

土木学会インフラデータチャレンジ・シンポジウム@大阪 開催のお知らせ
～インフラビッグデータ活用の達人が集結!!～

平成30年11月21日(水)
Osaka Innovation Hub

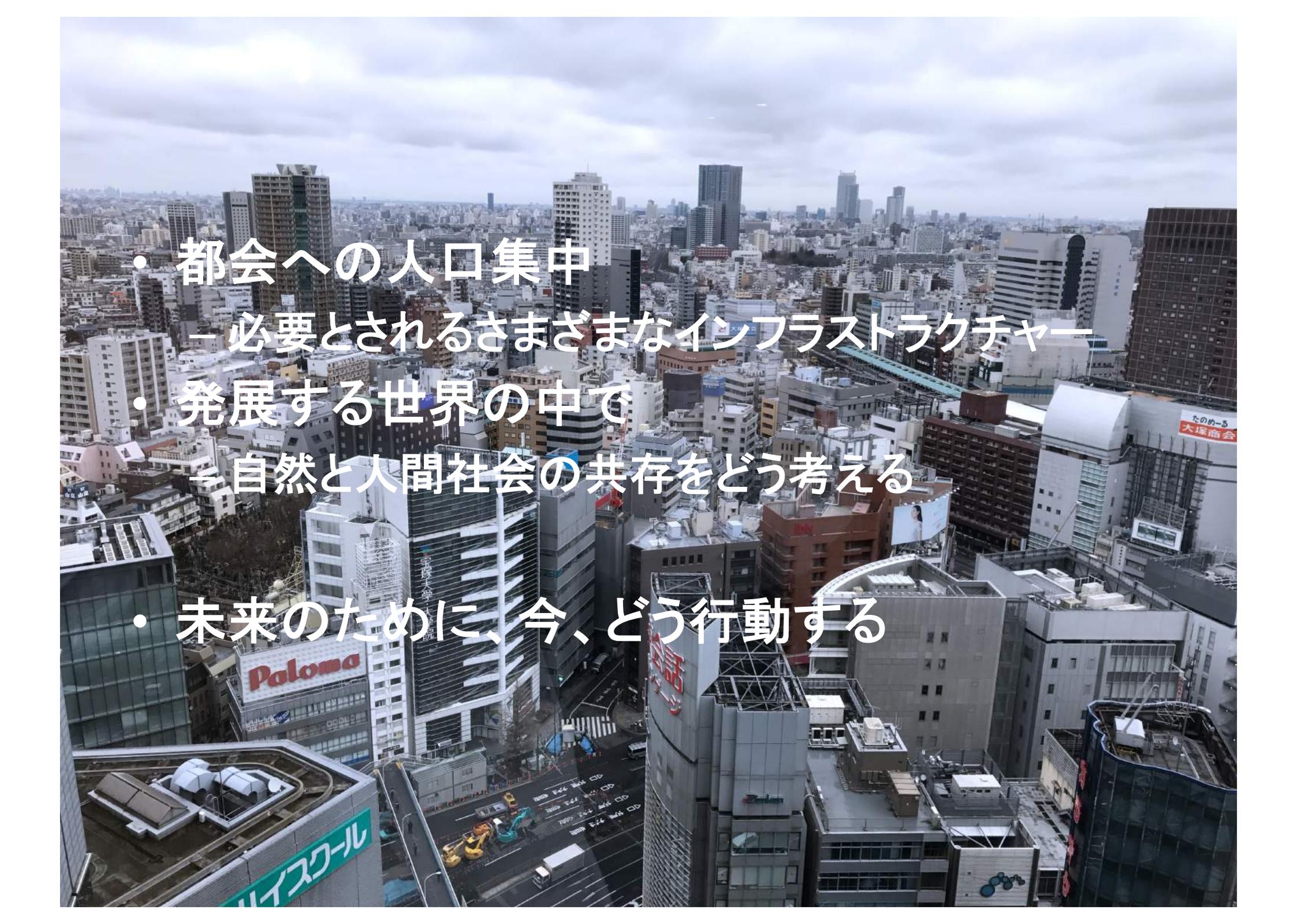
データで土木に親しむ ：高専校生への期待

国立高等専門学校機構 研究総括参事

兼任 徳山工業高等専門学校 土木建築工学科教授
田村隆弘

はじめに

- 土木は、人々の安全な生活を守る社会基盤をつくる
- 社会基盤を考える観点(切り口は様々)
 - 経済問題、環境問題、人口問題、...
- 社会基盤を構築する材料や技術も様々
 - 材料・・・鉄、コンクリート、...
 - 技術・・・設計、解析、施工、...

- 
- 都会への人口集中
 - 必要とされるさまざまなインフラストラクチャー
 - 発展する世界の中で
 - 自然と人間社会の共存をどう考える
 - 未来のために、今、どう行動する

- 
- An aerial photograph showing a large-scale flooding event. A wide, muddy river flows through a city, inundating surrounding areas. A multi-lane highway with several overpasses crosses the river. On the right side, there are residential buildings, parking lots filled with cars, and a sports field. The water is turbulent and carries debris, indicating a significant disaster.
- 世界規模での気象変動
 - 温室効果ガス
 - 雨量変動
 - 高まる災害発生率(地震、津波、台風、…)
 - そして、人口変動も…

災害大国日本、

周期的に訪れる震災・・・なのに、



自然の性質

- 全ては、化学反応（化学変化によって物が形成され、化学変化によって物が解体する）
 - 樹木は二酸化炭素を固定する → 樹木を燃やすと、二酸化炭素が拡散する
 - コンクリートが硬化する → 劣化する
 - 鉄が精製される → そして、錆びる



コンクリートが劣化する！

- 全ての物質は、原子に帰ろうとしている（形あるものは、いずれ無くなる）
- 水と熱は高いところから低いところに流れる
- 高いところにあるものは落ちる
- 自然と人間社会の共生やインフラの耐久性向上は自然の性質を知らずにはなし得ない



