

近年の橋梁基礎の洗掘被害と 予防保全に向けた今後の研究展望



橋梁構造研究グループ

CAESAR

主任研究員 藤田智弘

1. 近年の橋梁基礎の洗掘被害

2. 予防保全に向けた今後の研究展望

1. 近年の橋梁基礎の洗掘被害

2. 予防保全に向けた今後の研究展望

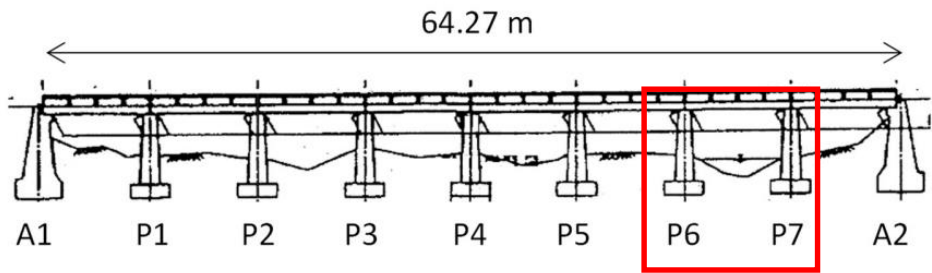
近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望

1. 近年の橋梁基礎の洗掘被害（被災事例①）

令和元年（台風）



傾斜

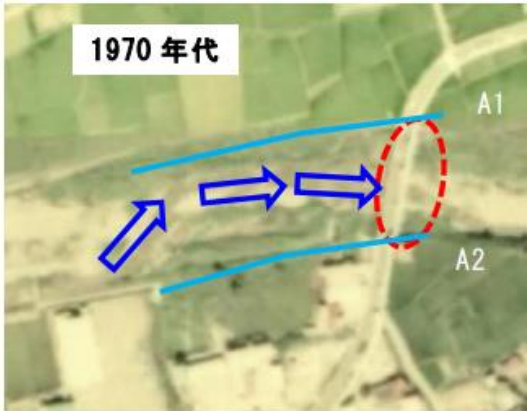


河積阻害率：10%程度

沈下・傾斜

橋梁諸元

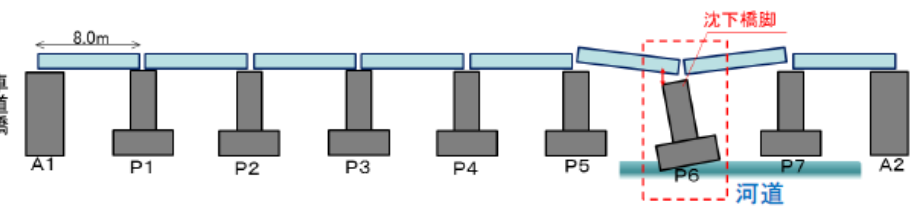
上部構造形式	8 径間単純PCプレテン床版橋
下部構造形式	重力式橋台、T型円形式橋脚
基礎形式	直接基礎
橋長	64.27m
竣工年月	1959年



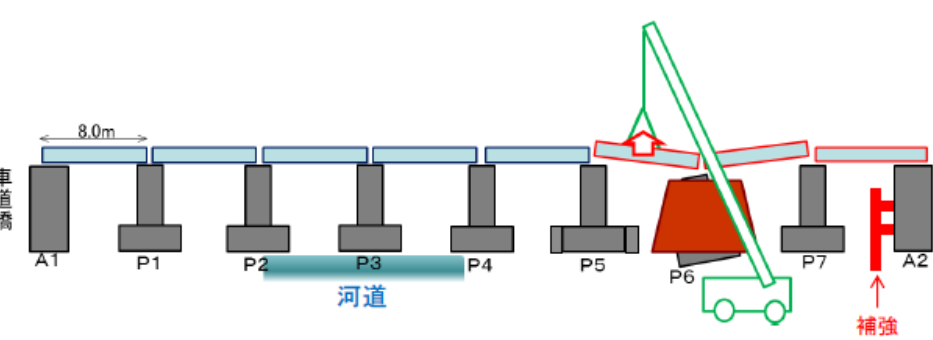
近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望

