


橋梁点検×マルチコプタ ～「マルコ®」～

『コンクリート構造物の補修・補強に関するフォーラム2016』

橋梁点検×マルチコプタ
～「マルコ®」～



平成28年9月
大日本コンサルタント株式会社
インフラ技術研究所・保全エンジニアリング研究室
小林 大

-1

目次

- 1 はじめに
- 2 技術開発の視点
- 3 マルチコプタとは？
- 4 飛行ルールに関する航空法の規定
- 5 橋梁点検用マルチコプタ（マルコ®）

-2

1 はじめに・・・

(1) 自己紹介

氏名	小林 大 (だい)
所属	大日本コンサルタント株式会社 インフラ技術研究所 保全エンジニアリング研究室
専門	点検・補修設計を始めとした橋梁のメンテナンス分野

表 大日本コンサルタント株式会社の概要

商号	大日本コンサルタント株式会社 NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.
設立	1963年1月23日
資本金	13億9,900万円
代表者氏名	高久 晃
株式市場	東京証券取引所 市場第二部
本店住所	〒170-0003 東京都豊島区駒込3-23-1
電話番号	03-5394-7611
従業員数	590名 (2015年6月30日現在)
事業所	本社、東北支社、東京支社、北陸支社、中部支社、大阪支社、九州支社、 横浜支店、中国支店、四国支店、 盛岡事務所、福島事務所、宇都宮事務所、新潟事務所、岡山事務所 沖縄事務所、ハノイ事務所、マニラ事務所、札幌営業所、ほか営業所

-3

1 はじめに・・・

(2) 大日本コンサルタント（株）のご紹介

橋梁・道路構造物に強みを持つ。



伊良部大橋（沖縄県）

-4

橋梁点検×マルチコプタ ～「マルコ®」～

1 はじめに・・・

(2) 大日本コンサルタント (株) のご紹介



新地大橋 (新潟県)

新地大橋 (富山県)

志賀ルート (長野県)

津波避難タワー (静岡県東田町)

5

1 はじめに・・・

(2) 大日本コンサルタント (株) のご紹介

橋梁のメンテナンスに対して早くから取り組み (※1)、2008年に**保全エンジニアリング研究所** (※2) を設立。

※1 1996年に独立した保全技術課を設立。
 ※2 現「インフラ技術研究所 保全エンジニアリング研究室」



図 舗装の下に潜むRC床版の損傷と電磁波レーダ技術開発

6

2 技術開発の視点

(1) 平成26年 ～ 回るメンテナンス時代へ ～

- 道路の老朽化対策の本格実施に関する提言
 - ・ 社会資本整備審議会 道路分科会 基本政策部会
 - ・ **最後の警告** - 今すぐ本格的なメンテナンスに舵を切れ -
- 道路施設の定期点検が義務化
 - ・ 5年に1回
 - ・ **近接目視**点検
 - ・ **統一的**に健全性分類
 - ・ 点検結果を**記録保存**

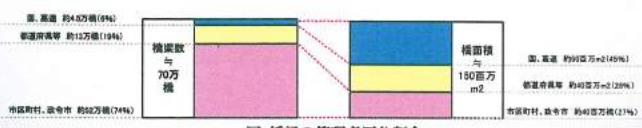


図 橋梁の管理者区分割合

7

2 技術開発の視点

(2) 私の専門とする橋梁では・・・

直轄版

橋梁定期点検要領

平成26年6月
国土交通省 道路局 国道・防災課

方法：近接目視
記録項目：詳細

詳細な点検・記録が必要な場合の参考

- ・ 国交省及び沖縄総合事務所管理の道路橋に適用
- ・ **全部村**が対象
- ・ 要素単位で損傷程度を評価 (a～e)
- ・ **部材単位**で対策区分を判定 (A～S2)
- ・ **部材単位**で健全性を診断 (I～IV)
- ・ **道路橋単位**で健全性を診断 (I～IV)

技術的助言版

道路橋定期点検要領

平成26年6月
国土交通省 道路局

方法：近接目視
記録項目：最小限

- ・ 最小限の方法、記録項目を具体的に記述
- ・ **全部村**が対象 (点検項目が簡素化)
- ・ **部材単位**で健全性を診断 (I～IV)
- ・ **道路橋単位**で健全性を診断 (I～IV)