写真 阪神大震災で倒壊した高速道路橋脚のせん断破壊

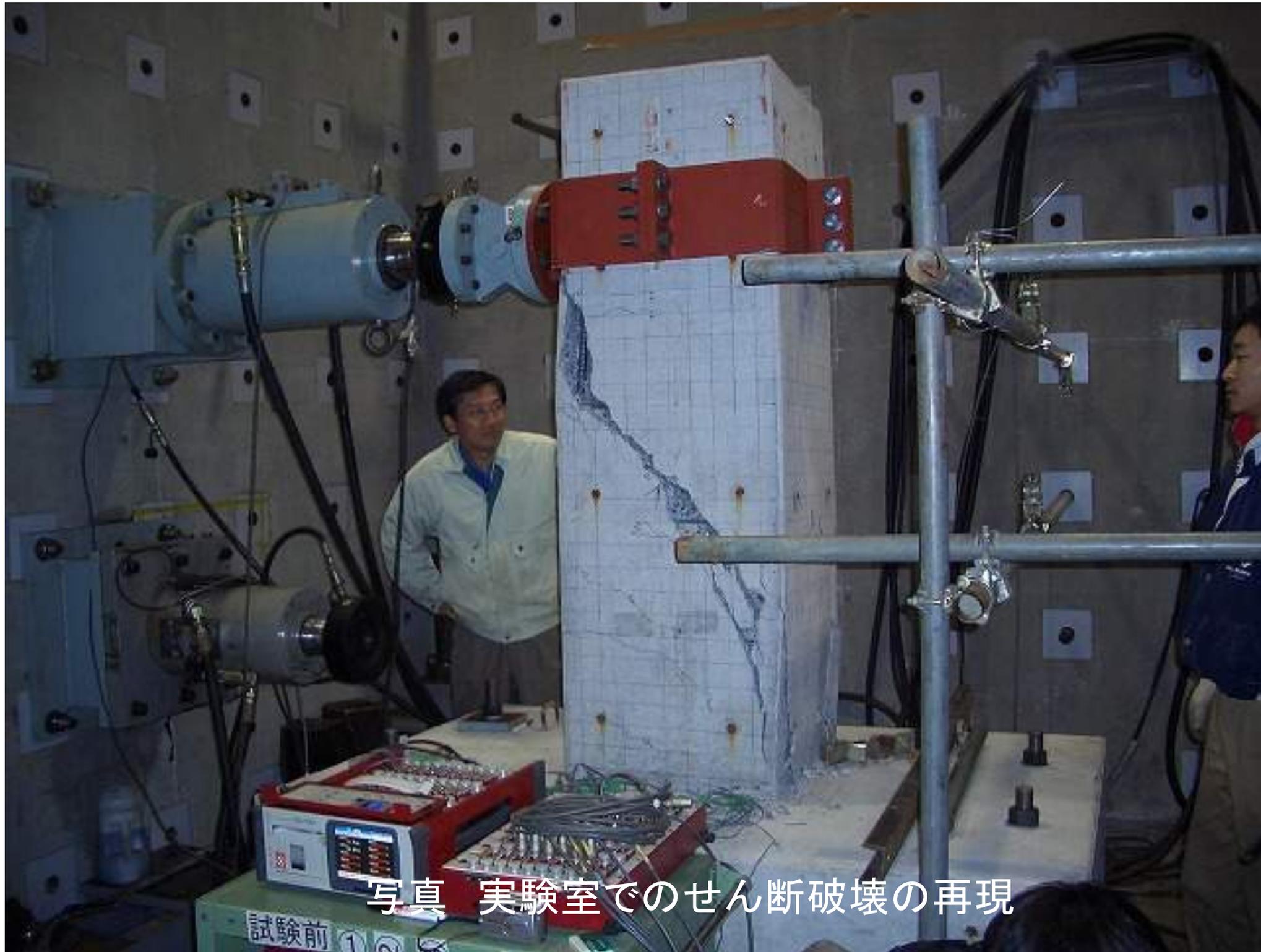


写真 実験室でのせん断破壊の再現

試験前 1 2 3

鉄筋コンクリート部材のせん断耐力

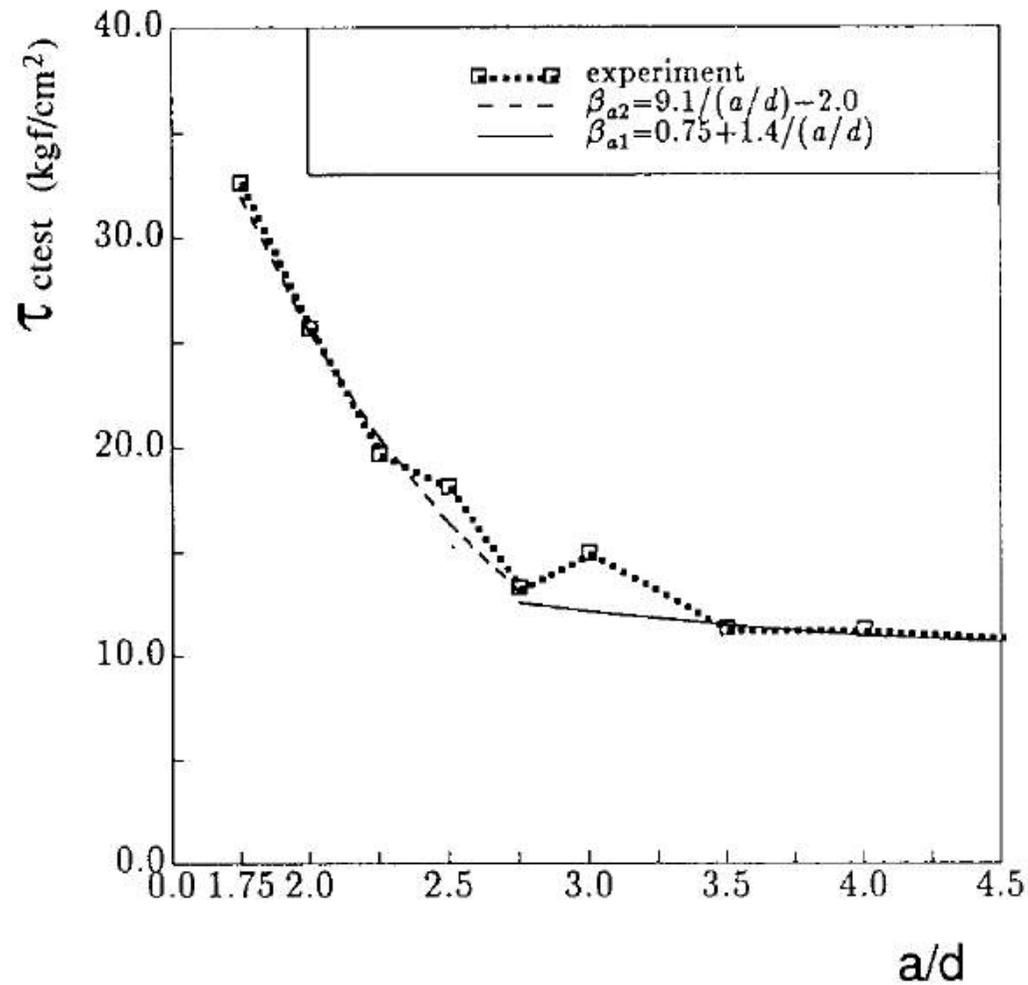


図 鉄筋コンクリート梁のせん断耐力とせん断スパン比の関係

コンクリート部材のひび割れ問題

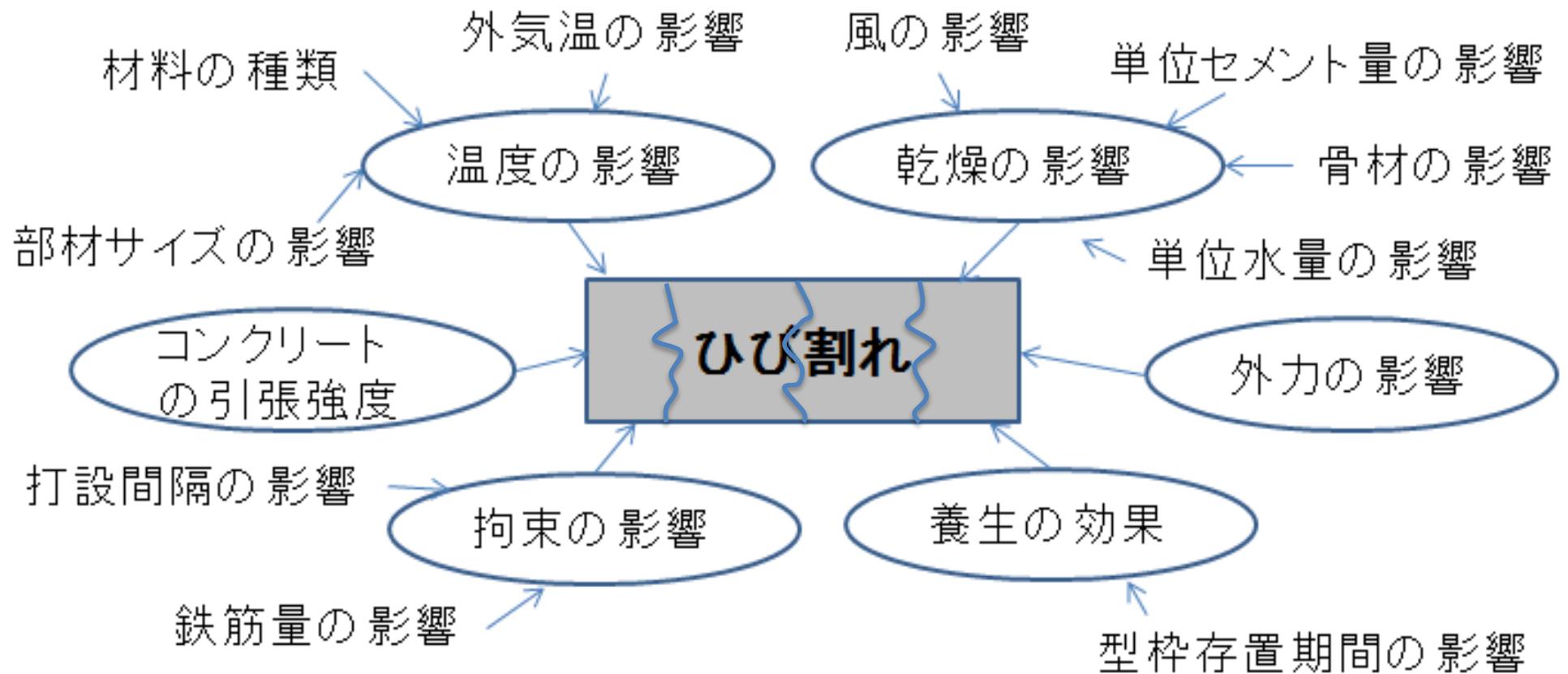
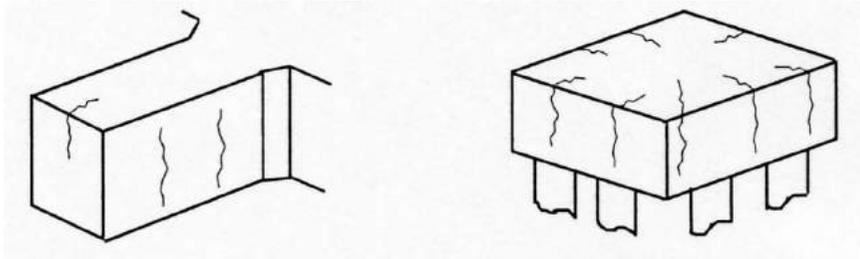
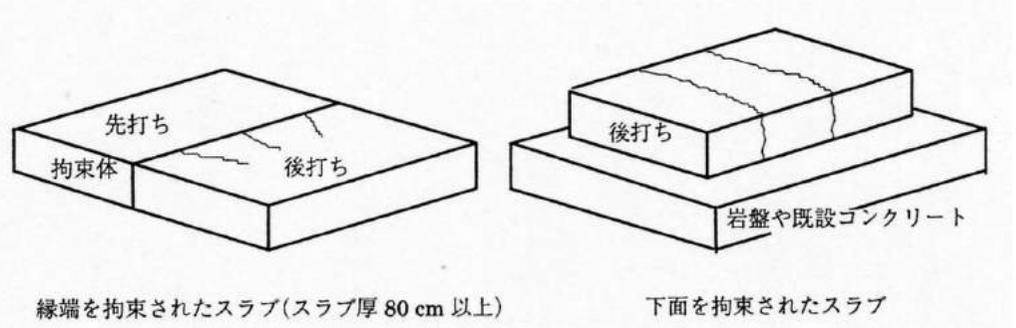


