

## 長野県における橋梁補修点検ソフトウェアの開発\*

永藤壽宮\*<sup>1</sup>・井上裕介\*<sup>2</sup>

## The Development Of The Bridge Check System In NAGANO

NAGATO Toshimiya and INOUE Yusuke

The study is aimed for the development of the bridge check system program that the data management of the increasing aging bridge perform it easily and leads to rational effective maintenance by using Excel and G.I.S. while comparing original Nagano's bridge management account book and National Institute for land and Infrastructure Management's that. Google Map is used as G.I.S. software.

This program is made while choosing a good point of the original Nagano's bridge management and National Institute for land and Infrastructure Management's account book.

That is assumed to use the handheld PC for the bridge manager which a beginner is easy to use.

キーワード : GIS, 橋梁, 点検, 補修, 長寿命化

## 1. 緒 言

橋梁等の構造物は使用に伴って老朽化していく。また作用荷重, 周囲の環境の変化, 構造部材の品質低下など様々な要素が構造物の寿命を著しく変化させる。しかし, 欠陥や変状を致命的になる前に発見し劣化原因の調査・改善を行うことでその寿命を大幅に引き伸ばすことができる。

現在長野県では, 高度成長期に集中的に建設された構造物の老朽化が進み, 長野県が管理する橋梁 3820 橋のうち建設後 50 年を経過する高齢化橋梁は 15%を占め, 10 年後は 46%にまで増加する。このような背景より長野県では合理的, 効率的な維持管理システム構築が強く求められている。現在長野県は「信州発・あなたにもできる橋の点検」を用い維持管理の指標としている。このマニュアルは利用者・管理者の隔てなく「橋梁の知識があまりない方でも, 一とする」を目的に作成され, 橋梁点検を身近なものとし合理的, 効率的な維持管理を実現させた。しかしながら橋梁点検の手法は点検シートを用いたアナ

ログ的な方法に依存しており, 点検データの管理が困難である。また内容も年々改定されているが, 新たに必要な箇所も多く見受けられ, 判定も学術的知識と経験が必要となる。

## 2. 橋梁点検マニュアル

## 2-1 概要

橋梁点検マニュアルソフトのフローチャートは図 1 に示すように, 3 項目のプロセスにより構成される。

現在長野県は「信州発・あなたにもできる橋の点検」を用い維持管理の指標としている。このマニュアルは利用者・管理者の隔てなく「橋梁の知識があまりない方でも, 一定のレベル診断が行える事を可能とする」を目的に作成され, 橋梁点検を身近なものとし合理的, 効率的な維持管理を実現させた。しかしながら, この橋梁点検マニュアルは使用者を広く設定したために簡易的なものとなっており, 橋梁の劣化・損傷を判定する基準の設定, 程度の評価等において不十分と感じられる点が見受けられる。また, 長野県の作成した橋梁点検マニュアルは, 国交省の作成した各自治体の点検マニュアルの基準となるべき「道路橋に関する基礎データ収集要領(案)」(国交省 国土技術政策総合研究所 (以下, 国総研)) の点検内容とそぐわないものになっている。この原因は長野県の橋梁点検マニュアル作成が早かったのが原因とされている。

\* 2011 年 3 月 4 日土木学会中部支部で発表

\*1 環境都市工学科教授

\*2 金沢大学工学部学生

(平成 22 年度環境都市工学科卒業)

原稿受付 2011 年 5 月 20 日

## 2-2 長野県と国総研マニュアルの相違点と方向

表1, 2に示すように2つのマニュアルを比較すると、長野県のマニュアルが点検マニュアルで3つの項目を行うのに対して、国総研のマニュアルは点検調査のみを行うようになっている。また、点検調査の内容に関しては、長野県のマニュアルでレベル1点検、レベル2点検の2つを行うのに対して国総研は詳細調査のみを行う。また、長野県は点検を行う箇所毎に点数をつけていくが部材ごとの評価がされない。一方国総研のマニュアルでは部材ごとに損傷を評価していく。損傷部材の程度・位置により橋梁に与える影響は異なるため、部材毎に評価を行うというのは重要だと考えられる。