1. 近年の橋梁基礎の洗掘被害（被災事例①応急復旧）

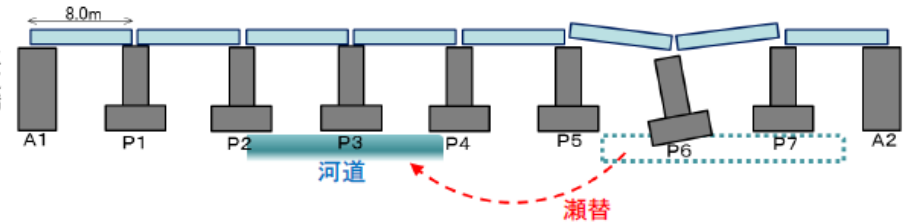
【①応急復旧前（被災時）】



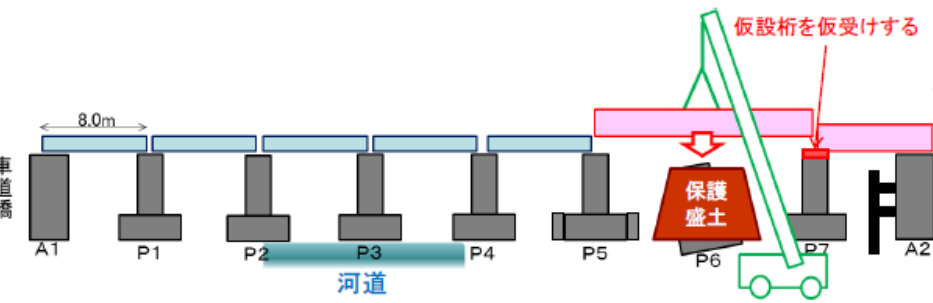
【④応急復旧中（P5～A2の橋梁上部工を順次撤去、A2を補強）】



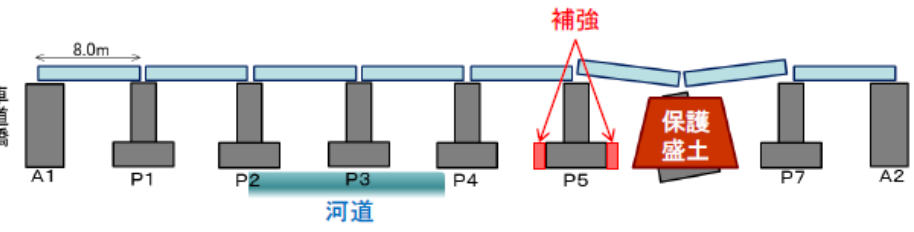
【②応急復旧中（河川瀬替による工事用ヤード確保）】



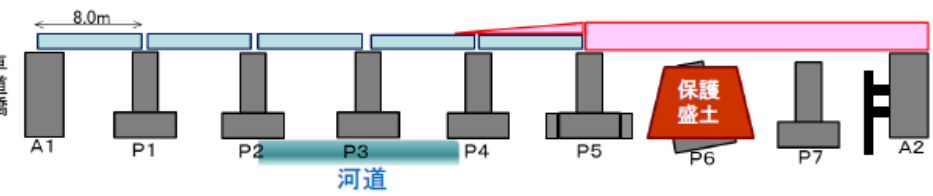
【⑤応急復旧中（P5～A2の応急仮設橋を順次設置）】



【③応急復旧中（沈下したP6橋脚を保護盛土、P5橋脚を補強）】



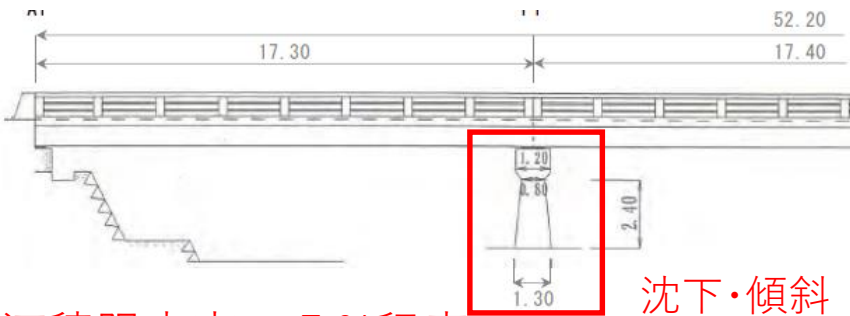