図-2 ひび割れに関連したさまざまな要因

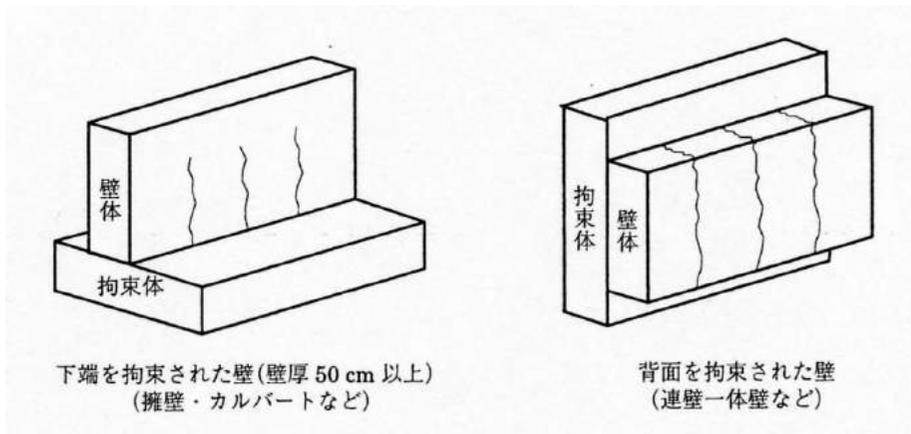
いろいろなひび割れ



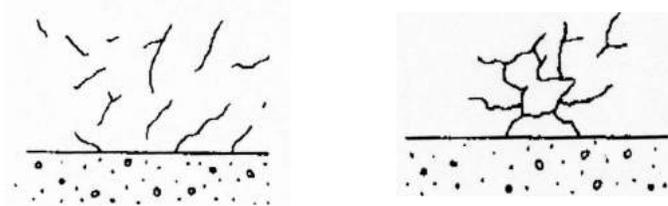
内部拘束が主体となるひび割れ



拘束を受けるコンクリートスラブ部材



拘束を受けるコンクリート壁部材



セメントの異常凝結や骨材に含まれる泥分によるひび割れ

温度応力ひび割れ写真

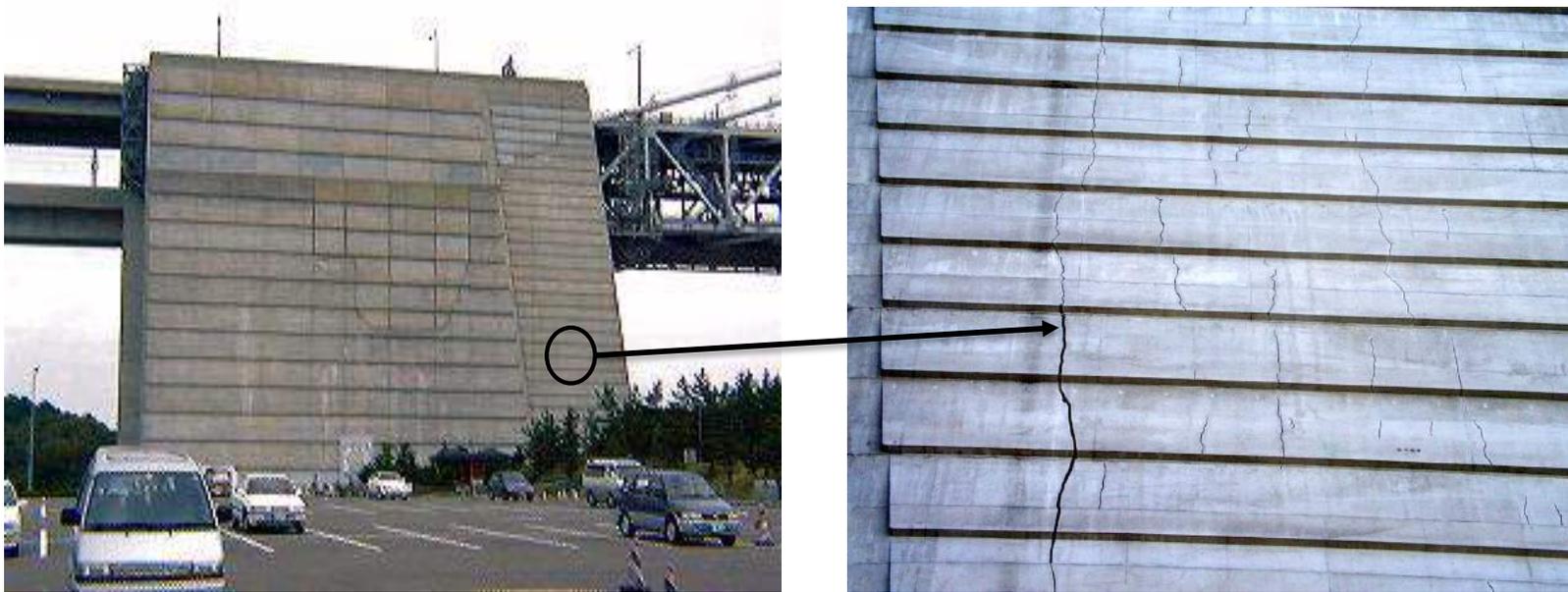


図 マスコンクリートの温度ひび割れ(吊り橋アンカレッジ)