しかし、一方的に国総研のマニュアルが優れているとは言い切れない。国総研の行っていない重要度判定のフローは現場へ出ることなくその橋梁の路線・橋梁・自然条件の観点からみた重要度を判定できる。点検調査を行うとなると簡単な調査でも時間がかかってしまうため、出来るだけ劣化の少ないと考えられる橋梁は調査を行わないようにしたい。長野県の重要度判定は長野県の特徴を鑑みたものとなっており、点検すべき橋梁の重要度決定に適していると考えられる。また、レベル1点検は損傷の有無のみで評価されるため、学生アルバイトや近隣住民でも調査が可能となる。現在、長野県では橋梁点検を県職員が行っており、人手不足の際にはこちらの点検で簡易的にでもデータを収集することが必要となるだろう。また、日常点検を行うに当たってもレベル1点検の方が優れていると考えられる。

そこで、本論では長野県における新たな橋梁点検マニュアルの作成を行うことにした。これに関しては、国総研のマニュアルをベースに、長野県のマニュアルから優れていると思われる項目を追加していくという方式をとった。

## 2-3 橋梁点検の現状と展望

橋梁点検の手法は点検シートを用いたアナログ的な方法に依存しており、点検データの管理が困難である。橋梁の点検調査はマニュアルに記載されている表もしくは図を見ながら記録用シートを見て記入していく。点検の度にマニュアルや記録用紙を印刷して持ち運ぶ必要がある。

また、点検から得られた結果はデータベースへの蓄積のため、データ化を行う。つまり、一度手書きしたものをまたPC上に写さなければならない。この作業を点検実施の度に行うのは非常に面倒である。現場での調査・記録のデータ化をより効率よく行うことを目的とした橋梁点検マニュアルのソフトウェア化を行

表1 マニュアル内実施事項

長野県	国総研
重要度判定	点検調査
点検調査	
補修・補強工法の見極め	

表2 点検調査内容

長野県	国総研
レベル1点検, レベル2点検	詳細調査(長野県のもの比べて)
有無(レベル1点検), 0/10/20点(レベル2点検)	有無の2段階, a~eの5段階
部材ごとに評価しない	部材ごとに評価

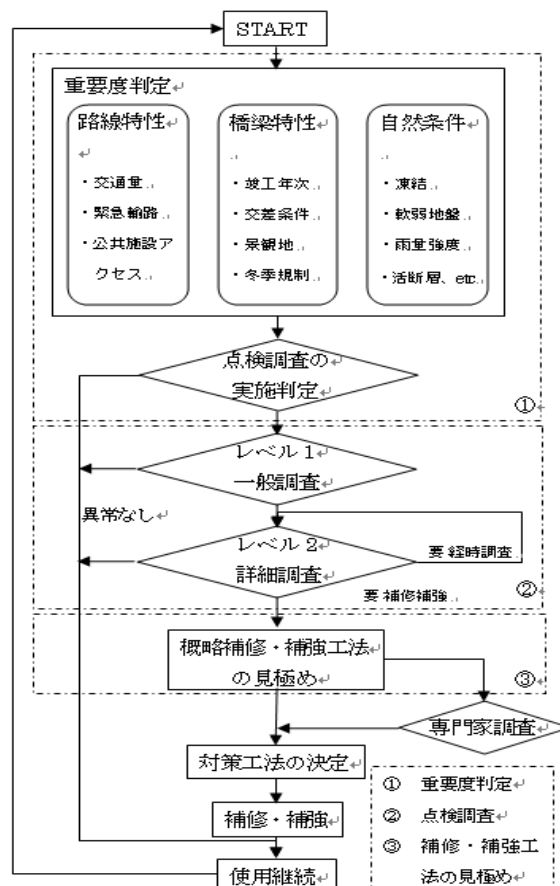


図1 フローチャート

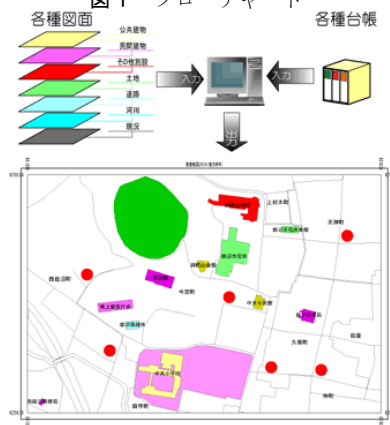


図2 GISの応用概念図

なうことにした。ソフトウェア化するマニュアルは国総研のマニュアルをベースに作成したものである。

今回は現場での点検作業に適したものにするため、ハンドヘルドPCの使用を仮定し、Microsoft Office Excel 2007 のマクロ機能を使用した。

### 2-4 GIS適用について

近年、注目されるようになって来たGIS\* (Geographic Information System : 地理情報システム)。GISを取り扱っている企業は多々あり、その機能も多様である。自治体個々により、用途によって必要とする機能も違ってきており、地方自治体ではこれらGISソフトの選出において担当者の主観的な部分も大きく、経費も高額になり導入も進行しないよう見受けられる。また多くは上部団体が指定するフォーマットに従わなければならない、GISソフトの導入に支障をきたしている状況にある。