【⑥応急対策完了（舗装、すりつけ実施後）】



近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望

1. 近年の橋梁基礎の洗掘被害（被災事例②）

令和2年（豪雨）

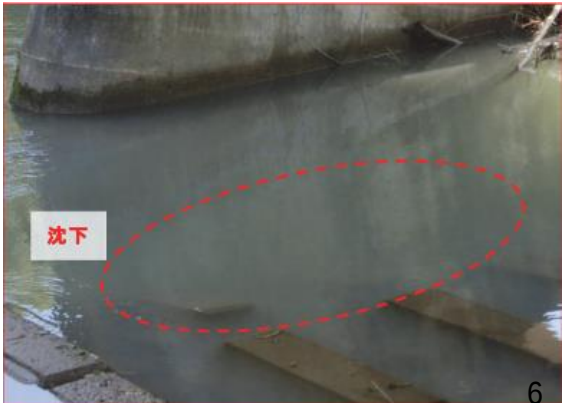


河積阻害率：5 %程度



橋梁諸元

上部構造形式	PCT桁橋
下部構造形式	（橋台）不明、壁式橋脚
基礎形式	（橋台）不明、（橋脚）直接基礎
橋長	52.2m
竣工年月	1967年



第14回CAESAR講演会

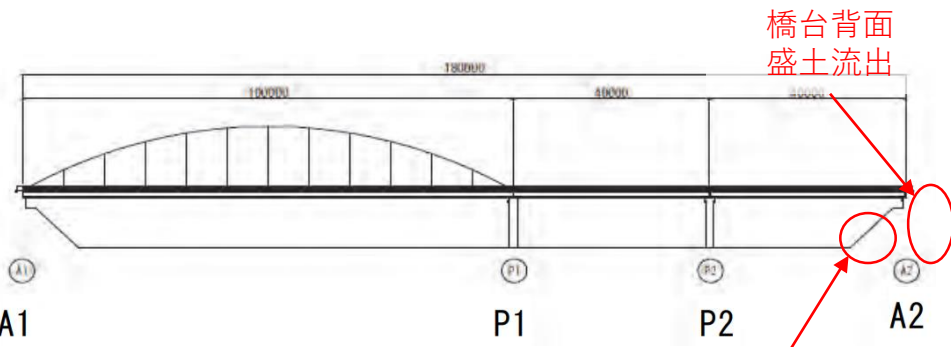
近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望