図 2つの定期点検要領の比較

8

橋梁点検×マルチコプタ ～「マルコ®」～

2 技術開発の視点

(3) 2つの要領のデータ量の差 ～記録構造分割～

直轄版

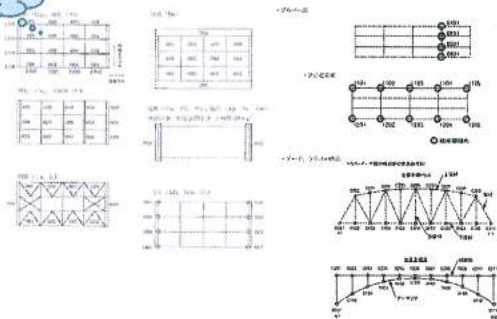


図 橋梁定期点検要領に規定される要素番号例

9

2 技術開発の視点

(3) 2つの要領のデータ量の差 ～記録構造分割～

技術的助言版

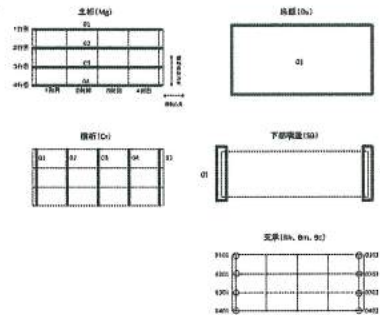


図 道路橋定期点検要領に規定される部材番号例

10

2 技術開発の視点

(3) 2つの要領のデータ量の差 ～記録構造分割～

およそ1,000個

およそ3,000種間

技術的助言版
だこの辺り

およそ160,000部材

およそ500,000要素

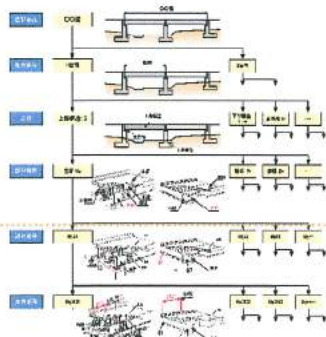


図 某国道事務所をモデルケースとした記録構造分割試算例

11

2 技術開発の視点

(3) 2つの要領のデータ量の差 ～点検項目～

直轄版

図 橋梁定期点検要領に規定される点検項目（変状の種類）の標準

12

2 技術開発の視点

(3) 2つの要領のデータ量の差 ～点検項目～

技術的助言版

付表-1 点検項目（変状の種類）の標準

部位・部材区分	対象とする項目（変状の種類）		
	鋼	コンクリート	その他
上部構造	主桁	腐食	ひびわれ
	横桁	亀裂	床版ひびわれ
	縦桁	破断	その他
	床版	その他	
	その他		
下部構造	橋脚		ひびわれ
	橋台		その他
	基礎		
	その他		
支承部			支承の機能障害
路上			
その他			

図 道路橋定期点検要領に規定される点検項目（変状の種類）の標準

13

2 技術開発の視点

(3) 2つの要領のデータ量の差 ～帳票～

直轄版

図 橋梁定期点検要領（直轄版）において作成が求められる帳票

14

2 技術開発の視点

(3) 2つの要領のデータ量の差 ～帳票～

技術的助言版

図 道路橋定期点検要領（技術的助言版）において作成が求められる帳票

15

2 技術開発の視点

(4) 技術的助言版を念頭にした技術的課題と技術開発の視点

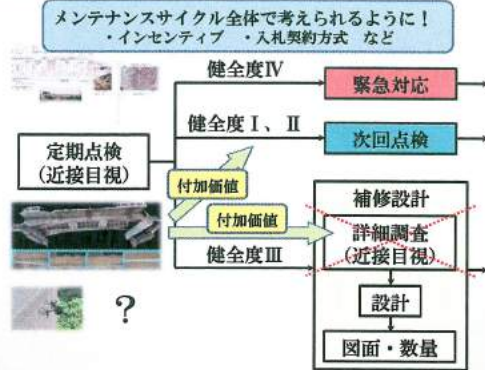
- 近接目視点検の支援
 - ・まずは近接目視点検の支援技術を早期に社会実装し、メンテナンスサイクルを円滑化。
 - ・点検記録において効率的にリアリティを確保しメンテナンスサイクルに流通させる。
- メンテナンスサイクルにおける冗長性の確保
 - ・点検員が診断員を兼ねると考えられること、更には多様な入札契約方式をにらみ不測のエラーに対するバックアップ。
 - ・点検時に効率的に各種データをストックしリカバリーに備える。