そこで今回は、世界中の人に親しまれており、かつ無料で使用できるGoogle Earthを使用することにした。

図2の概念を応用して長野市の橋梁状況を調査し、橋梁一覧を作成する。これらの橋梁を地図上に位置表示するために、Gmap から橋梁の緯度、経度を調べ、Google Earth 適応するために必要な座標作成をしてからKMLファイルを作成する。KMLファイルとはGoogle Earth 上にデータを表示させるためのファイル形式である。

KMLファイルの作成にもExcelのマクロ機能を使用する。

## 3. 橋梁点検マニュアル作成について

### 3-1 重要度判定項目の概要と導入

橋梁の調査は本来詳細まで行うものが主である。そのため、調査には多大な時間を要する。また、全ての橋梁に対して調査を行うとすると、建設後間もない橋梁や交通量の少ない橋梁など、劣化の程度が低いと考えられる橋梁まで調査を行うということになってしまう。橋梁個別の条件に応じて点検・補修の重要度を付け、劣化が激しいと考えられるものから点検を行っていくのが望ましい。

それを踏まえ、本論では長野県のマニュアルから、重要度判定の項目を取り入れることにした。この項目は優先順位の付け方を、

- ①路線による重要度
- ②橋梁による重要度
- ③自然条件による重要度

の3つ指標により決定し、この3つは以下のような考えに基づいて作られた。

表3 路線による重要度ランク (長野県版から)

路線による重要度ランク					
路線名	路線番号	所在地			
橋梁名	調査日	点検者			
調査結果がない(路線一律1.3)					
橋長	径間割				
幅員	( 方面)←→( 方面)				
上部工形式	下部工形式				
コメント					
項目 (重要度係数)					
緊急輸送路	指定路線	A	B	C	評価
×3	指定なし		0		
道路区分	一般国道			3	
×1	主要地方道・一般県道		2		
	市町村道	1			
自動車交通量	20000台以上			3	
×2	20000~4000台		2		
(昼夜考慮)	4000台未満	1			
大型車交通量	1000台			3	
×3	100~250台		2		
(昼夜考慮)	250台未満	1			
地域外交通口	交通機能の分断	あり		3	
×1		なし	0		
地域内交通の麻痺		あり		3	
×1		なし	0		
遊歩道の確立		あり		3	
×1		なし	0		
公共施設(病院、役所、消防署、学校)バス路線へのアクセス	×1	あり		3	
		なし	0		
道路改良状況	改良済み			3	
	センターラインがある		2		
	センターラインがない	1			
総合点					0

表4 橋梁による重要度ランク (長野県版から)

橋梁による重要度ランク					
項目	A	B	C	評価	
竣工年次	昭和42年度前後		3		
×5	昭和42年度以降から昭和55年度まで		2		
	昭和55年度以降から平成6年度まで	1			
	平成6年度以降	0			
道路	車の迂回路なし	歩行者あり		3	
×3		歩行者なし	2		
	車の迂回路あり	歩行者あり	2		
		歩行者なし	1		
	道路と交差していない		0		
交差条件	1級線			3	
×3	2級線		2		
	その他	1			
	鉄道と交差していない		0		
河川	1級河川			3	
×1	2級河川		2		
	その他	1			
	河川と交差		0		
除雪条件	設計上雪荷重あり	除雪する		3	
×1		除雪しない		2	
	設計上雪荷重なし	除雪する	1		
		除雪しない	0		
塩化カルの使用	×使用する			3	
3		使用しない	0		
混雑度	終日混雑			3	
×1	朝・夕混雑		2		
	朝・夕どちらか混雑	1			
	混雑しない	0			
景観に優れている		いる	1		
×1		いない	0		
国立・国定・県立公園区域		内	1		
×1		外	0		
県自然環境・郷土環境保全区域		あり	1		
×1		ない	0		
季節による工事規制がある		ある	1		
×1		ない	0		
祭りなど一定期間に重要度が増す(EX:御祭、御野帳、花見)	×1	する	1		
		しない	0		
総合点					0