1. 近年の橋梁基礎の洗掘被害（被災事例③）

令和2年（豪雨）



橋梁諸元

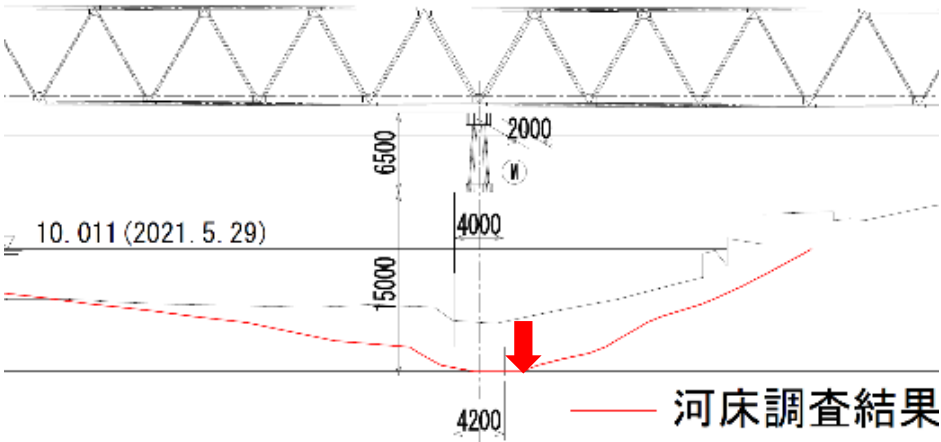


上部構造形式	単純アーチ橋（ランガー）＋鋼単純箱桁2連
下部構造形式	逆T式橋台、壁式橋脚
基礎形式	直接基礎
橋長	180.0m
竣工年月	1967年

近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望

1. 近年の橋梁基礎の洗掘被害（被災事例④）

令和3年（豪雨）



橋梁諸元

上部構造形式	鋼 5 径間連続下路式トラス橋
下部構造形式	逆 T 式橋台、壁式橋脚
基礎形式	ケーソン基礎
橋長	343.5m
竣工年月	1962年8 月



近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望

1. 近年の橋梁基礎の洗掘被害（被災事例④復旧）



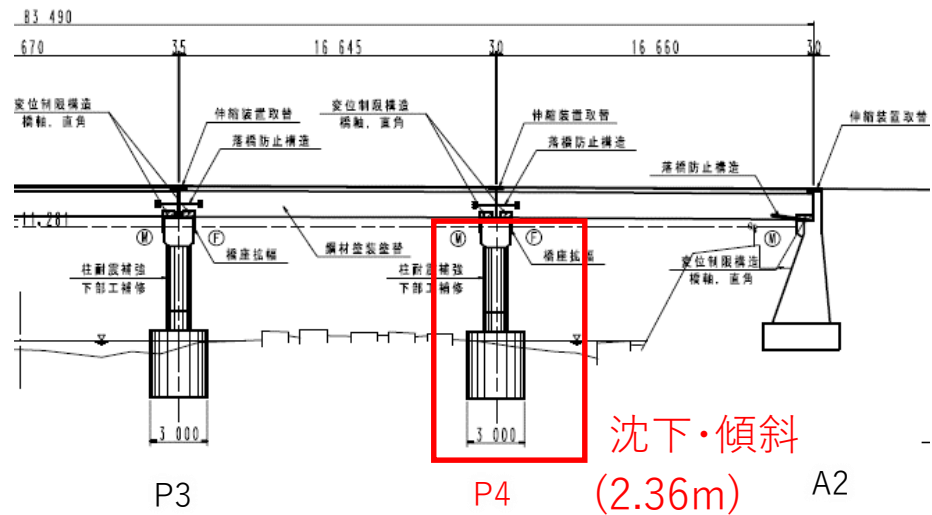
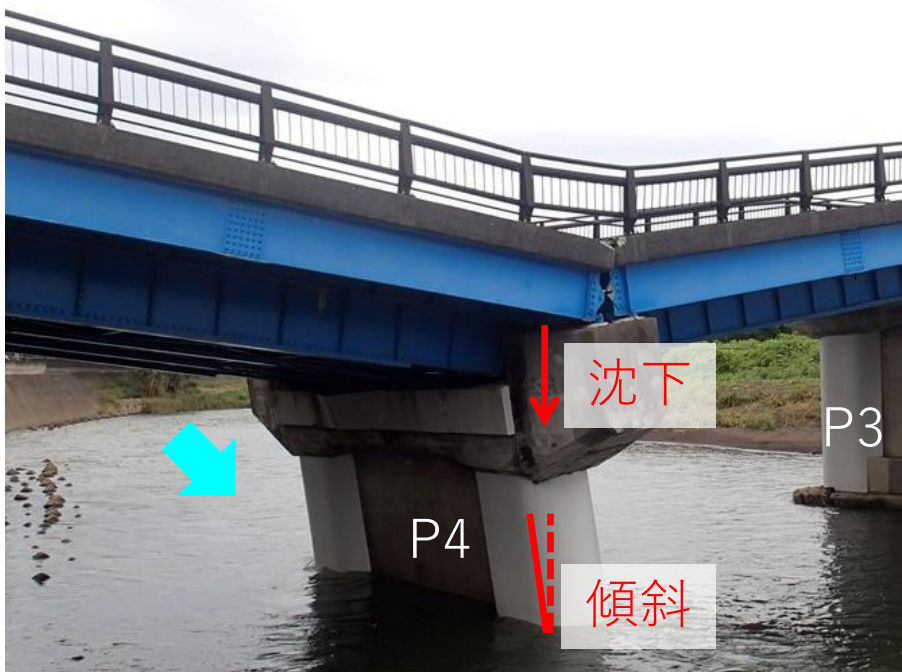
日経クロステック