16

橋梁点検×マルチコプタ ～「マルコ®」～

2 技術開発の視点

(4) 技術的助言版を念頭にした技術的課題と技術開発の視点



-17

3 マルチコプタとは？

(1) 航空法の規定

- ・人が乗ることができない飛行機、回転翼航空機、滑空機、飛行船であって遠隔操作又は自動操縦により飛行させることができるもの。
- ・いわゆるドローン（マルチコプター）、ラジコン機、農業散布用ヘリコプター等が該当。

(例)



(ドローン (マルチコプター))



(ラジコン機)



(農業散布用ヘリコプター)

※ 「安全飛行のためのガイドライン 国土交通省 航空局」より抜粋

・18

4 飛行ルールに関する航空法の規定

(1) 罰則

- ・航空法において、無人航空機を飛行させる際の基本的なルールが平成27年12月10日より義務化。
- ・これらのルールに違反した場合には50万円以下の罰金が課されることあり。
- ・屋内や網等で四方・上部が開かれた空間については適用外。

人口密集地において無許可でドローン (W=12kg) を飛行させ墜落した事件では、罰金20万円の略式命令が出された。

※ 「安全飛行のためのガイドライン 国土交通省 航空局」より抜粋

-19

4 飛行ルールに関する航空法の規定

(2) 飛行の方法

- ・日中 (日出から日没まで) に飛行させること。
- ・目視 (直接肉眼による) 範囲内で無人航空機とその周囲を常時監視して飛行させること。
- ・第三者又は第三者の建物、第三者の車両などの物件との間に距離 (30m) を保って飛行させること。
- ・祭礼、縁日など多数の人が集まる催し場所の上空で飛行させないこと。
- ・爆発物など危険物を輸送しないこと。
- ・無人航空機から物を投下しないこと。

(3) 上記によらない場合

- ・安全面の措置をした上で、国土交通大臣の承認を受ける必要あり。

※ 「安全飛行のためのガイドライン 国土交通省 航空局」より抜粋

・20

橋梁点検×マルチコプタ ～「マルコ®」～

4 飛行ルールに関する航空法の規定

※ 詳しくは、[国土交通省ホームページ「無人航空機（ドローン・ラジコン機等）の飛行ルール」](http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html)をご参照ください。

http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html

21

5 橋梁点検用マルチコプタ（マルコ®）

(1) マルコ®とは？

- 用途に応じた2種類からなる橋梁点検用マルチコプタ。
- NEDO（※）業務委託により「インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト」、川田テクノロジーズ（株）、（株）エンルート、大日本コンサルタント（株）、（国研）産業技術総合研究所の4社で共同開発を実施。
- NEDO助成事業としてH30年の実用化を目指し開発を継続。

※ 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

(2) 機体の特徴は？

- 橋面からの操縦・運用を可能とし、適用シーンの多様化を目指す。
- 有線通信および有線給電方式を基本とし、飛行安全性および飛行時間の向上を実現。



図 橋面からの有線飛行概要図

22

5 橋梁点検用マルチコプタ（マルコ®）

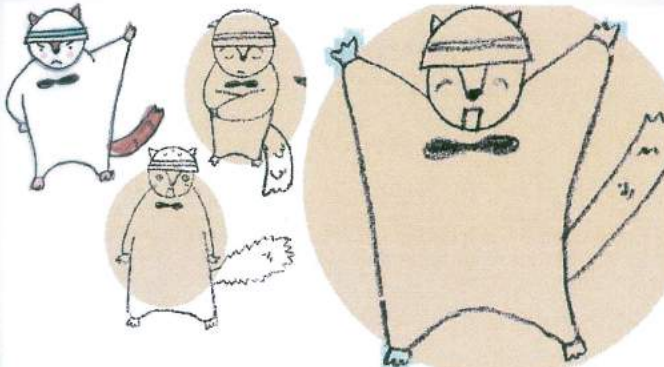


図 マルコ君

23

5 橋梁点検用マルチコプタ（マルコ®）

(3) 高精細画像取得用マルチコプタ

カメラ（1,600万画素）



給電、通信ケーブル 安全索

写 外觀

表 仕様	
製造会社	colibute
製品名	Star P1000
機体寸法	104×104×100mm
機体重量	1300g
バッテリー	リチウムポリマー電池
制御システム	Pixhawk

24

橋梁点検×マルチコプタ ～「マルコ®」～

5 橋梁点検用マルチコプタ (マルコ®)

