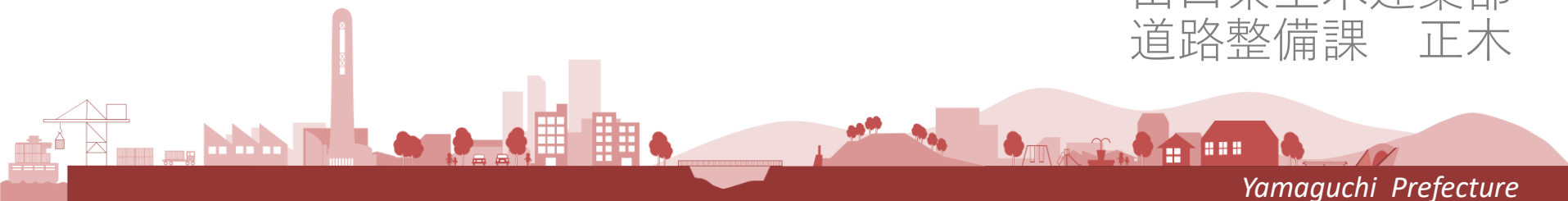


山口県の橋梁メンテナンス高度化・効率化

～第16回コンクリート構造物の品質確保に関する技術講習会～

2022.10.17
山口県土木建築部
道路整備課 正木



1

はじめに

2

山口県の橋梁維持管理の現状

3

特殊橋等の定期計測

4

AIによるインフラ点検・診断システム

5

おわりに

1

はじめに

2

山口県の橋梁維持管理の現状

3

特殊橋等の定期計測

4

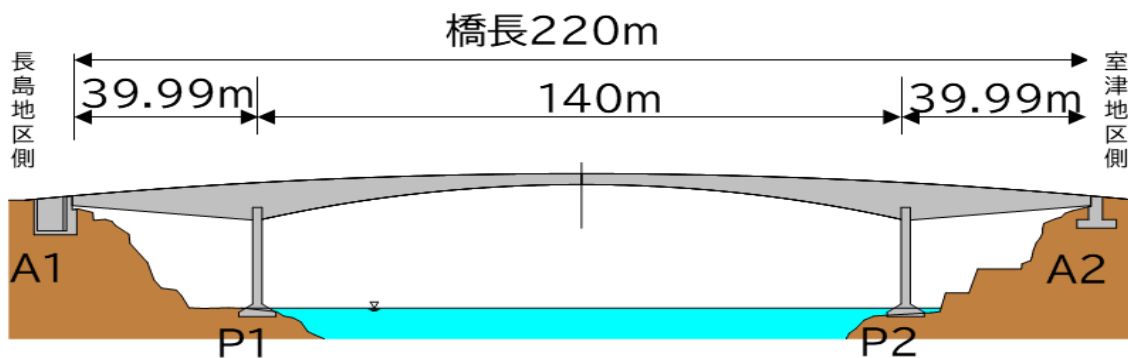
AIによるインフラ点検・診断システム

5

おわりに

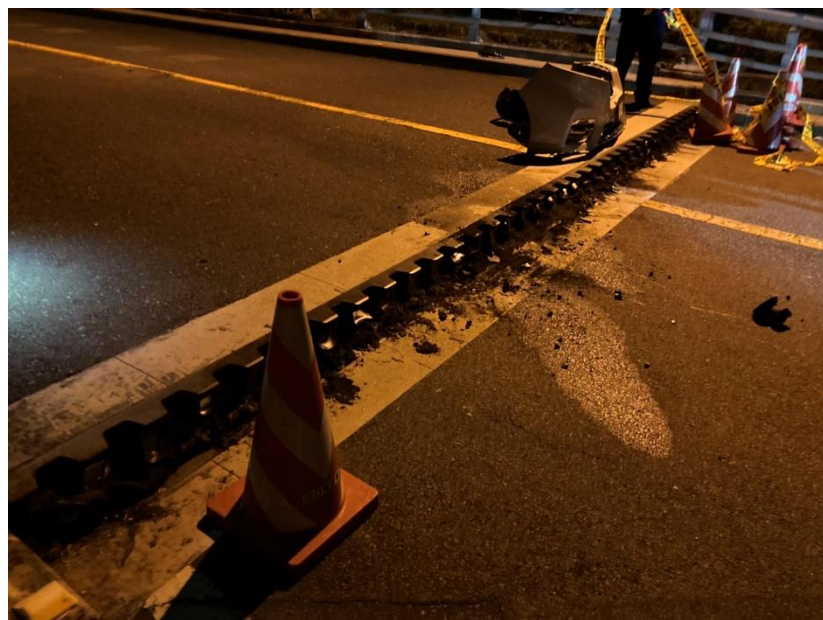
1 はじめに

■上関大橋



諸元

橋梁名	上関大橋(かみのせき おおはし)
路線名	主要地方道 光上関線
所在地	山口県熊毛郡上関町室津～長島地内
架設年次	昭和44年(1969年)
橋長	220.0m
支間長	39.99m+140.0m+39.99m
幅員構成	全幅8.80m=車道6.5m、歩道(両側)0.75m
形式	3径間有ヒンジPCラーメン箱桁橋 逆T式橋台(A1橋台)、箱式橋台(A2橋台) 壁式橋脚(P1、2橋脚)