国による権限代行で災害復旧事業（撤去と復旧工事）に着手予定

近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望

1. 近年の橋梁基礎の洗掘被害（被災事例⑤）

令和3年（豪雨）



橋梁諸元

上部構造形式	5 径間鋼単純鈑桁橋
下部構造形式	半重力式橋台（直接基礎）
	壁式橋脚（ケーソン基礎、直接基礎）
橋長	83.49m
架設年月	1953年3月



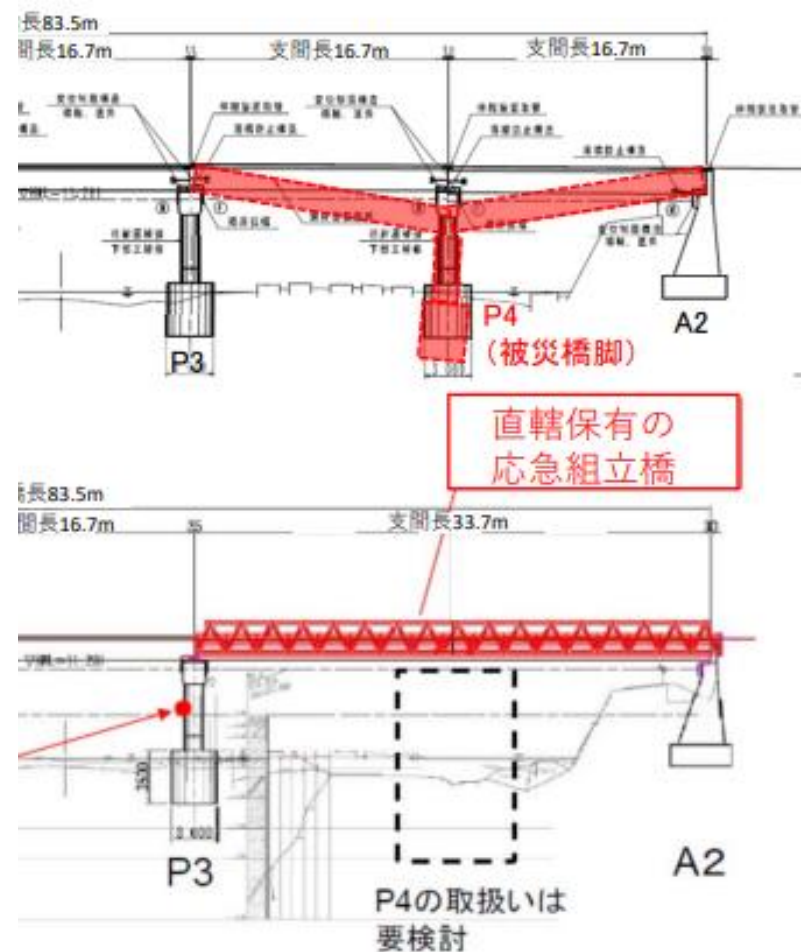
第14回CAESAR講演会

近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望

1. 近年の橋梁基礎の洗掘被害（被災事例⑤応急復旧）



市町村ホームページ



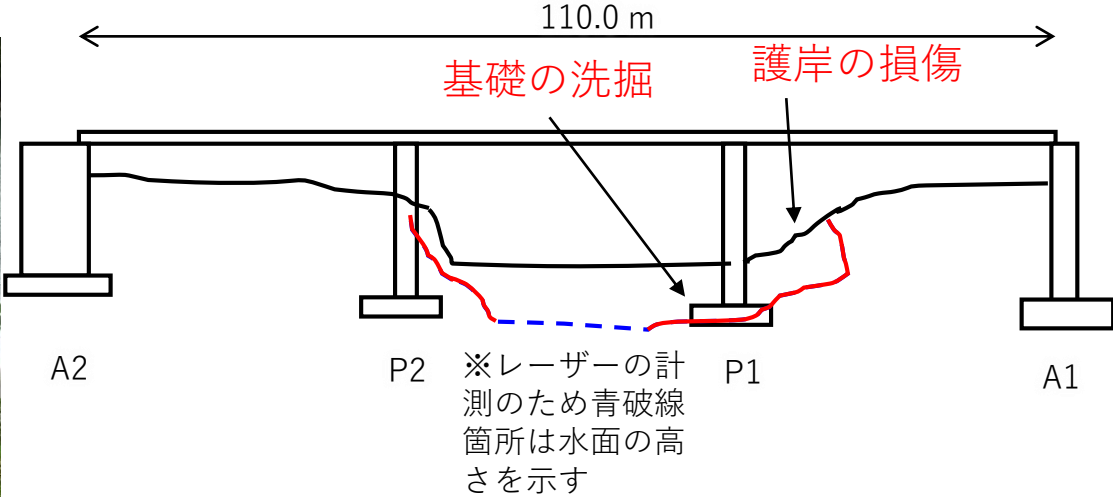
国土交通省記者発表資料

