード方法、保存性能、コスト、拡張性を考慮したデータの保存方法
- これらの整理結果を踏まえてプローブ統合サーバにおけるデータ保存方法を表2の通り整理をした。

次に、図1に示す通り、プローブ統合サーバにて保存したプローブ情報を各道路管理者や外部連携システム等へデータ共有する方法として、以下に関する検討を行った。

- ・データ共有のタイミング
- ・連携システムとのデータ共有方法
- ・共有するデータ項目

(3) 新たなプローブ統合サーバの仕様書の作成

(1)、(2)の整理結果を踏まえ、代表地方整備局に新たに構築するプローブ統合サーバの機器仕様書を作成した(図2)。

[成果の活用]

本研究の成果は、新たに構築するプローブ統合サーバの機器仕様書に活用された。

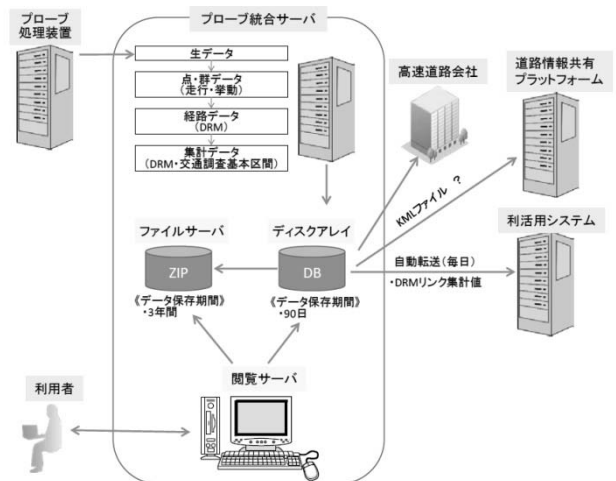


図1 プローブ情報のデータ共有

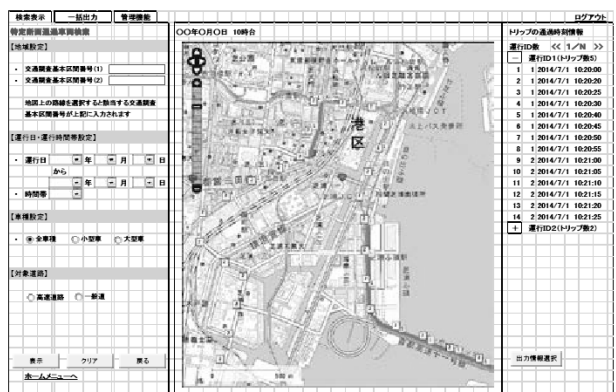


図2 プローブ統合サーバ機器仕様案(画面仕様)

プローブ情報を用いた大型車両の走行状況確認技術調査業務

Research on monitoring method of heavy vehicles using Probe data

(研究期間 平成 26 年度)

道路交通研究部
高度道路交通システム研究室
Road Traffic Department
Intelligent Transport Systems Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher
交流研究員
Guest Research Engineer

牧野 浩志
Hiroshi MAKINO
鈴木 彰一
Shoichi SUZUKI
築地 貴裕
Takahiro TSUKIJI
鹿谷 征生
Yukio SHIKATANI

The purpose of this research is to investigate and verify methods for monitoring driving route of heavy vehicles, which is considered to have a significant impact on the life span of road infrastructure.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、「好循環実現のための経済対策」(平成 25 年 12 月 5 日閣議決定)に基づき、「競争力強化策」の一環として、交通・物流ネットワーク等の都市インフラ整備、ITS 技術の活用などによる渋滞対策等を推進することとしている。国土技術政策総合研究所では、上記対策等の一部として、ITS 技術を活用し、プローブ情報(車両の走行履歴等を含むデータ)を用いた大型車両の走行状況確認技術の確立に取り組んでいる。取組の一環として、平成 25 年度、GPS 機能付き ITS スポット対応車載器を搭載した大型車両(以下、「モニタ車両」)のプローブ情報から走行履歴データを抽出可能とする、特殊車両走行経路違反模擬判定実験システム(以下、「実験システム」)を構築した。

本研究では、実験システムから得られる大型車両の走行履歴データと、事業者からの運行記録を照合することにより、大型車両の走行状況を精度良く推定、確認するための方法について検証することを目的としている。

〔研究内容〕

本研究では、実験システムから得られるモニタ車両の走行履歴データの分析と、事業者からのモニタ車両の運行記録の分析を行い、大型車両の走行状況が確認できるデータを抽出した。抽出した走行履歴データと運行記録の照合を行い、その結果を評価した。照合・評価にあたっては、点列の走行履歴データを地図上の道路と対応付けるために、大型車両の走行経路に特化した最適なマップマッチング手法を選択した。

〔研究成果〕

1. 走行履歴データの分析

実験システムを用いて、モニタ車両のうち、抽出できた 2,891 台の走行履歴データに対して、以下の項目について分析した。

【分析項目】

- 実験システムの走行履歴データ取得量(車両台数、走行距離総量、ITS スポット利用数、日次変化、地域別変化、車種別傾向等)
- 特殊車両自動計測装置に関する取得データ(月別、日別、時間帯別、装置別の計測車両台数、計測重量・寸法分布等)

代表的な分析結果を以下に示す。

図 1 に全国 ITS スポットから収集した走行履歴データの取得状況を示す(平成 26 年 10 月)。1,548 箇所(の ITS スポット)から走行履歴データを取得しており、モニタ車両は全国を網羅的に走行していることを確認した。