コンクリートの耐久性問題を解く

- 疫学（は、病気のデータ分析）
- インフラの耐久性問題（例えば、ひび割れ）は、
- 数値解析とデータ分析
- 重回帰分析とデータ分析

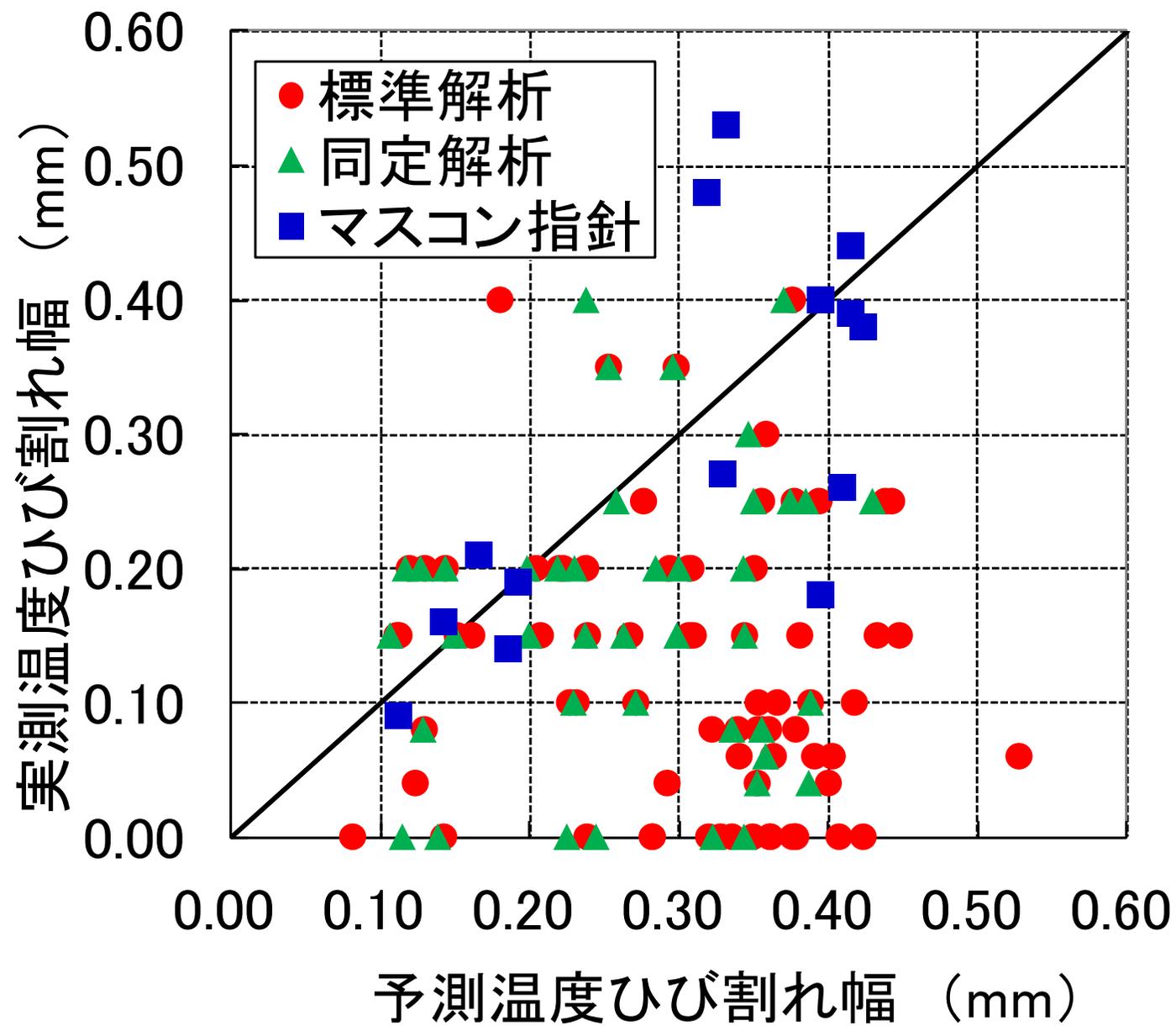


図 山口県のデータベースにあるひび割れの実績値と解析値の比較

ひび割れを関係者全体で解決する

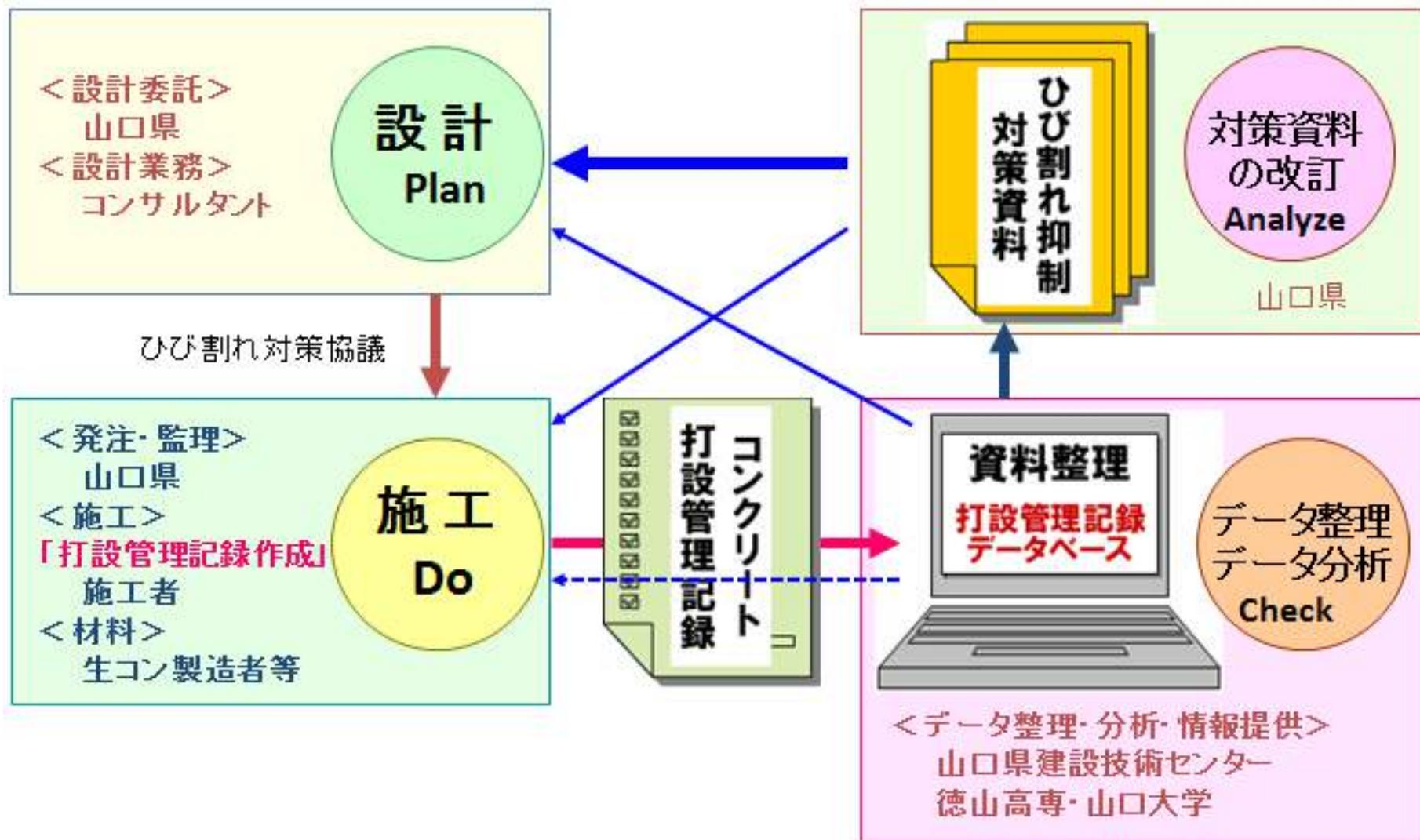


図 山口県のひび割れ抑制システムのイメージ

コンクリート工事の情報共有

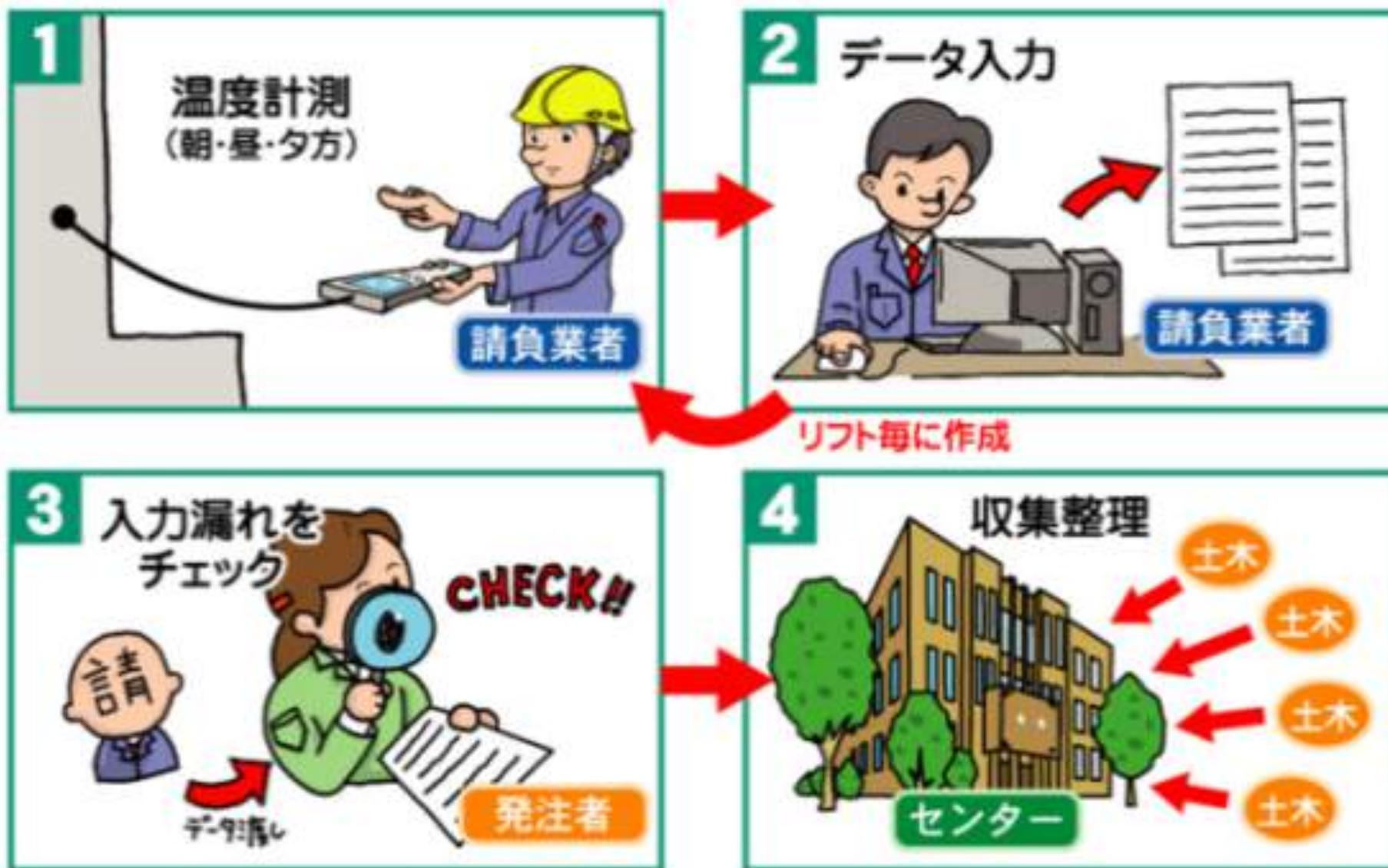


図 コンクリート工事の記録データの収集整理の流れ

共有するデータ(例)

サンプル コンクリート打設リフト図 記録シート① ※1リフト毎に記入すること

事務所名	山口土木建築事務所	路線・河川	山口宇部線
工事名	道路改良工事	工区	I
請負者	〇〇建設(株)	施工箇所	山口市〇〇
構造物名	〇〇橋 A1橋台		

打設リフト図

構造物名も記入

計測箇所を明記

リフト名称を明記

鉄筋径・ピッチを記入

配筋情報		
主鉄筋	前面	D29 @125
	背面	D29 @125
配力筋	前面	D19 @125
	背面	D19 @125
補強鉄筋A		D29 -12本

※概要図を添付すること。
※リフト名称を明記すること。
※リフト高さ・主な構造寸法を明記すること。

寸法情報

リフト高	3000