「損傷した既存橋梁の撤去」や「応急組立橋の設置」における、
施工指導や工程管理などの技術支援（国交省TEC-FORCE 派遣）

近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望

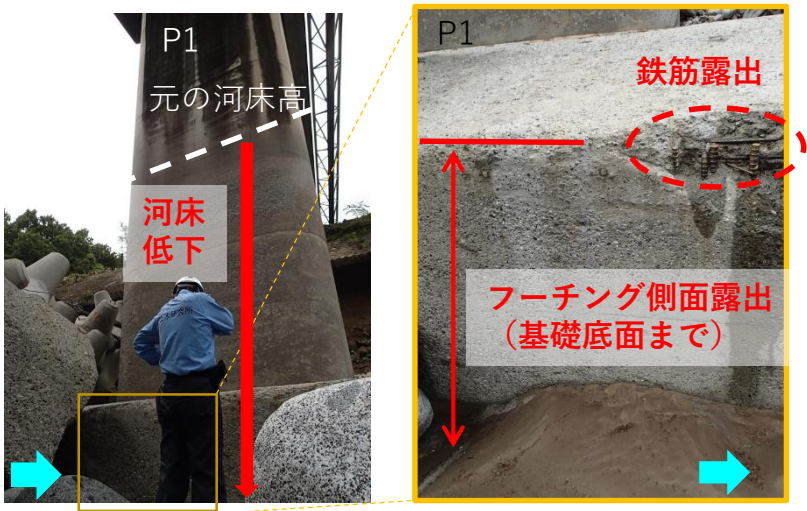
1. 近年の橋梁基礎の洗掘被害（被災事例⑥）

令和3年（豪雨）



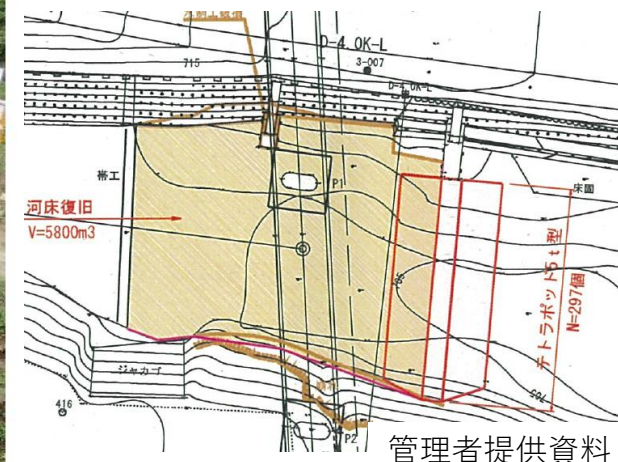
橋梁諸元

上部構造形式	3 径間単純ポステンT桁橋
下部構造形式	橋台：直接基礎
	橋脚：直接基礎
橋長	110.0m
架設年月	1987年



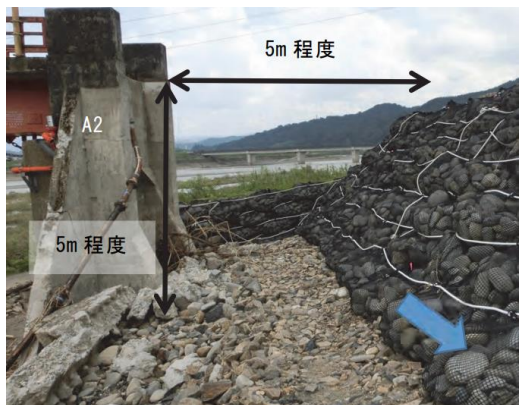
近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望