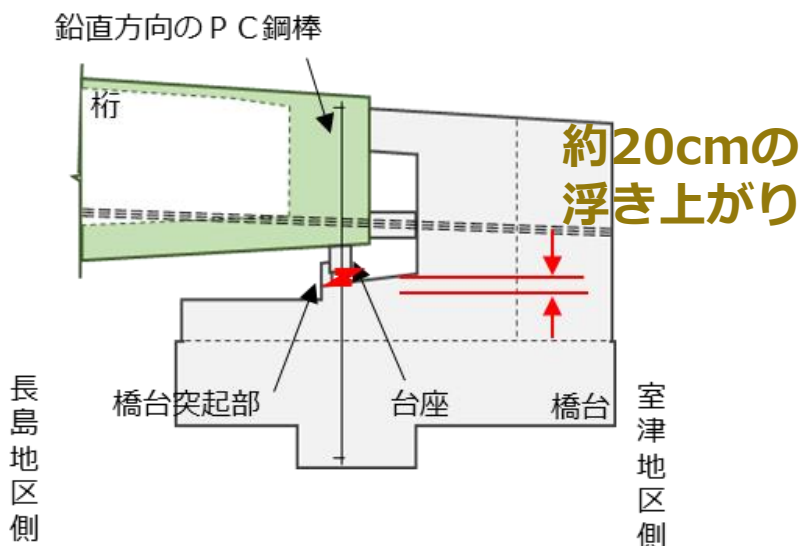
令和2年11月14日(土) 20時ごろ
事故発生→全面通行止め



令和4年3月17日現在の状況

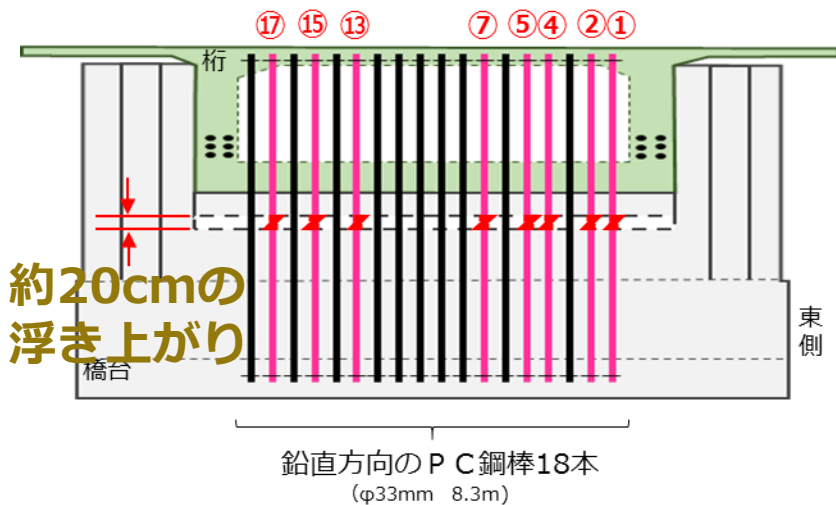
1 はじめに

<側面図>

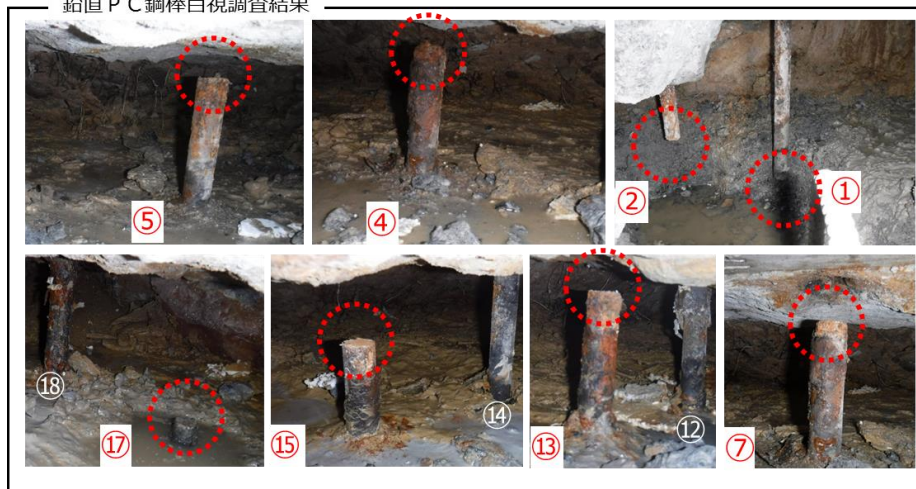


<正面図>

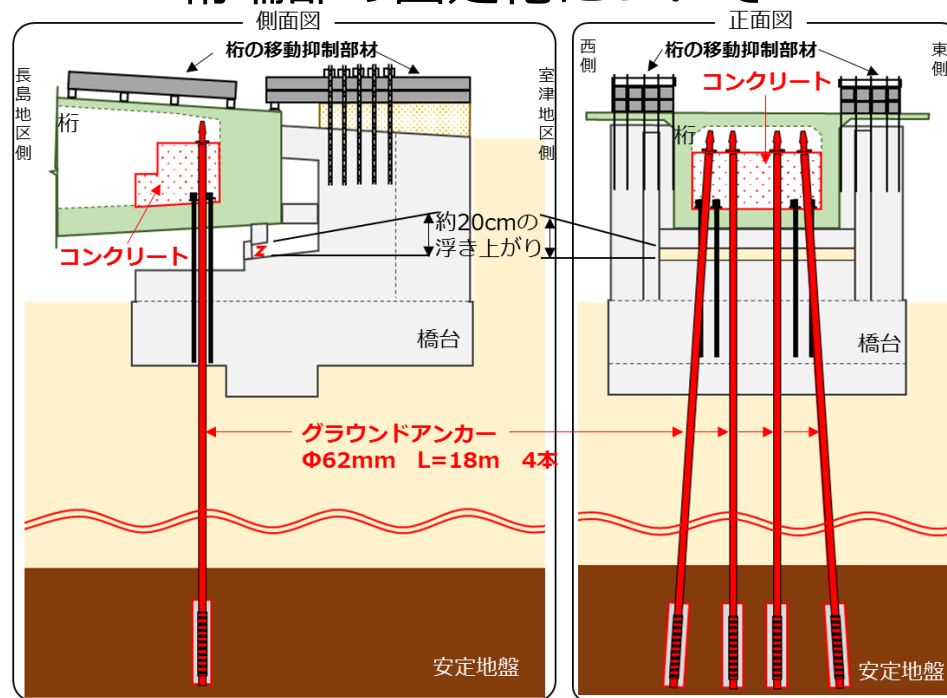
※赤着色はPC鋼棒の破断が目視できたもの



鉛直P C鋼棒目視調査結果



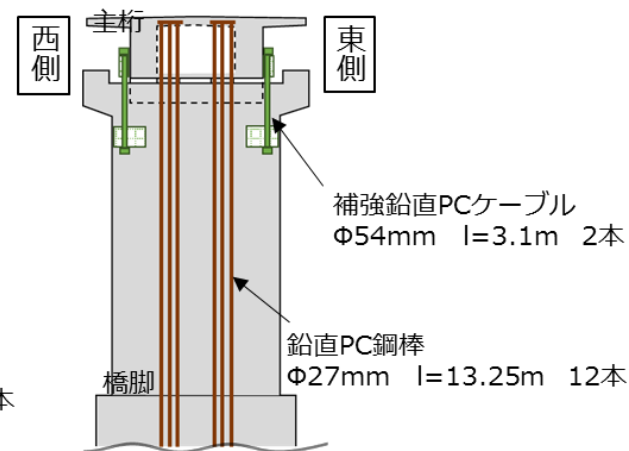
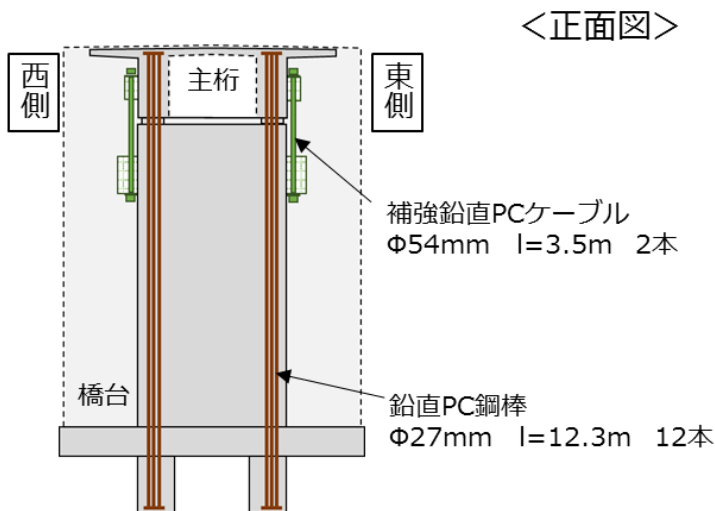
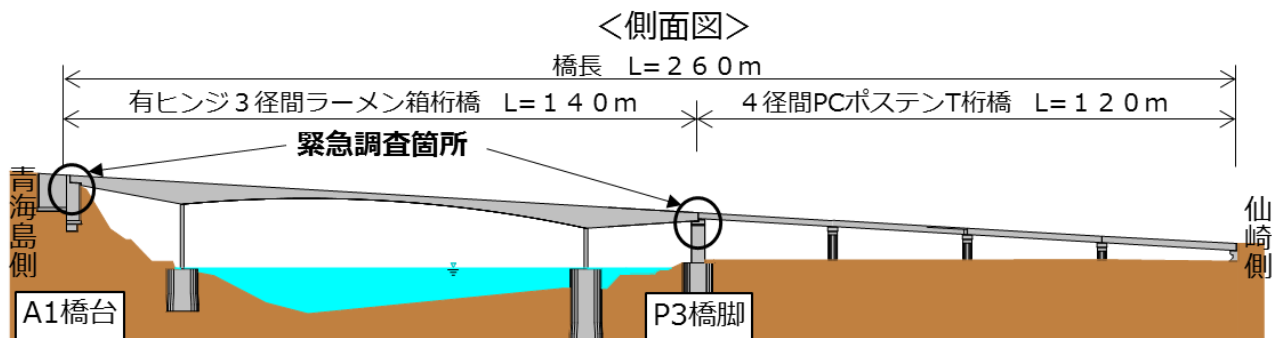
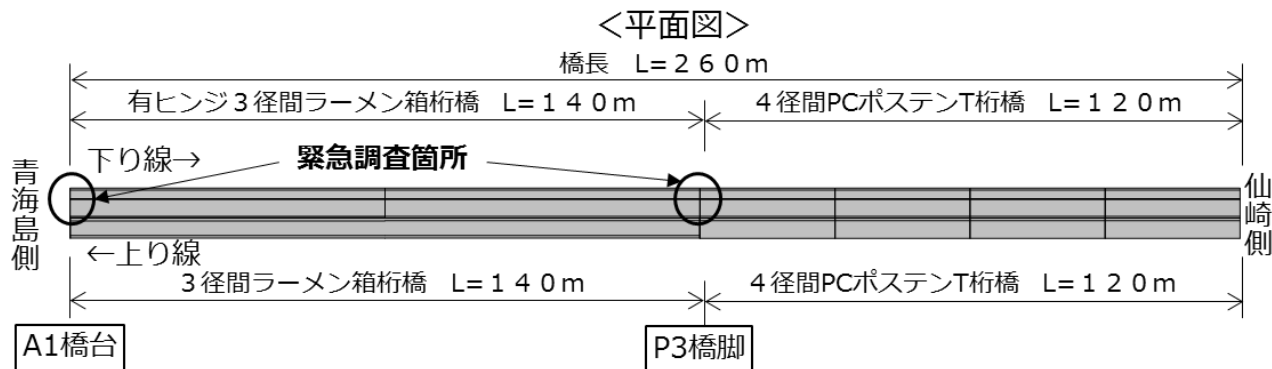
桁端部の固定化について