厚さ	2200
幅	10100
鉄筋比	0.33%

構造寸法を記入

サンプル コンクリート打設管理表(その1) リフト毎に記入 記録シート② ※リフト毎に記入すること

事務所名	山口土木建築事務所	路線・河川	山口宇部線
工事名	道路改良工事	工区	I
請負者	〇〇建設(株)	施工箇所	山口市〇〇
構造物名	〇〇橋 A1橋台		

打設日 2006年5月25日 (木) 天気 曇りのち晴

打設時間 打設開始時間 8:10 打設終了時間 11:00 打設量 70 m³

コンクリート

呼び強度	27 N/mm ²	スランプ	8 cm	骨材最大寸法	20 mm
セメント種類	高強度	水セメント比	55%	単位セメント量	300 kg/m ³
混和剤	AE減水剤	混和材	---	補強材料	---
生コン工場	〇〇(株)	〇〇工場	セメント会社	〇〇セメント(株)	---

試験許容値

スランプ	8±2.5cm	空気量	4.5±1.5%	塩化物総量	0.3%
------	---------	-----	----------	-------	------

打設前試験

スランプ	9.0 cm	スランプ	---	スランプ	---
空気量	5.5%	空気量	---	空気量	---
コンクリート温度	24.0℃	コンクリート温度	---	コンクリート温度	---
打設時外気温	22.0℃	打設時外気温	---	打設時外気温	---
塩化物総量	0.03 kg/m ³	塩化物総量	---	塩化物総量	---