1. 近年の橋梁基礎の洗掘被害（被災事例⑥応急復旧）



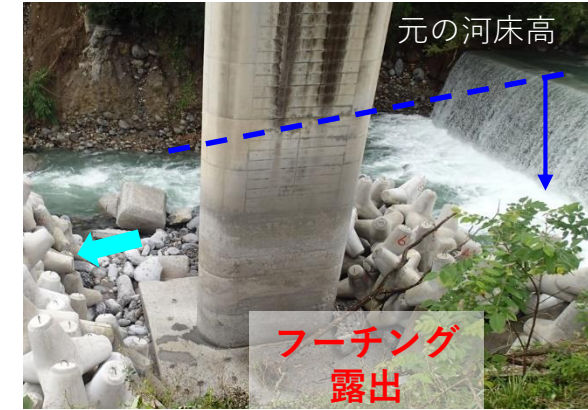
近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望

1. 近年の橋梁基礎の洗掘被害（被災事例まとめ）

	令和元年（台風）	令和2年（豪雨）	令和2年（豪雨）
基礎形式			
河川の状況	直接基礎 滯筋固定？ (過去に大きく変化) 河積阻害率が 10%程度	直接基礎 滯筋固定 河積阻害率が 5%程度	直接基礎 滯筋固定 水衝部
被害等の状況	局所洗掘 護岸の 洗掘対策あり (橋脚はなし)	局所洗掘 護岸の 洗掘対策あり (橋脚はなし)	局所洗掘 アプローチ部の 盛土が流出
通行止め期間	1か月以上	1年以上 (未解除)	1年以上 (未解除)