■ 青海大橋

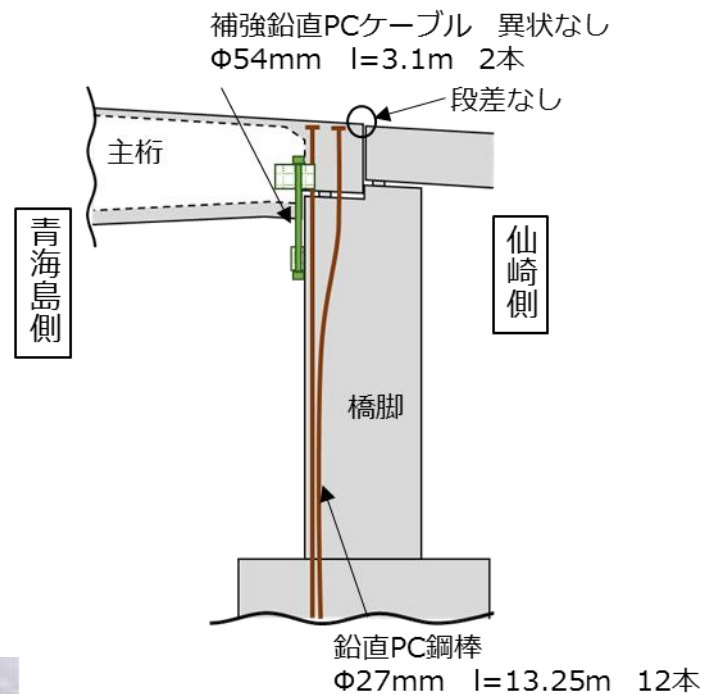
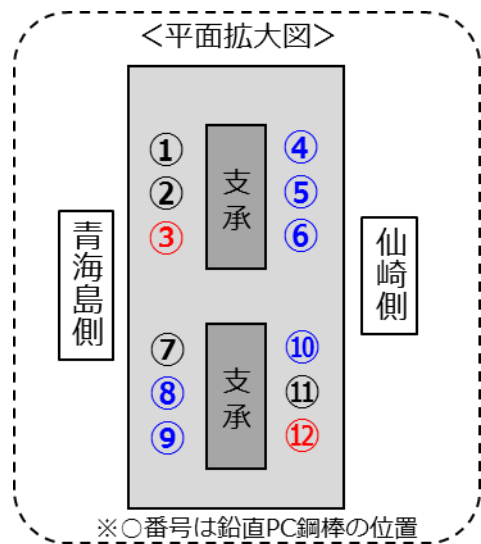