(3) 高精細画像取得用マルチコプタ

- 高解像度カメラを搭載。
- 橋梁全体を網羅的かつ短時間に撮影。
- 自律飛行や外乱の影響を抑制する飛行安定制御技術を開発。



写 飛行状況



写 撮影対象 図 3D画像



写 個別写真



25

5 橋梁点検用マルチコプタ (マルコ®)

(3) 高精細画像取得用マルチコプタ



写 個別写真



26

5 橋梁点検用マルチコプタ (マルコ®)

(4) 橋梁 (鋼桁) 着脱型マルチコプタ

橋梁着脱移動モジュール



安全索

給電、通信ケーブル

写 外観

アーム式カメラモジュール

項目	仕様
機体サイズ	約 400mm (幅) × 400mm (高さ)
重量	約 2.5kg
最大速度	約 10m/s
最大高度	約 100m
最大飛行時間	約 20分
最大撮影範囲	約 100m × 100m
カメラ	4K UHD (3840 × 2160) / 30fps
センサー	LiDAR / 赤外線 / 超音波
通信	Wi-Fi / 4G LTE
充電	約 1時間
その他	自律飛行 / 障害物回避 / 緊急着陸



27

5 橋梁点検用マルチコプタ (マルコ®)

(4) 橋梁 (鋼桁) 着脱型マルチコプタ

- 磁力による橋梁 (鋼桁) 着脱機構、磁着時移動機構および自在カメラアームを開発。
- 局部を多方向から撮影。



写 鋼桁磁着状況



7Kアクションカメラ

写 リベット橋撮影写真



28

橋梁点検×マルチコプタ ～「マルコ®」～

5 橋梁点検用マルチコプタ (マルコ®)

(4) 橋梁 (鋼桁) 着脱型マルチコプタ



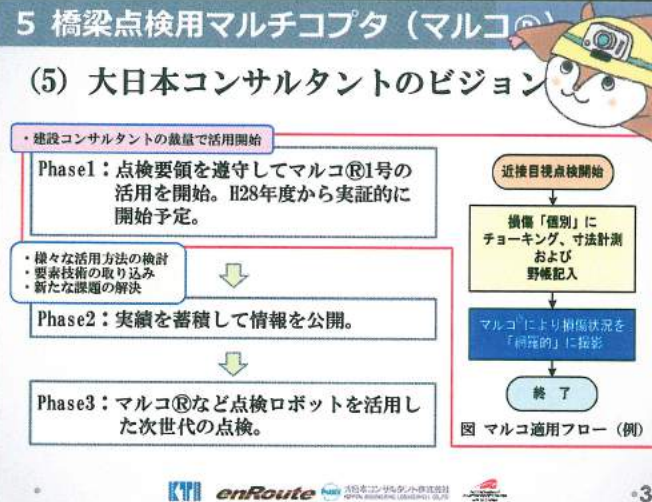
写リベット橋梁撮影写真

KYI enRoute 大日本コンサルタント株式会社
DAI NIPPON CONSULTANT CO., LTD.

29

5 橋梁点検用マルチコプタ (マルコ®)

(5) 大日本コンサルタントのビジョン



・建設コンサルタントの載屋で活用開始

Phase1: 点検要領を遵守してマルコ®1号の活用を開始。H28年度から実証的に開始予定。

Phase2: 実績を蓄積して情報を公開。

Phase3: マルコ®など点検ロボットを活用した次世代の点検。

近接目視点検開始

橋梁「個別」に
チョーキング、寸法計測
および
野帳記入

マルコ®により損傷状況を
「網羅的」に撮影

終了

図 マルコ適用フロー (例)

KYI enRoute 大日本コンサルタント株式会社
DAI NIPPON CONSULTANT CO., LTD.

30

5 橋梁点検用マルチコプタ (マルコ®)

(6) 平成30年度の目標 ～ マルコ®適用例 ～

● 道路橋定期点検要領+マルコ®



図 マルコ®適用例

KYI enRoute 大日本コンサルタント株式会社
DAI NIPPON CONSULTANT CO., LTD.

31

6 おわりに

それぞれの橋梁には、それぞれの劣化があります。その劣化に対応する **コンクリート補修設計を行うとき**、まず「**劣化機構の特定**」をし、「**劣化指標値の測定**」を行い、「**劣化指標値に応じた要求性能を満足する工法**」の選定と進みます。この工法選定に必要な正しい知識があれば、コンクリート補修は決して難しくはありません。

※ (一社)コンクリートメンテナンス協会即より抜粋・引用

KYI enRoute 大日本コンサルタント株式会社
DAI NIPPON CONSULTANT CO., LTD.

32