圧縮試験

7日強度	19.0 N/mm ²	7日強度	---	7日強度	---
28日強度	31.0 N/mm ²	28日強度	---	28日強度	---

運搬状況

運搬時間	20分	現場待機時間	0分	打込み時間	20分/台
------	-----	--------	----	-------	-------

打設状況

ポンプ車台数	1台	パイプレー台数	3台	パイプレー予備	1台
ホース筒先	1人	パイプレー人数	4人	打設速度	1.0 m ³ /h

養生状況

養生方法	型枠面	型枠+ブルーシート
	打設面	養生マット+ブルーシート+散水
養生(湿潤状態)期間	5日	

コンクリート

初期温度	24.0℃	最高温度	48.0℃	温度上昇量	24.0℃
温度計測	最高温度に到達した時間		33時間後		

コンクリート温度・外気温計測結果

次頁表を記入すればグラフは完成する

サンプル ひび割れ調査票(その1) リフト毎に記入 記録シート③

事務所名	山口土木建築事務所	路線・河川	山口宇部線
工事名	道路改良工事	工区	I
請負者	〇〇建設(株)	施工箇所	山口市〇〇
構造物名	〇〇橋 A1橋台		

ひび割れ概要図

ひび割れ番号を明記

調査対象以外のひび割れも記入するとよい

ひび割れ箇所がわかるように

左側面図

右側面図

図 山口県のコンクリート打設管理記録

情報(データベース)の公開

No.	事務所	構造物名		打設時期	構造			寸法				材料					コンクリート			最大ひび割れ幅(mm)	整理番号 (番号をクリックすると詳細を確認できます。)	HP掲載年月	
		箇所	構造物		種類	構造物	部位	リフト高(m)	厚さ(m)	幅(長さ)(m)	読取目地間隔(m)	セメント種類	温和剤	温和材	補強材料	鉄筋比(%)	試験強度(N/mm ²)	打設温度(°C)	最高温度(°C)				
46	山口土木建築事務所	国道2号高架橋(仮称)	A1橋台	5月	RC	橋台	たて壁	2.7	2.2	20.3	-	高炉B種	AE減水剤	---	ガラス	0.21	---	31.6	21.0	69.3	0.08	H18-A-003-03	H19.12
47	山口土木建築事務所	国道2号高架橋(仮称)	A1橋台	6月	RC	橋台	たて壁	2.5	2.2	20.3	-	高炉B種	AE減水剤	---	ガラス	0.21	---	35.6	25.0	71.5	0.10	H18-A-003-04	H19.12
48	山口土木建築事務所	国道2号高架橋(仮称)	A1橋台	6月	RC	橋台	胸壁	2.2	0.5	20.3	-	高炉B種	AE減水剤	---	ガラス	0.32	---	36.8	27.0	55.4	0.20	H18-A-003-05	H19.12
49	山口土木建築事務所	国道2号高架橋(仮称)	A1橋台	7月	RC	橋台	胸壁	2.2	0.5	20.3	-	高炉B種	AE減水剤	---	ガラス	0.32	---	38.3	22.5	50.6	0.25	H18-A-003-06	H19.12
50	山口土木建築事務所	国道2号高架橋(仮称)	A2橋台	12月	RC	橋台	たて壁	2.7	1.7	25.0	-	高炉B種	AE減水剤	---	補強鉄筋A	0.33	0.19	32.4	13.0	52.0	0.06	H18-A-010-02	H19.12 H20.8Y-ト修正
51	山口土木建築事務所	国道2号高架橋(仮称)	A2橋台	12月	RC	橋台	たて壁	2.1	1.7	25.0	-	高炉B種	AE減水剤	---	補強鉄筋A	0.37	0.19	31.8	12.5	49.5	0.04	H18-A-010-03	H19.12 H20.8Y-ト修正
52	山口土木建築事務所	国道2号高架橋(仮称)	A2橋台	2月	RC	橋台	たて壁	2.5	1.7	25.0	-	高炉B種	AE減水剤	---	補強鉄筋B	0.48	0.19	32.6	11.0	50.4	0.10	H18-A-010-04	H19.12
53	山口土木建築事務所	国道2号高架橋(仮称)	A2橋台	2月	RC	橋台	胸壁	2.2	0.5	25.0	-	高炉B種	AE減水剤	---	補強鉄筋B	0.64	0.32	33.5	11.0	30.0	0.20	H18-A-010-05	H19.12
54	山口土木建築事務所	松坂橋	A1橋台	2月	RC	橋台	たて壁	1.7	2.0	11.5	-	高炉B種	AE減水剤	膨張材	---	0.19	---	37.7	11.0	56.7	0.10	H18-A-011-01	H19.12
55	山口土木建築事務所	松坂橋	A1橋台	3月	RC	橋台	たて壁	3.5	2.0	11.5	-	高炉B種	AE減水剤	膨張材	---	0.19	---	36.7	12.0	46.5	0.35	H18-A-011-02	H19.12
56	山口土木建築事務所	松坂橋	A1橋台	4月	RC	橋台	たて壁	3.5	2.0	11.5	-	高炉B種	AE減水剤	膨張材	---	0.19	---	36.3	16.0	65.9	0.15	H18-A-011-03	H19.12
57	山口土木建築事務所	松坂橋	A1橋台	4月	RC	橋台	たて壁	1.7	2.0	11.5	-	高炉B種	AE減水剤	膨張材	---	0.19	---	33.9	19.0	60.3	0.00	H18-A-011-04	H19.12
58	山口土木建築事務所	松坂橋	A1橋台	5月	RC	橋台	胸壁	2.0	0.5	11.5	-	高炉B種	AE減水剤	膨張材	---	0.32	---	36.3	23.0	52.9	0.08	H18-A-011-05	H19.12
59	山口土木建築事務所	松坂橋	A2橋台	5月	RC	橋台	たて壁	1.8	2.0	11.5	-	高炉B種	AE減水剤	---	補強鉄筋A	0.13	0.08	36.2	22.0	65.8	0.30	H18-A-012-03	H19.12
60	山口土木建築事務所	松坂橋	A2橋台	6月	RC	橋台	たて壁	3.6	2.0	11.5	-	高炉B種	AE減水剤	---	補強鉄筋A	0.1	0.08	36.2	28.0	70.8	0.20	H18-A-012-04	H19.12
61	山口土木建築事務所	松坂橋	A2橋台	7月	RC	橋台	たて壁	2.0	2.0	11.5	-	高炉B種	AE減水剤	---	ガラス	0.07	---	36.9	26.0	70.3	0.10	H18-A-012-05	H19.12
62	山口土木建築事務所	松坂橋	A2橋台	7月	RC	橋台	胸壁	2.0	0.5	11.5	-	高炉B種	AE減水剤	---	ガラス	0.32	---	34.3	28.5	59.1	0.15	H18-A-012-06	H19.12
63	美苅土木事務所	金田ため池橋	本線A1橋台	3月	RC	橋台	たて壁	5.4	2.0	11.6	-	高炉B種	AE減水剤	---	補強鉄筋A	0.21	0.19	37.6	11.0	58.2	0.04	H18-A-013-02	H19.12
64	美苅土木事務所	金田ため池橋	本線A1橋台	7月	RC	橋台	たて壁	4.6	2.0	11.6	-	高炉B種	AE減水剤	膨張材	---	0.19	---	35.6	28.0	73.6	0.15	H18-A-013-03	H19.12
65	美苅土木事務所	金田ため池橋	本線A1橋台	7月	RC	橋台	胸壁	3.3	0.6	11.6	-	高炉B種	AE減水剤	膨張材	---	0.26	---	33.9	31.0	63.5	0.15	H18-A-013-04	H19.12
66	美苅土木事務所	金田ため池橋	BランプA1橋台	4月	RC	橋台	たて壁	5.4	1.9	8.0	-	高炉B種	AE減水剤	---	補強鉄筋A	0.25	0.20	35.4	15.0	55.2	0.00	H18-A-014-02	H19.12
67	美苅土木事務所	金田ため池橋	BランプA1橋台	6月	RC	橋台	たて壁	4.2	1.9	8.0	-	高炉B種	AE減水剤	---	補強鉄筋B	0.24	0.20	35.2	27.0	68.9	0.10	H18-A-014-03	H19.12
68	美苅土木事務所	金田ため池橋	BランプA1橋台	7月	RC	橋台	胸壁	3.0	0.6	8.0	-	高炉B種	AE減水剤	---	アラミド	0.65	---	31.7	25.0	52.0	0.04	H18-A-014-04	H19.12
69	美苅土木事務所	金田ため池橋	本線A2橋台	2月	RC	橋台	たて壁	5.0	2.0	12.6	-	普通	AE減水剤	---	---	0.19	---	35.5	13.0	58.0	0.20	H18-A-003-02	H19.12
70	美苅土木事務所	金田ため池橋	本線A2橋台	5月	RC	橋台	たて壁	4.8	2.0	12.6	-	普通	AE減水剤	---	---	0.19	---	33.8	20.0	66.6	0.20	H18-A-003-03	H19.12
71	美苅土木事務所	金田ため池橋	本線A2橋台	6月	RC	橋台	胸壁	3.1	0.6	12.6	-	普通	AE減水剤	---	---	0.27	---	34.9	28.0	61.5	0.25	H18-A-003-04	H19.12
72	美苅土木事務所	金田ため池橋	BランプA2橋台	3月	RC	橋台	たて壁	4.5	1.9	8.0	-	高炉B種	AE減水剤	---	アラミド	0.2	---	37.6	8.9	48.6	0.00	H18-A-015-02	H19.12
73	美苅土木事務所	金田ため池橋	BランプA2橋台	5月	RC	橋台	たて壁	5.0	1.9	8.0	-	高炉B種	AE減水剤	---	アラミド	0.2	---	32.6	23.0	65.4	0.10	H18-A-015-03	H19.12
74	美苅土木事務所	金田ため池橋	BランプA2橋台	7月	RC	橋台	胸壁	2.2	0.6	8.0	-	高炉B種	AE減水剤	---	アラミド	0.27	---	28.0	55.1	0.10	H18-A-015-04	H19.12	
75	美苅土木事務所	金田ため池橋	CランプA2橋台	2月	RC	橋台	たて壁	4.0	2.0	8.2	-	高炉B種	AE減水剤	---	ガラス	0.23	---	36.8	13.0	51.7	0.00	H18-A-016-02	H19.12
76	美苅土木事務所	金田ため池橋	CランプA2橋台	5月	RC	橋台	たて壁	3.6	2.0	8.2	-	高炉B種	AE減水剤	---	ガラス	0.23	---	35.1	20.0	60.2	0.15	H18-A-016-03	H19.12
77	美苅土木事務所	金田ため池橋	CランプA2橋台	6月	RC	橋台	たて壁	3.3	2.0	8.2	-	高炉B種	AE減水剤	---	ガラス	0.23	---	31.2	22.0	65.4	0.08	H18-A-016-04	H19.12
78	美苅土木事務所	金田ため池橋	CランプA2橋台	7月	RC	橋台	胸壁	3.2	0.6	8.2	-	高炉B種	AE減水剤	---	ガラス	0.81	---	32.9	27.0	55.0	0.00	H18-A-016-05	H19.12
79	岩国土木建築事務所	牛野谷線地下道涵渠	①ブロック	1月	RC	BOX	底板	0.4	0.4	-	-	高炉B種	AE減水剤	膨張材	---	---	33.3	12.0	-	0.00	H18-B-004-01	H20.6	
80	岩国土木建築事務所	牛野谷線地下道涵渠	①ブロック	2月	RC	BOX	側壁	2.4	0.4	-	-	高炉B種	AE減水剤	膨張材	---	---	32.4	14.0	-	0.00	H18-B-004-02	H20.6	
81	岩国土木建築事務所	牛野谷線地下道涵渠	①ブロック	3月	RC	BOX	頂版	0.6	0.4	-	-	高炉B種	AE減水剤	膨張材	---	---	34.1	13.0	27.2	0.00	H18-B-004-03	H20.6	
82	岩国土木建築事務所	牛野谷線地下道涵渠	②ブロック	1月	RC	BOX	底板	0.4	0.4	-	-	高炉B種	AE減水剤	膨張材	---	---	33.3	12.0	-	0.00	H18-B-005-01	H20.6	
83	岩国土木建築事務所	牛野谷線地下道涵渠	②ブロック	2月	RC	BOX	側壁	2.4	0.4	-	-	高炉B種	AE減水剤	膨張材	---	---	32.4	14.0	-	0.00	H18-B-005-02	H20.6	
84	岩国土木建築事務所	牛野谷線地下道涵渠	②ブロック	3月	RC	BOX	頂版	0.6	0.4	-	-	高炉B種	AE減水剤	膨張材	---	---	34.1	13.0	28.3	0.00	H18-B-005-03	H20.6	
85	柳井土木建築事務所	大島環状線第5護岸工	65ブロック	7月	無筋	擁壁	その他	1.2	1.8	9.0	-	高炉B種	AE減水剤	---	---	---	28.4	28.0	48.5	0.00	H18-W-006-01	H20.6	
86	柳井土木建築事務所	2号橋	A1橋台	3月	RC	橋台	たて壁	1.8	1.5	5.2	-	高炉B種	AE減水剤	---	---	0.07	---	33.3	9.5	37.8	0.00	H18-A-017-02	H20.6