この地図は、国土地理院の地理院地図（電子国土web）の一部を掲載したものである



令和3年5月7日（金）
P3橋脚の鉛直PC鋼棒
に異状を確認
→緊急調査に着手

1 はじめに



1

はじめに

2

山口県の橋梁維持管理の現状

3

特殊橋等の定期計測

4

AIによるインフラ点検・診断システム

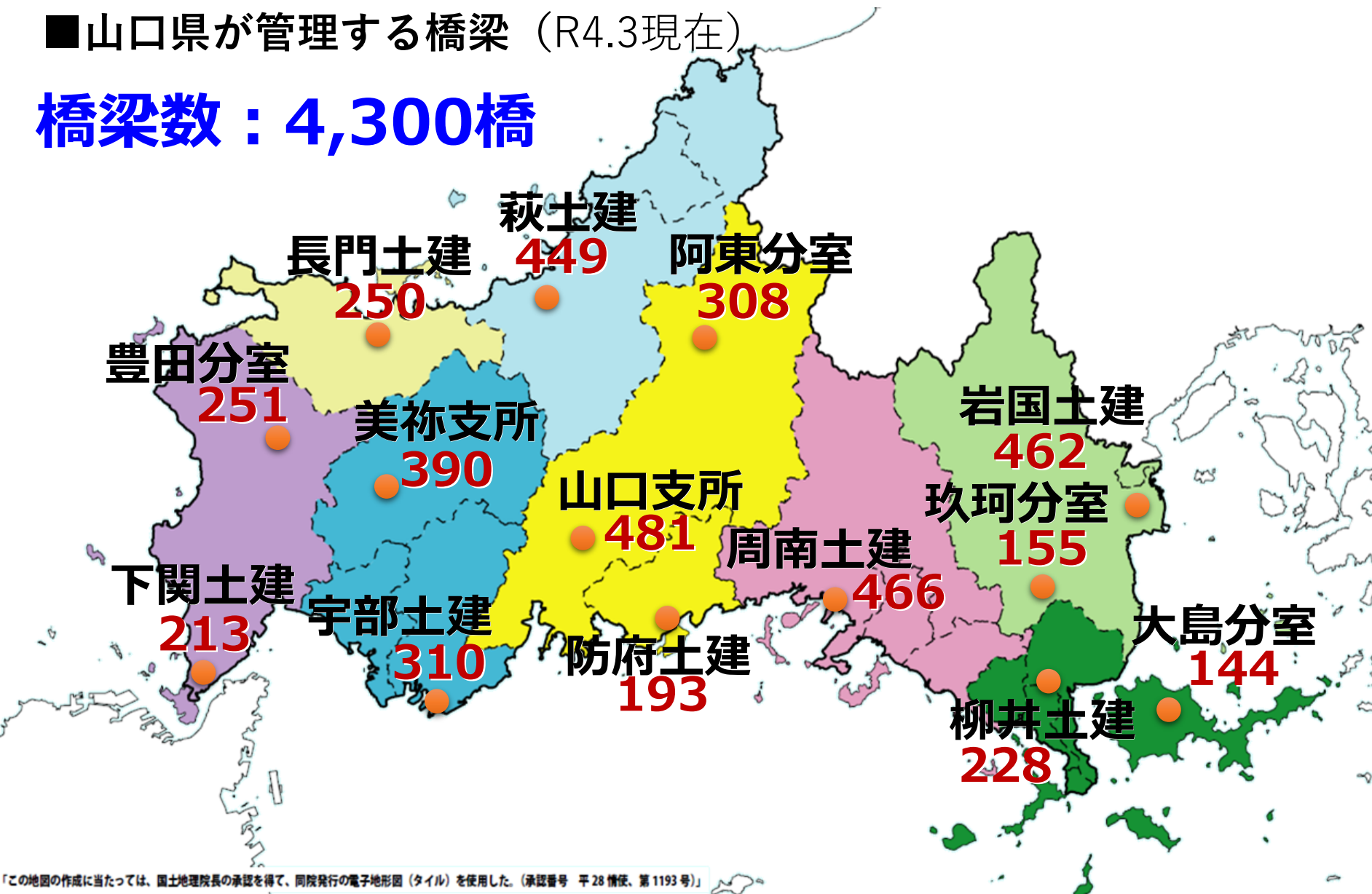
5

おわりに

2 山口県の橋梁維持管理の現状

■山口県が管理する橋梁 (R4.3現在)

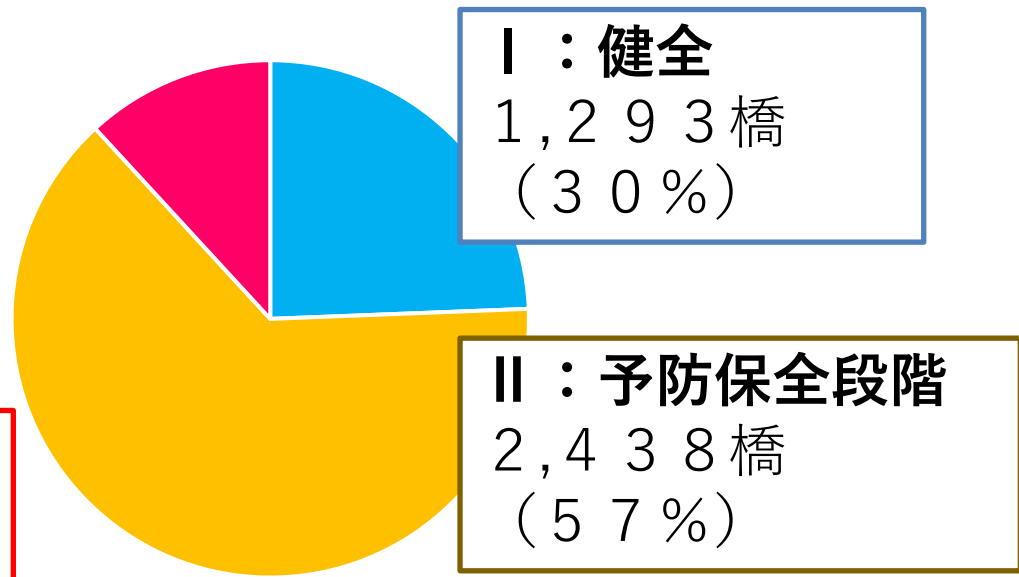
橋梁数：4,300橋



「この地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の電子地形図（タイル）を使用した。（承認番号 平 28 情保、第 1193 号）」

■法定点検の結果

橋梁の構造形式は、
 コンクリート橋 (92%)
 鋼橋 (7%)
 石橋・木橋等 (1%)



III : 早期措置段階
 569 橋
 (13%)

健全度評価区分ごとの橋梁数

健全度評価区分		
I	健全	道路橋の機能に支障が生じていない状態。
II	予防保全段階	道路橋の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III	早期措置段階	道路橋の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV	緊急措置段階	道路橋の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。

2 山口県の橋梁維持管理の現状

■保全区分

保全区分	特性	内容	橋梁数 (R4.3)
1	離島架橋、長大橋	離島架橋および 橋長500m以上の橋梁	16
2	特殊橋	特殊な構造（斜張橋・吊橋・トラス橋・ アーチ橋）を持つ橋梁（保全区分1を除く）	17
3	跨線橋、跨道橋	跨線橋、跨道橋 （保全区分1,2を除く）	281
4	中規模橋梁 （緊急輸送道路上）	橋梁10m超の緊急輸送道路上の橋梁 （保全区分1,2,3を除く）	658
5	中規模橋梁 （緊急輸送道路上以外）	橋梁10m超の橋梁 （保全区分1,2,3,4を除く）	675
6	小規模橋梁	橋長10m以下の橋梁 （保全区分3を除く）	1,729
7	溝橋	土被り1m未満のカルバート （上記保全区分の重複を除く）	924
合計			4,300

約0.8%

約62%

2 山口県の橋梁維持管理の現状

山口県では、保全区分に応じた維持管理の高度化・効率化を図る

保全区分	特性	内容	橋梁数 (R4.3)	維持管理サイクル			
				点検	診断	記録	措置
1	離島架橋、長大橋	離島架橋および 橋長500m以上の橋梁	16	<div style="border: 2px solid blue; border-radius: 15px; padding: 10px; text-align: center;"> <p>特殊橋等の 定期計測</p> </div> <div style="border: 2px solid blue; border-radius: 15px; padding: 10px; text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>AIによる インフラ点検 診断システム</p> </div>	<p>橋梁 マネジメント システム</p>	<p>早期発見 ・ 早期対応</p>	
2	特殊橋	特殊な構造（斜張橋・吊橋・トラス橋・ アーチ橋）を持つ橋梁（保全区分1を除く）	17				
3	跨線橋、跨道橋	跨線橋、跨道橋 （保全区分1,2を除く）	281				
4	中規模橋梁 （緊急輸送道路上）	橋梁10m超の緊急輸送道路上の橋梁 （保全区分1,2,3を除く）	658				
5	中規模橋梁 （緊急輸送道路上以外）	橋梁10m超の橋梁 （保全区分1,2,3,4を除く）	675				
6	小規模橋梁	橋長10m以下の橋梁 （保全区分3を除く）	1,729				
7	溝橋	土被り1m未満のカルバート （上記保全区分の重複を除く）	924				
合計			4,300				

01

特殊橋等の定期計測

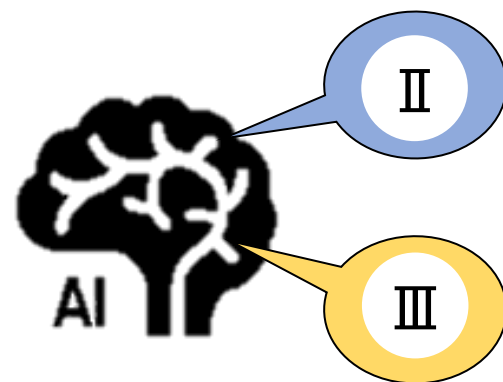
対象：離島架橋
・特殊橋等



02

AI点検・診断

対象：小規模橋梁等



1

はじめに

2

山口県の橋梁維持管理の現状

3

特殊橋等の定期計測

4

AIによるインフラ点検・診断システム

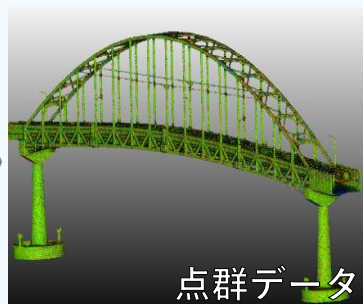
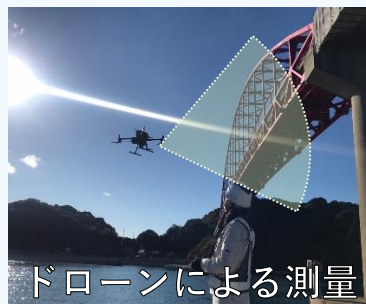
5