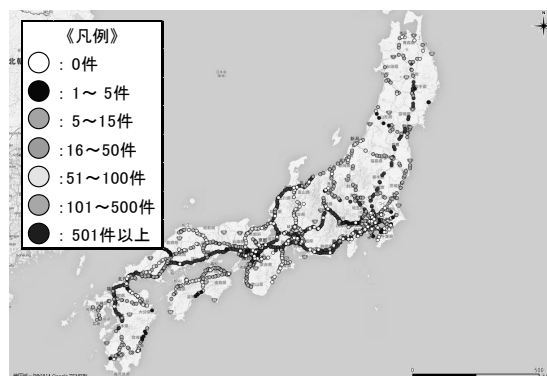


図 1 走行履歴データ取得状況(10月)

図 2 に平成 26 年 4 月～11 月の期間、全国 39 個所の特殊車両自動計測装置を通過した車両台数に関するデータを示す。モニタ車両に占める特殊車両（以下、「特車」）の割合が夜間に多いことから、多くの特車は夜間に走行していることが確認できた。

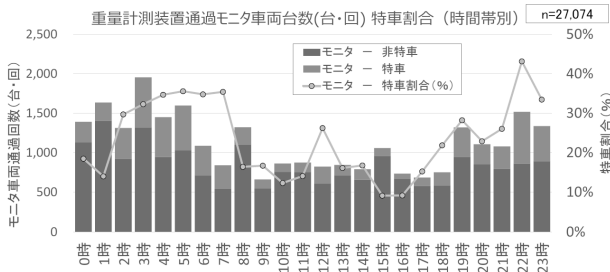


図 2 特殊車両自動計測装置における通過車両台数

2. 運行記録の分析

走行履歴データと照合可能な運行記録を抽出した。抽出にあたっては、平成 26 年 4 月～11 月に走行したモニタ車両 2,891 台、延べ 18,841 件の運行記録を対象とし、時間把握可否、距離把握可否、経路把握可否、トリップ把握可否（運行記録上の荷積み、荷降ろし、休憩等の立寄り毎の走行）の観点で分析した。なお、経路を把握できる運行記録については、経路情報を DRM リンク・ノード形式に変換して用いた。また、運行記録は、車両を運行する事業者毎に異なる様式（アナログタコグラフ形式、タイムチャート形式、表形式等）のものがあるため、実際に走行経路として把握できる記録は全体の 5%（タイムチャート形式）と少なかった（図 3 参照）。効率的な走行経路把握のためには、走行経路が判別可能な運行記録を作成している事業者に限り、運行記録の提供協力を依頼することが重要といえる。

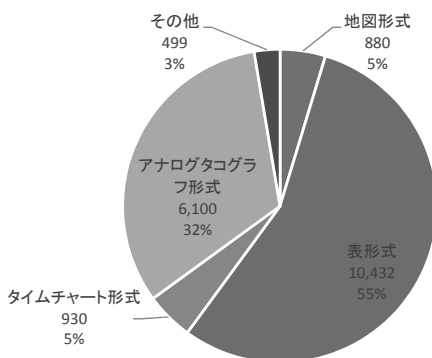


図 3 運行記録の分類

3. 走行履歴データと運行記録の照合

1. の走行履歴データの分析結果、及び 2. の運行記録の分析結果を用いて、実験システムの処理結果出力

としてのモニタ車両の走行状況（経路及び重量）と、運行記録上の走行状況を照合し、その結果を評価した。照合に使用したデータは、平成 26 年 9 月～11 月の運行記録 234 件、全 4,382 スパン（区間）とした。

評価指標には、経路一致率および経路外走行率を用いた。経路一致率は、運行記録上の経路に対するマップマッチング結果の一致割合を表す。経路外走行率は、マップマッチング結果が運行記録上の経路と重複しない割合を表す。

照合の結果、経路一致率は 9 割を超え、経路外走行率は約 1 割程度であった。経路不一致が発生する際の特徴としては、国道以下の一般道路を対象とした場合の照合において発生している傾向がみられた。特に、IC を含むスパンが大半を占めていた。このことから、高速道路に限定すると、大型車量の走行経路はほぼ把握できることが確認できた。一方、経路外走行の特徴としては、走行経路に並行する道路または直行する道路において発生している傾向がみられた。

ITS スポットは高速道路を中心に設置されており、今年度は一般道における検証に必要なデータが十分に収集できなかったが、今後、一般道においてもプローブ情報が収集可能な路側機が設置されれば、同様の検証が可能である。

なお、照合で用いたマップマッチング手法としては、経路一致率や経路外走行率をもとに、走行履歴データ（点列）を特車スパン（大型車両の走行経路に特化した交差点間を結ぶ区間）に対応付ける方式を採用した。

また、実験システムを用いて、大型車両の違反模倣判定を行う際の留意事項や改善案として、特殊車両自動計測装置から得られる重量計測データと走行経路との紐づけ方法やトリップ分割方法などを検討した。特に、荷扱いと休憩時間をシステム上で区別する際に必要な停車パラメータ（閾値）については、荷扱い時間の累積頻度と休憩時間の累積頻度の差が最も大きくなる時間を設定したが、約 2 割について荷扱いと休憩を誤認識する結果となった。従って、荷扱いと休憩時間を区別するには時刻差だけでなく、高速道路の SA/PA などの位置情報を勘案することが必要と考えられる。

[成果の活用]

次年度は、走行履歴データを収集する路側装置が一般道に配備予定であり、本年度得られた成果を踏まえつつ、一般道においても大型車両の走行状況の推定、確認を行う予定である。これにより、全国規模で大型車両の道路の適正利用を精度良く確認可能な技術が確立できると考える。