(<http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a18000/hibiware/hibiwareyokusei.html>)

図 コンクリート打設管理記録のデータベース

データの解析

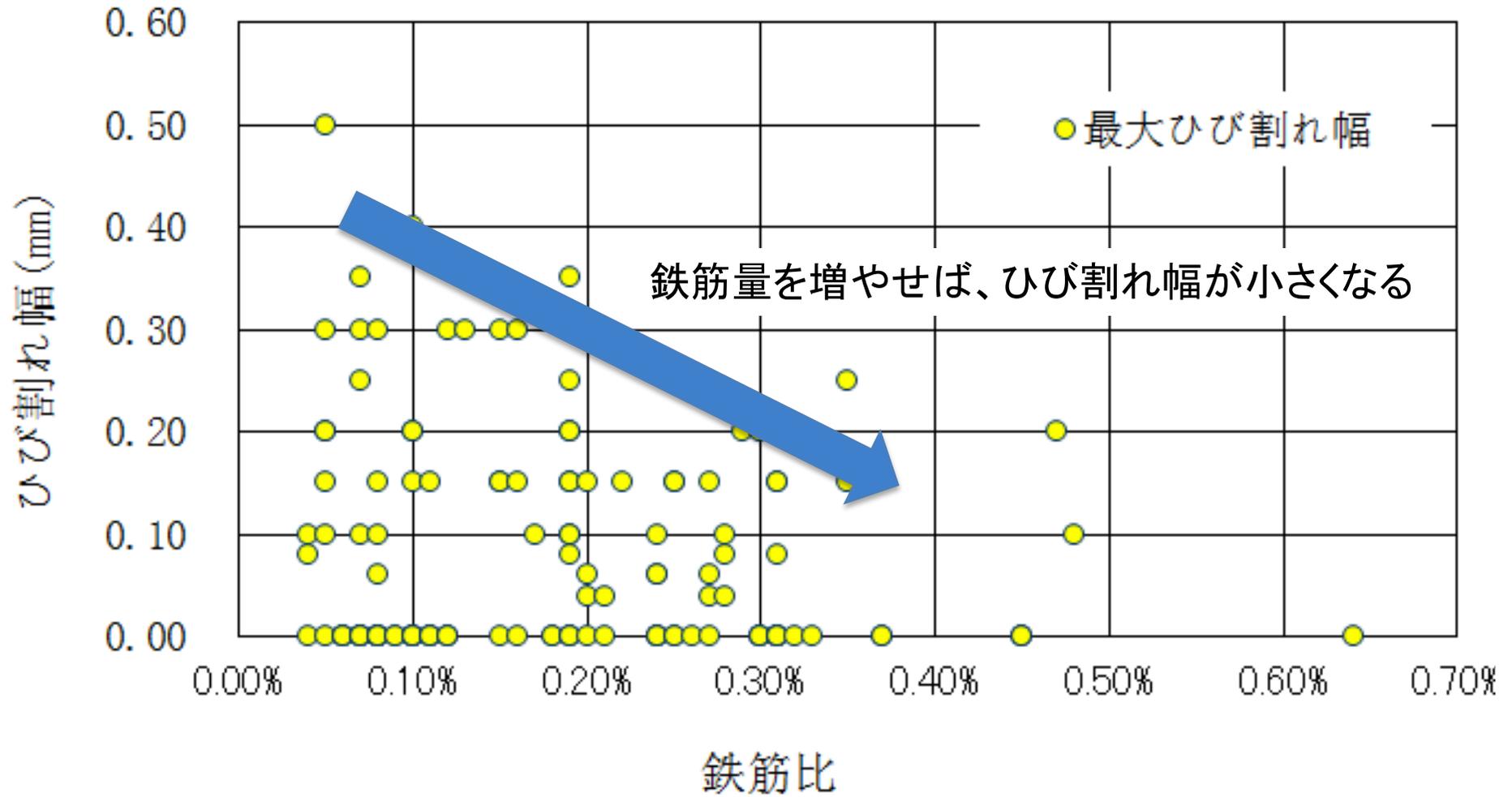


図 鉄筋比とひび割れ幅の関係(橋台たて壁)