おわりに

■ 特殊橋等の定期計測

構造が複雑な特殊橋等は、変状や損傷の把握の遅れにより重大な事態を引き起こす可能性がある。

① 3次元測量による計測



② ひずみ計・変位計による計測 《R3実施》



【笠戸大橋】



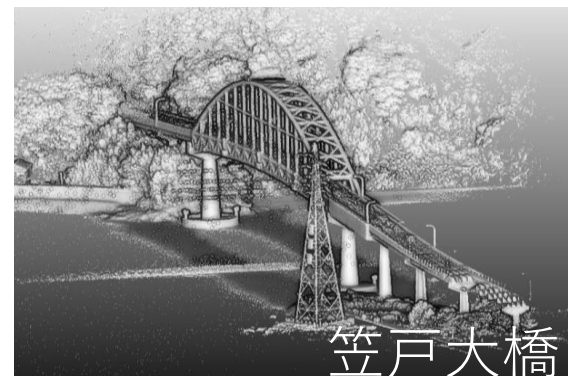
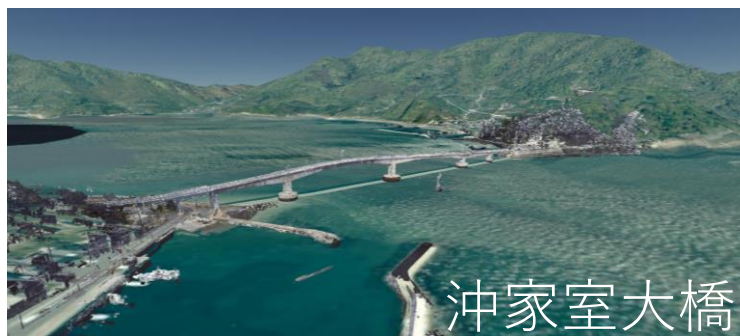
【沖家室大橋】



損傷箇所の
早期発見
早期対応

3 特殊橋等の定期計測

R3

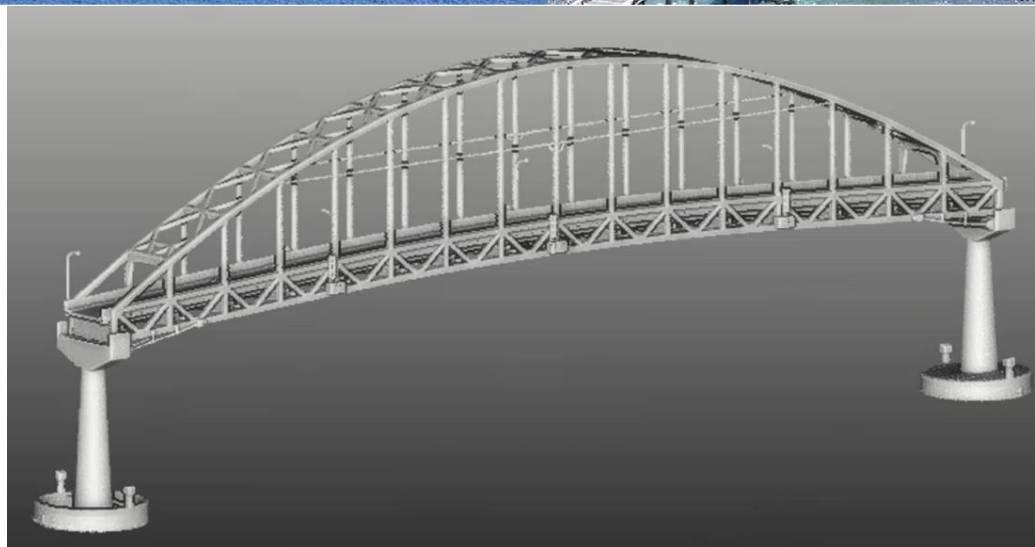


R4

予定

■ 点群データの公開

R3に取得した笠戸大橋の点群データは、
「My City Construction」(オンライン型の電子納品システム)
へ保存し、**公開中**



1

はじめに

2

山口県の橋梁維持管理の現状

3

特殊橋等の定期計測

4

AIによるインフラ点検・診断システム

5

おわりに

■ AIによるインフラ点検・診断システムの全体像

- 小規模橋梁・溝橋の定期点検については、AIやRPA技術を活用して効率化・高度化を図る
- 近接目視点検時にアプリ上で3Dモデルや損傷情報の取得を行い、この情報から自動で点検記録を作成する検討を進めている
- また、アプリで取得した損傷画像等から、損傷程度の評価を支援するAIの構築についても実施

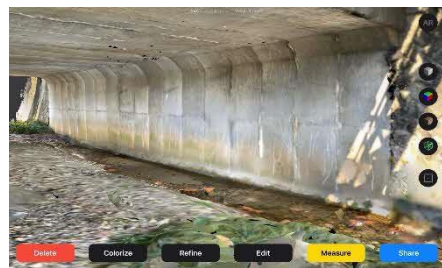
点検準備

近接目視

診断

点検記録作成

iPad proに搭載される3D Lidarアプリを活用して、小規模橋梁の3Dモデルを取得



損傷の幅や長さを計測した後、点検記録自動作成アプリを活用して、損傷画像や損傷情報を取得・入力



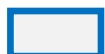
点検記録自動作成アプリによって、取得された損傷画像や損傷情報をもとに、AIが橋梁の損傷程度の評価を支援



点検記録自動作成アプリによって、点検記録が作成されるため、内業時の記録作成の手間が効率化される。

AIの支援によって、損傷程度の記録内容のばらつきを解消

■ AIによるインフラ点検・診断システムの全体像

 システム導入により高度化・効率化

従来手法

01. 損傷発見
02. 計測, チョーキング
03. 野帳等にメモ
& 写真撮影
04. 損傷程度の評価
05. 健全性の評価
06. 現場作業の資料整理
点検記録の作成

システム導入後

00. 3Dモデル取得
01. 損傷発見
02. 計測, チョーキング
03. アプリ上で情報入力
& 写真撮影
04. 損傷程度の評価
05. 健全性の評価
06. 点検記録が
アプリ上で完成