表5 自然条件による重要度ランク (長野県版から)

自然条件による重要度ランク					
項目	A	B	C	評価	
雨量強度	志賀、新田、白馬、上田			3	
×1	軽井沢、長谷、木曾、長野、南信濃、諏訪		2		
	大町、前沢、野沢温泉、高井	1			
	その他	0			
凍結時期	北佐久、上小の一部地域			3	
×3	木曾、上伊那、松本、安曇、筑摩、上小、更級、更埴、高井	1	2		
	下伊那、大北、水内、駒山	1			
	その他	0			
地割り	地割指定地域内			2	
×2	地割指定地域より500m以内		1		
	上記以外の地域	0			
砂防	砂防指定河川、指定地域内			2	
×2	砂防指定河川、指定地域内		1		
	上記以外の地域	0			
活断層	断層帯1の箇所から5km以内			3	
×2	断層帯II、IIIの活断層から5km以内		1		
	活断層から5km以上離れている	0			
化学作用	温泉地下流1km以内			2	
×2	河床が鉄分の付着により褐色化している		1		
	上記以外の地域	0			
地盤条件	中野部のうち、軟弱な地盤が分布する可能性のある地域(注1)			3	
×1	軟弱地盤・岩盤地帯のどちらともない(注2)地帯(注3)		2		
	岩盤地帯(注3)	1			
総合点					0



図3.4に示すように表や図を見ながら損傷を判定していく。仮に項目を設けられていないものは損傷を評価しないということになる。また、この判断基準が曖昧である場合は現場での点検員の混乱を招き、正確な判断が為されないことがある。そのため、この判断基準は橋梁の劣化を判断するために重要とされるものであり、詳細であることが求められる。

### 3-4 追加手法

長野県から国総研へ基準を追加する際、損傷した際に橋梁へ与える影響が大きと思われる項目を追加することにした。点検箇所・内容が重複しているものはより詳細に点検を行えるものを優先することにした。

前述したが、長野県のマニュアルと国総研のマニュアルでは評価方法が異なる。長野県が点数評価であるのに対し、国総研は記号で評価を付けていく。つまり、長野県のマニュアルをそのまま国総研に追加することは出来ない。そこで、今回作成するマニュアルでは長野県のマニュアルの点数を国総研のマニュアルの記号表示に直すことにした。以下にその内容を示す。《評価区分の変換方法》

(1) 長野県のマニュアルの点数が0・10・20点で付けられている場合

- 0点⇒a
- 10点⇒c または d
- 20点⇒e

理由：0点ということは、損傷が無いもしくは最も軽微とされることを考え、評価をaにした。

10点をcまたはdとした理由は、5段階評価の上でも中間に位置しているだろうと考えたためである。また、bを使用しなかった理由は損傷を評価する上でなるべく安全側で評価を行おうと考えたためである。dを使用したのもそういった考えからである。

20点をeとした理由は、5段階評価においても最も危険と考えた方が良く考えたためである。

(2) 長野県のマニュアルの点数が0・20点で付けられている場合

- 0点⇒無
- 20点⇒有

理由：0点と20点の二つで構成されている項目は、5段階評価ではなく有無の2段階評価に変換することとした。

0点は損傷無と考えると無とすることとした。2つしか区分がなかったため20点のものは有とした。(5段階で表す必要もない)

損傷評価基準となる表や図は長野県のマニュアルからそのまま導入した。なお、既に国総研のマニユア



図3 損傷判断基準図（国総研）



図4 損傷判断基準図（長野県）

表9 損傷判断基準-変形（国総研）

#### ④変形

##### (1)調査箇所

鋼橋における鋼材の変形について、各損傷状況を基準の写真と比較して確認を行う。

##### (2)損傷の程度の評価区分

確認の結果は、次の区分によるものとする。

評価の目安	点検箇所		主構トラス
	自動入力	直接入力	
変形していない			2
変形している			

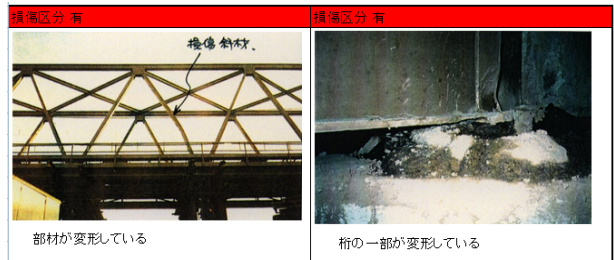


図5 損傷判断基準図-変形（国総研）

表10 損傷判断基準-伸縮装置（国総研）

伸縮装置に関してはこちらで評価を行う。

【伸縮装置】評価の目安	点検箇所		主構トラス
	自動入力	直接入力	
損傷なし			a
桁受け部に漏水している			c
伸縮装置の前後に段差がある			d
本体に損傷がある			d
非排水タイプの装置が損傷している			e