写真 実構造物におけるひび割れ抑制対策試験施工で
補強鉄筋を配置してひび割れを分散させた幅25mの橋台

ひび割れ発生率が改善

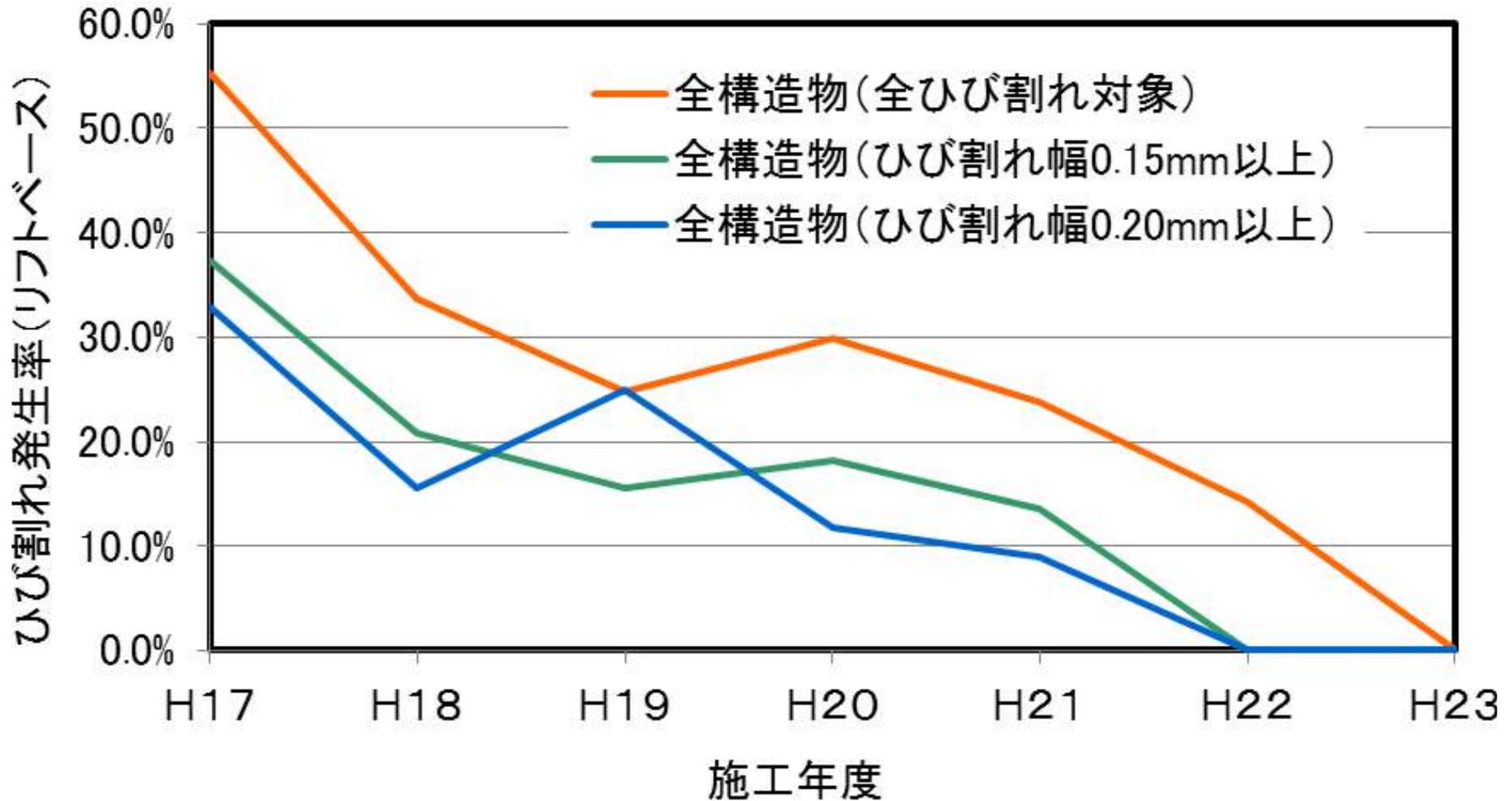


図 ひび割れ発生状況(山口県の試験施工で)

橋梁点検データベースの活用



写真 橋梁維持管理講習会の様子

ICT や IoT の活用

人材不足・働き方改革にIoTが貢献する



写真 タブレット端末を用いた橋梁点検調査

データから見えてくる補修の経済性

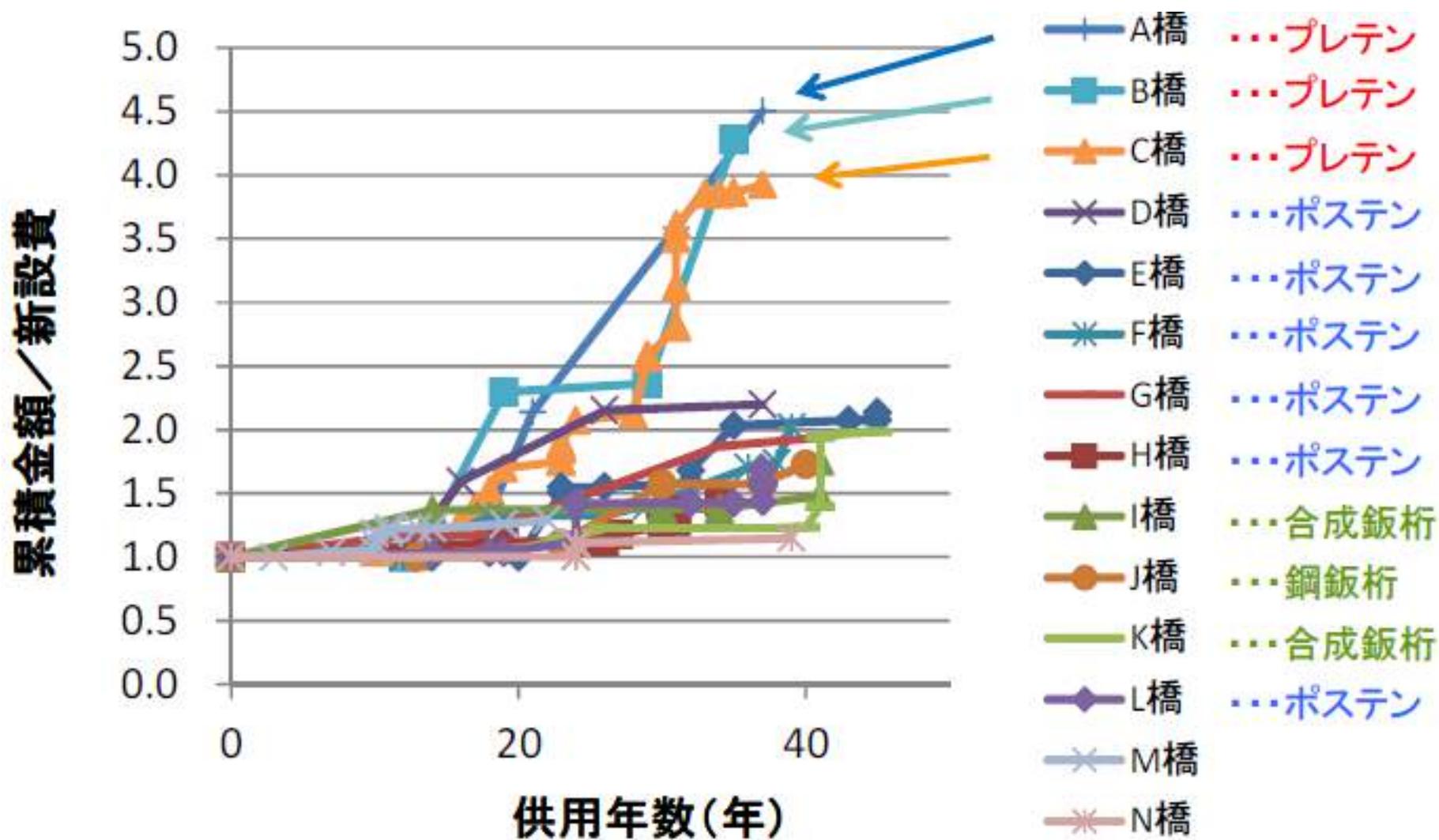


図 海岸から150m以内にある橋梁の補修コスト

おわりに

- 土木構造物の耐久性(寿命)を考える(分析する)には・・・
- 分析・・・分けて、析(細かく分けて)考える
- 理論と現実
- 経済問題、人口問題、環境問題、倫理問題、価値観の問題・・・いずれも大きな問題
- ライフサイクルコストを考えて、初期投資することが大切と分かっているにもかかわらず・・・難しい現実
- →初期投資は、今生きる人に負担が大きい。未来に生きる人と今生きる人の負担を均衡することも必要。

高専生へ、
「頭の中は、宇宙(そら)より広い!...囚われちゃいけない。」



ご静聴ありがとうございました。

新幹線の車窓から