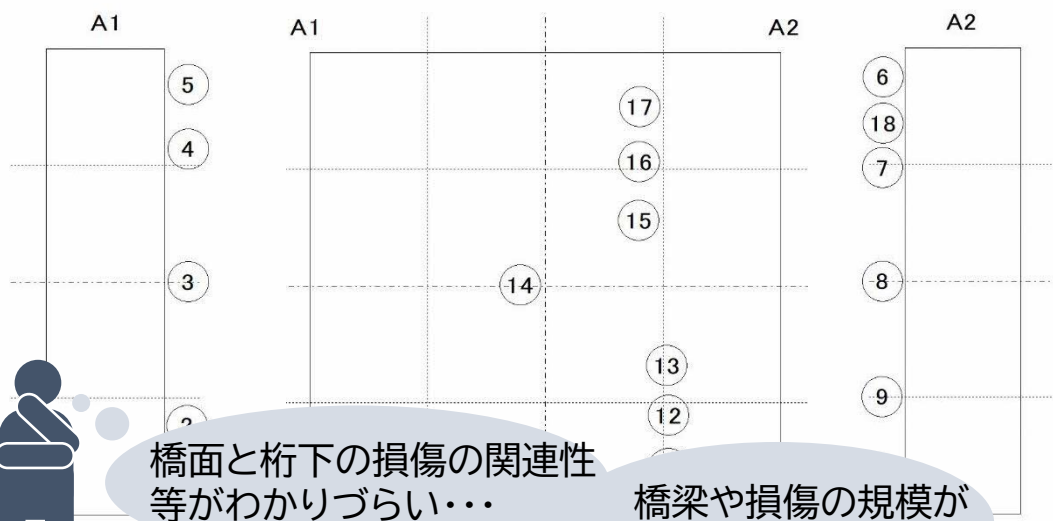
AI

■ 3D Lidarアプリの概要（課題・目的）

- 山口県で作成される損傷写真箇所図は2次元情報であるため損傷の位置がわかりづらく、局部的な損傷写真では橋梁全体の損傷状況や規模等も把握しづらい課題がある
- 一方、建設分野の動向に着目すると、i-Construction等の施策により、3Dモデルの活用が推進されている
- そこで、山口県ではiPad Proで市販(無料)される**3D Lidar アプリ**を活用して、点検情報の新しい管理手法を検討した

山口県で作成している損傷写真箇所図(例)

⑤ひびわれ/A1橋台



橋面と桁下の損傷の関連性等がわかりづらい...

橋梁や損傷の規模がわかりづらい...

■ 3D Lidarアプリの概要（検討状況）

- 実際に小規模橋梁・溝橋で3Dモデルを取得した結果、橋梁全体の損傷状況や損傷規模を把握するうえで、**3Dモデルの活用は有効**と考えられる



■ 3D Lidarアプリの概要（検討状況）

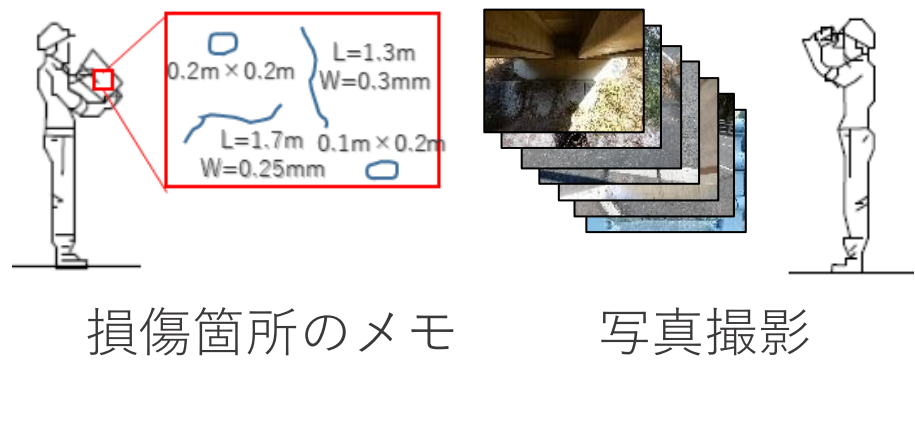
- また、3Dモデル上に点検情報を関連付ける新たな管理手法の方向性が示された



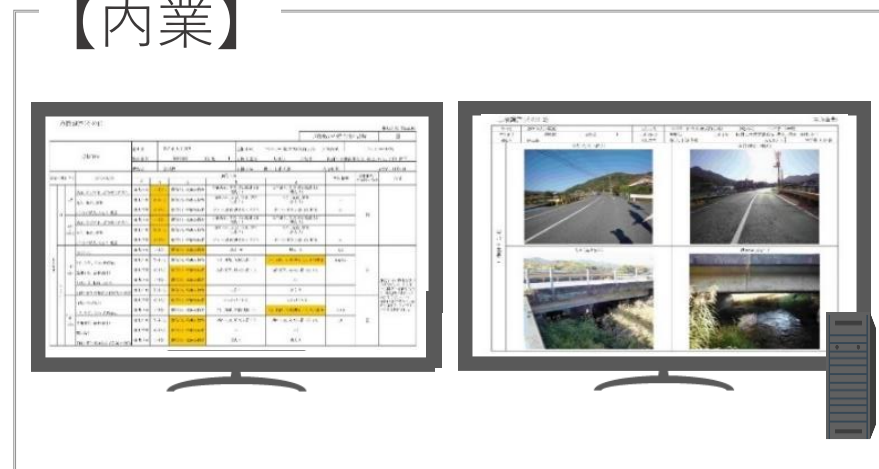
■点検記録自動作成アプリの概要（課題・目的）

- 定期点検では、現場でスケッチした情報や損傷画像を内業時に点検記録様式としてデータ化する作業に最も時間を要している
- 点検記録自動作成アプリは、**アプリ上で必要な情報を入力**し、写真を撮影することで、**点検記録を自動作成**し、**内業の効率化**を図ることを目的としている

【現場作業】



【内業】



■点検記録自動作成アプリの概要（検討状況）

- 令和3年度、**地元の14業者**にアプリの現場実証を依頼し、**1橋あたり総作業時間の約22%の効率化を確認**

21:04 6月21日(火)
79%

< Back
損傷等確認
Next >

ページ追加

その4様式の更新率 0%

点検調査 その4 (損傷写真) 径間番号 1/1

写真番号	15	部位・部材区分	上部構造 - コンクリート - 主桁・横桁	写真番号	16	部位・部材区分	上部構造 - コンクリート - 主桁・横桁
損傷区分	c	損傷の種類	ひびわれ	損傷区分	c	損傷の種類	ひびわれ
コメント	頂版 ひびわれ w=0.6mm 横軸方向			コメント	頂版 ひびわれ w=1.3mm 横軸方向		



損傷なし



損傷なし

写真番号	17	部位・部材区分	上部構造 - コンクリート - 主桁・横桁	写真番号	18	部位・部材区分	上部構造 - コンクリート - 主桁・横桁
損傷区分	b	損傷の種類	遊離石灰、漏水(錆汁)	損傷区分	b	損傷の種類	遊離石灰、漏水(錆汁)
コメント	頂版 間詰部の遊離石灰 錆汁なし			コメント	頂版 間詰部の遊離石灰		



損傷なし



損傷なし

その場で必要な
情報を入力

アプリ上に入力した情報から
点検記録が自動作成される
ので、手間が少ない！

過年度写真を使用
しないように更新
率を表示

その場で撮影した
写真を反映

過年度写真と比較
しながら点検可能

点検項目		異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明
主桁	鉄筋、遊離石灰、劣化剥離の発生	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明
	鉄筋、剥離、変位	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明
	コンクリートの剥離、中空、空洞、陥没	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明
	鉄筋、遊離石灰、劣化剥離の発生	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明
横桁	鉄筋、剥離、変位	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明
	コンクリートの剥離、中空、空洞、陥没	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明
	鉄筋、遊離石灰、劣化剥離の発生	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明
	鉄筋、剥離、変位	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明
間詰部	鉄筋、剥離、変位	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明
	コンクリートの剥離、中空、空洞、陥没	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明
	鉄筋、遊離石灰、劣化剥離の発生	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明
	鉄筋、剥離、変位	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明	異常なし	異常あり	異常不明