ルと重複する内容で図があったものは追加しなかった。

### 3-5 追加内容

今回追加した内容は以下の通りである。

#### (1) 損傷項目の追加

〈変形〉

表9, 図5に示されるように, 国総研では, 存在している。

理由: 長野県のマニュアルで考慮されておらず, かつ橋梁に影響を与える重要な要因であると考えられるため。

〈伸縮装置〉

表10, 図6に示されるように, 国総研では, 存在している。

理由: 路面の凹凸に関しては国総研のマニュアルでも触れられていたが, 伸縮装置の損傷については触れられていない。しかし, 伸縮装置の損傷は下の支承へ与える影響も大きいと考えられるため, 追加した。

〈床版ひびわれ〉

これも国総研では, 存在している。

理由: コンクリートの損傷には様々な種類があり, 今回追加した『黒いしみ』は床版内のカビの発生を示すもので, 橋梁へ与える影響も大きいと思われる。

## 4. マニュアルのソフトウェア化

### 4-1 重要度判定表

図7, 8に示すような手順で運用できるようにソフトウェア化した。

### 4-2 レベル1点検

図9, 10に示すような手順で運用できるようにソフトウェア化した。

それぞれExcelのマクロ化で判定評価計算, 自動入力, 点検項目欄自動作成などを果たした。

## 5. GISへの適応

### 5-1 Google Earthの導入

本章では, 作成した橋梁点検マニュアルソフトを用い, 実際に橋梁を点検したとして, 橋梁点検マニュアルソフトから得た情報, 橋梁の写真, その橋梁の詳しい情報が載っている橋梁台帳を地図上に適応をする。GISソフトとしては, 世界中の人に親しまれているGoogle Earthを用いる。

### 5-2 実際の適応事例

まず, 長野市の橋梁状況を調査し, 橋梁一覧を作成する。これらの橋梁を地図上に位置表示するために, Gmap から橋梁の緯度, 経度を調べ, Google Earth 適応するために必要な座標作成をしてからKMLファ

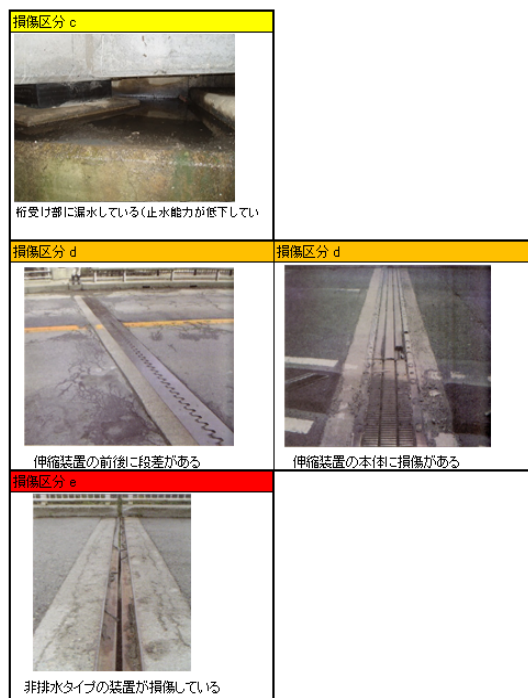


図6 損傷判断基準図-伸縮装置 (国総研)