■ 損傷程度を評価するAIの概要（課題・目的）

- 定期点検では、損傷を発見した後、幅や長さの計測や記録、各損傷の程度の評価を実施し、橋梁毎の健全性を診断する
- 損傷程度の評価については、基準が定性的なものであるため、技術者によってバラつきが発生する課題がある
- 損傷程度の**評価AI（評価AI）**は、**技術者の評価を支援し、診断精度を向上**することを目的としている



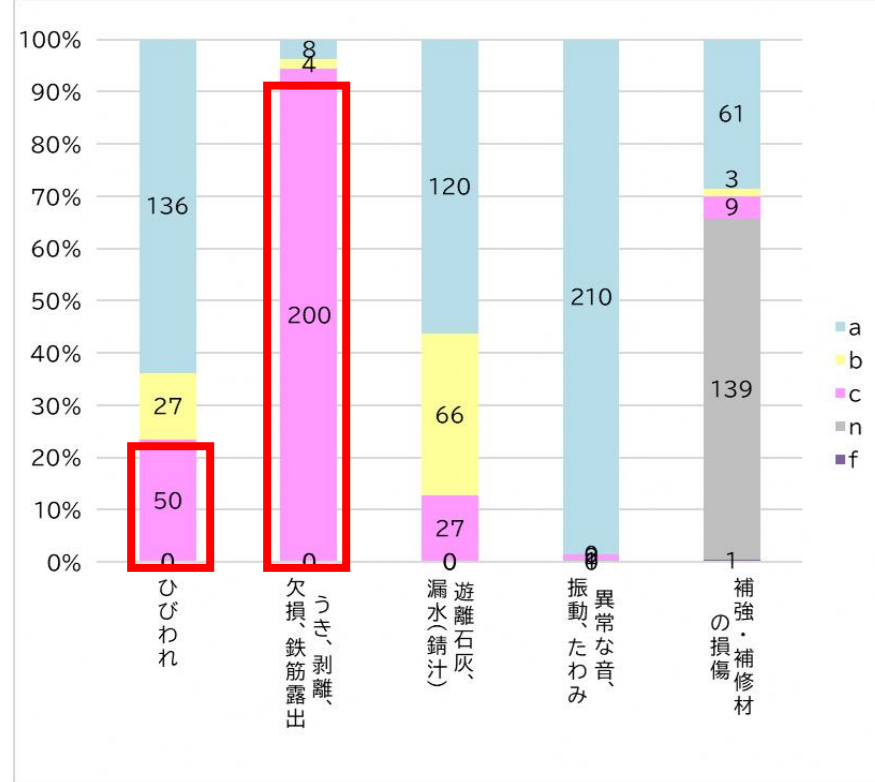
部材・橋梁単位の健全性の診断

県独自基準		評価基準(国交省点検要領一部改)		
区分	損傷状況	損傷の種類・状況		
		⑦剥離・鉄筋露出	⑫うき	⑬変形・欠損
a	損傷なし・ 軽微な損傷	損傷なし	損傷なし	損傷なし
b	うき、剥離、 欠損 (規模中)	剥離のみが生じて いる	うきがある (規模中)	部材が局部的に変 形している その一部が欠損し ている
c	うき、剥離、 欠損 (規模大)、 鉄筋露出	鉄筋が露出してい るが、鉄筋の腐食 は軽微である	—	—
		鉄筋が露出してお り、鉄筋が著しく腐 食している	うきがある (規模大)	部材が局部的に著 しく変形している その一部が著しく 欠損している

■ 損傷程度を評価するAIの概要（課題・目的）

- Ⅲ判定の小規模橋梁は、主桁・横桁等の主要部材に発生するひびわれや剥離・鉄筋露出等の損傷が「c」判定となり、健全性が低下している場合が多い
- このため、**評価AIの構築にあたっては、ひびわれや剥離・鉄筋露出等の損傷を対象**にして検討を実施

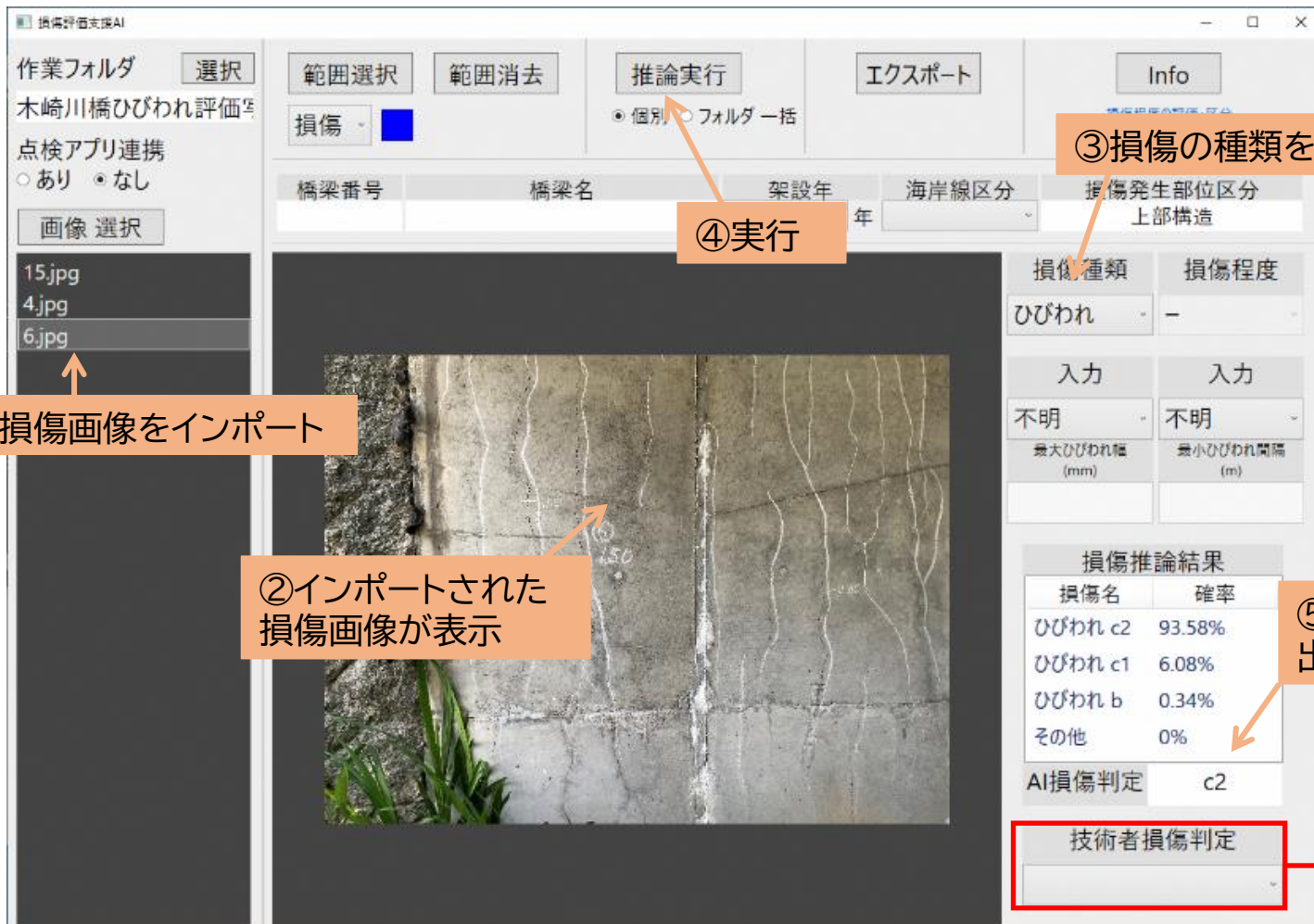
橋梁	部材	損傷の種類	損傷区分ごとの橋梁数		
			a	b	c
Ⅲ判定の橋梁 (250橋)	Ⅲ判定の主桁・横桁 (213橋)	ひびわれ	136	27	50
		うき、剥離、 欠損、鉄筋露出	8	4	200
		遊離石灰、 漏水(錆汁)	120	66	27
		異常な音、振動、 たわみ	210	0	2
		補強・補修材の損傷	61	3	9



Ⅲ判定の橋梁(主桁・横桁)は、「ひびわれ」や「うき、剥離、欠損、鉄筋露出」がc判定となる場合が多い。

■ 損傷程度を評価するAIの概要（アプリ構築）

- 拡張した教師データを用いて、評価AIのアプリを構築
- 評価AIは、損傷画像をインポートすることにより、ひびわれや剥離・鉄筋露出等の評価結果を出力



The screenshot shows the '損傷評価支援AI' application interface. It includes a sidebar for file selection, a main area for image display, and a right-hand panel for data entry and results. The workflow is explained by six numbered callouts:

- ① 損傷画像をインポート (Import damage image)
- ② インポートされた損傷画像が表示 (Imported damage image is displayed)
- ③ 損傷の種類を選択 (Select the type of damage)
- ④ 実行 (Execute)
- ⑤ AIの判定結果を出力 (Output AI judgment results)
- ⑥ 最終判断は技術者が行う (Final judgment is made by the technician)

The right-hand panel contains the following data:

損傷種類	損傷程度
ひびわれ	-
入力	入力
不明	不明
最大ひびわれ幅 (mm)	最小ひびわれ間隔 (m)

損傷推論結果	
損傷名	確率
ひびわれ c2	93.58%
ひびわれ c1	6.08%
ひびわれ b	0.34%
その他	0%
AI損傷判定	c2

At the bottom of the interface, there is a section for '技術者損傷判定' (Technician Damage Judgment), which is highlighted with a red box and an arrow pointing to the final step of the process.

■ 損傷程度を評価するAIの概要（検証結果）

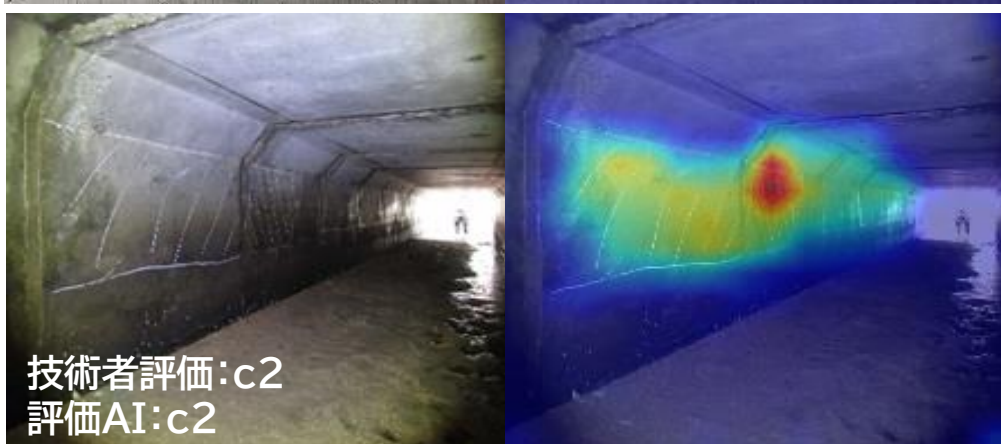
- 評価AIを交差検証した結果、技術者とAIの判断結果の一致率が主桁・横桁で約81%、下部構造で約88%となった
- また、評価AIの着目箇所を解析したところ、概ね画像中の損傷に着目して、結果を出力していることを確認した

■ うき、剥離、欠損、鉄筋露出の検証結果

主桁・横桁		AIの損傷程度の評価結果				学習枚数 (拡張後): 370400枚 推論枚数: 4630枚 正解率: 81%
		a1	b	c1	c2	
技術者の 評価結果 の 損傷程度 の	a1	325	15	2	1	
	b	3	929	115	65	
	c1	0	72	1251	251	
	c2	0	101	275	1225	



下部構造		AIの損傷程度の評価結果				学習枚数 (拡張後): 153200枚 推論枚数: 1915枚 正解率: 88%
		a1	b	c1	c2	
技術者の 評価結果 の 損傷程度 の	a1	284	10	0	0	
	b	6	1080	41	23	
	c1	2	57	259	12	
	c2	0	64	24	53	



■本検討における地域連携について

- 3Dモデルや点検記録自動作成アプリ、評価A Iの検討状況については、産官学が意見交換・協力しながら、検討を進めている
- 評価A Iの教師データの作成は、山口大学や国土交通省の民間資格である「社会基盤メンテナンスエキスパート山口（ME山口）」に協力をいただき作成
- 各技術の現場試行については、地元企業に協力いただいた



ME山口との教師データ作成に関する協議状況



点検記録自動作成アプリ等の現場試行状況

■本検討における地域連携について

- 全体的な内容については、「**AIによるインフラ点検・診断システム検討ワーキンググループ**」を設置し、山口大学や地元企業、県出先職員、市職員からも意見徴収しながら検討した

WG委員構成

■検討委員

- 山口県職員
- 市職員
- 県外コンサルタント
- 県内コンサルタント

■事務局

- 山口県職員
- 山口県建設技術センター

■アドバイザー

- 山口大学

AIやRPA技術の活用
の方向性等について
産官学が協議



WG開催状況



既存AI技術の試行状況

既存AI技術等にも
検討WG内で
試行検証を実施

■本検討における地域連携について

- これらの取組みについては、令和4年5月に山口県内で記者発表・現場見学会を通して公開している



現場見学会には約120名の
県職員・県内民間企業・学生
等が参加

点検記録自動作成アプリや
損傷程度の評価AI等の紹介・
デモンストレーションを実施



本現場見学会の様子は、
県内放送局・新聞等で報
道

1

はじめに

2

山口県の橋梁維持管理の現状

3

特殊橋等の定期計測

4

AIによるインフラ点検・診断システム

5

おわりに

5 おわりに

保全区分	特性	内容	橋梁数 (R4.3)	維持管理サイクル			
				点検	診断	記録	措置
1	離島架橋、長大橋	離島架橋および 橋長500m以上の橋梁	16	特殊橋等の 定期計測 AIによる インフラ点検 診断システム	橋梁 マネジメント システム	早期発見 ・ 早期対応	
2	特殊橋	特殊な構造（斜張橋・吊橋・トラス橋・ アーチ橋）を持つ橋梁（保全区分1を除く）	17				
3	跨線橋、跨道橋	跨線橋、跨道橋 （保全区分1,2を除く）	281				
4	中規模橋梁 （緊急輸送道路上）	橋梁10m超の緊急輸送道路上の橋梁 （保全区分1,2,3を除く）	658				
5	中規模橋梁 （緊急輸送道路上以外）	橋梁10m超の橋梁 （保全区分1,2,3,4を除く）	675				
6	小規模橋梁	橋長10m以下の橋梁 （保全区分3を除く）	1,729				
7	溝橋	土被り1m未満のカルバート （上記保全区分の重複を除く）	924				
合計			4,300				

山口県では今後も、県民の安心・安全のため、維持管理の高度化・効率化の取組を進めてまいります。