図7 重要度判定表操作手順

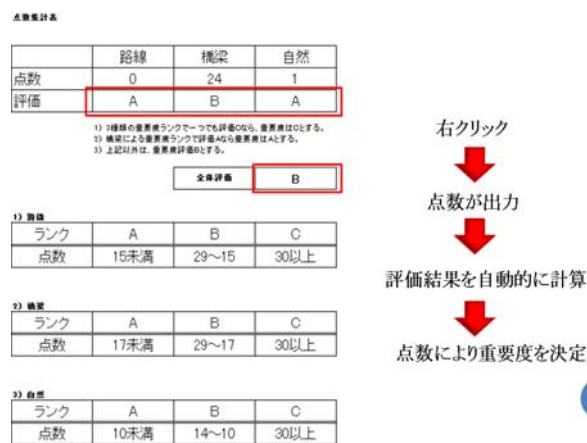


図8 重要度判定全体評価表操作手順

イルプログラムを作成する。

まずGmapから橋梁の座標を読み込みGoogle Earth上へと表示する。橋梁データに座標を与えたものを一覧表に沿って用意する。

橋梁に座標データを与えたものをGoogle Earthに出力するために、表11に示すようにMicrosoft ExcelでGoogle Earthで表示するための専用ファイルであるKMLファイル作成プログラムの結果を示す。橋梁台帳や点検などの結果を図11に示す。

## 6. 結論

現在長野県では内容の簡易的な点検を行っている。またそのマニュアルは、国交省の基準と違うものである。今回作成したプログラムでは、国交省のマニュアルの判定に重きを置きながらも、長野県のマニュアルからも良い点を抽出したので、長野県の特徴に合わせ、なおかつ詳細な点検を実施出来るようになった。

現在は、現場へ出て手書きで収集した橋梁点検結果をパソコンへ打ち込みなおすという手法が採られている。今回プログラム化を行ったことで、ハンドヘルドPCを使用した現場での点検が可能となった。これにより、打ち込みなおす手間が省略出来るようになった。重要度判定の項目では現場へ出ることなく評価を行えるように。そして、レベル1点検により、「専門知識のあまりない方でも現場での簡易調査を行えるようになった」ことで、予算の少ない地方自治体の補修費の円滑な運用につながると思う。また、詳細調査では、長野県のレベル2点検よりも詳細な調査が行えるようになったため、データベースとしての価値も向上したと考えられる。

GISの導入により、位置情報と橋梁情報を同時に得ることができるようになった。そのため、従来のように表にデータをまとめ、地図で位置確認を行うよりも効率が良く、見やすくなった。

## 参考文献

- 1) 橋梁メンテナンス研究会：信州発・あなたにもできる橋の点検，信州大学・地域共同研究センター：(2006.6)
- 2) 長野県建設部道路管理課HP：  
<http://www.pref.nagano.jp/doboku/jji/kashokai.htm>
- 3) JACIC GIS研究会編：地方公共団体のためのWebGIS 導入マニュアル，財団法人日本建設情報総合センター(2005.5)
- 4) 長野県建設部道路管理課 HP：  
<http://www.pref.nagano.jp/doboku/jji/kashokai.htm>



図9 レベル1点検評価表操作手順

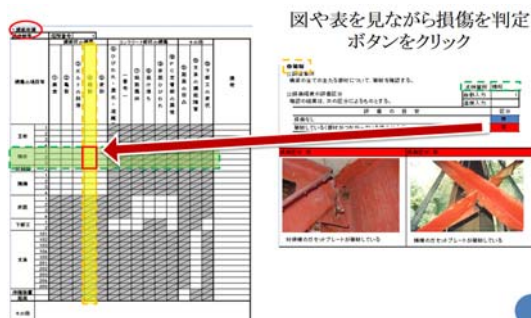


図10 詳細調査点検評価表操作手順  
表11 KLMファイル

座標取得先	<a href="https://www.sfa.co.jp/zenes/">https://www.sfa.co.jp/zenes/</a>	
KML出力		
地点の名前	コメント	リンク先URL
長野高専	独立行政法人国立高等専門学校機構 長野工業高等専門学校 長野市遠野716 TEL:026-295-7003 開設年度：平成15年 機種：単線トラス橋 3径間連続RCT桁 +RC床版	<a href="https://www.nagano-nct.ac.jp/">https://www.nagano-nct.ac.jp/</a>
村山橋	橋長：84.42m 幅員構成：車道5.5m、歩道4.0m 歩道幅：6.6mの4箇所、野橋17間+橋元	<a href="https://www.city.suzuka.nagano.lg.jp/matsui/miyayama.php">https://www.city.suzuka.nagano.lg.jp/matsui/miyayama.php</a>



図11 プログラム結果で写真と橋梁台帳の出力例図

- 5) 長野県建設事務所 HP：  
<http://www.pref.nagano.jp/xdoboku/chouken/>
- 6) 高橋重雄他：事例で学ぶ GIS と地域分析，古今書院（2007.10）