近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望

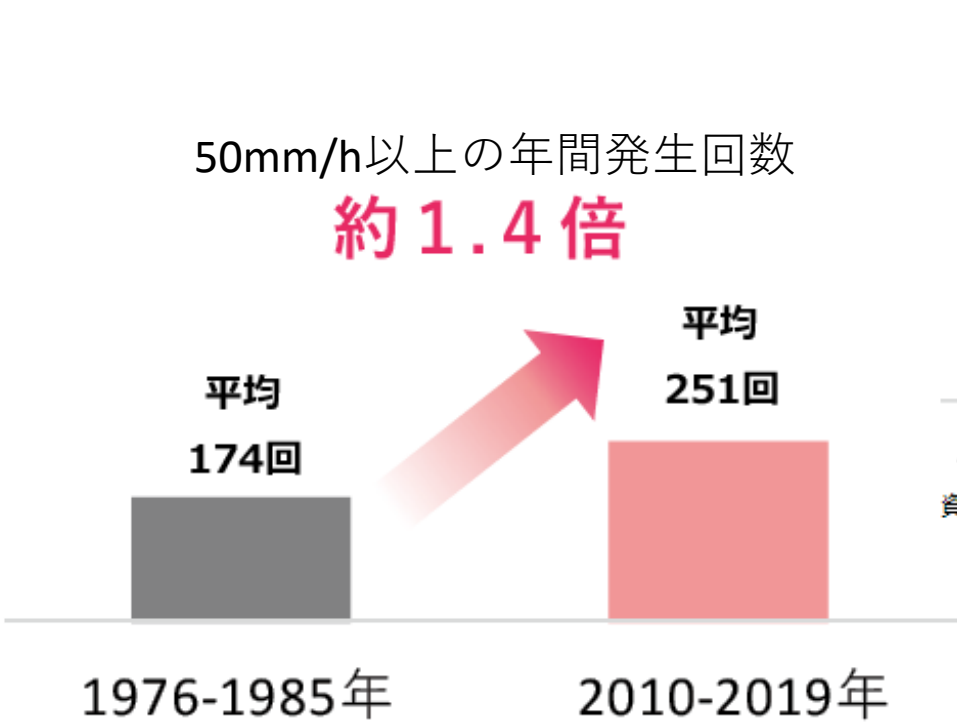
1. 近年の橋梁基礎の洗掘被害（被災事例まとめ）

	令和3年（豪雨）	令和3年（豪雨）	令和3年（豪雨）
			
基礎形式	ケーソン基礎	ケーソン基礎	直接基礎
河川の状況	滞筋固定 水衝部	滞筋固定 水衝部	滞筋固定
被害等の状況	河床低下 + 局所洗掘 護岸の洗掘対策あり (橋脚はなし)	局所洗掘 護岸の洗掘対策あり (橋脚は一部あり) (過去に護岸で洗掘被害あり)	急激な河床低下 架橋位置を含む約200mが5 m程度が河床低下
通行止め期間	5か月以上 (未解除)	約2か月	5日間

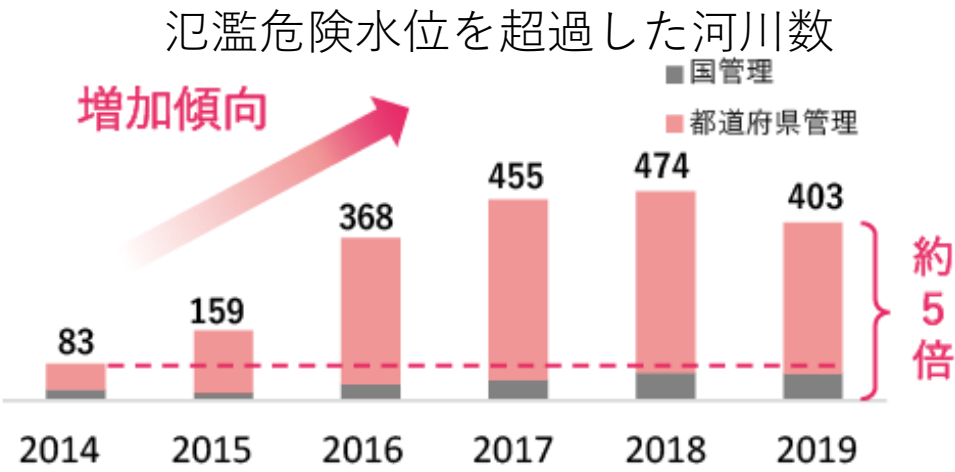
1. 近年の橋梁基礎の洗掘被害

2. 予防保全に向けた今後の研究展望

近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望
2. 予防保全に向けた今後の研究展望（社会的要請）



(注) アメダス1,000地点あたりの発生回数
資料) 国土交通省



資料) 国土交通省

道路の通行止めを伴う洗掘被害



道路橋が洗掘被害を受け道路の通行止めや集落の孤立が発生

第14回CAESAR講演会

近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望 2. 予防保全に向けた今後の研究展望（社会的要請）

経済財政運営と改革の基本方針2021（令和3年6月18日閣議決定）

（「オールジャパン」で対策を進め、国家百年の大計として、）災害に屈しない国土づくりを進める

※カッコ内は基本方針2020の内容

国土交通省インフラ長寿命化計画（行動計画）令和3～7年度

「予防保全」への本格転換の加速化等により持続可能なインフラメンテナンスの実現を目指す

第3回国交省インフラ分野のDX推進本部（令和3年1月29日開催）

取組の背景

○建設現場の課題

- ・将来の人手不足
- ・災害対策
- ・インフラ老朽化の進展 等

➡ 生産性向上を目指し、i-Constructionを推進



○社会経済情勢の変化

- ・技術革新の進展（Society5.0）
- ・新型コロナウイルス感染症に対応する「非接触・リモート化」の働き方
- ・行政のデジタル化を強力に推進 等

➡ インフラ分野においてもデジタル化・スマート化を強力に推進する必要

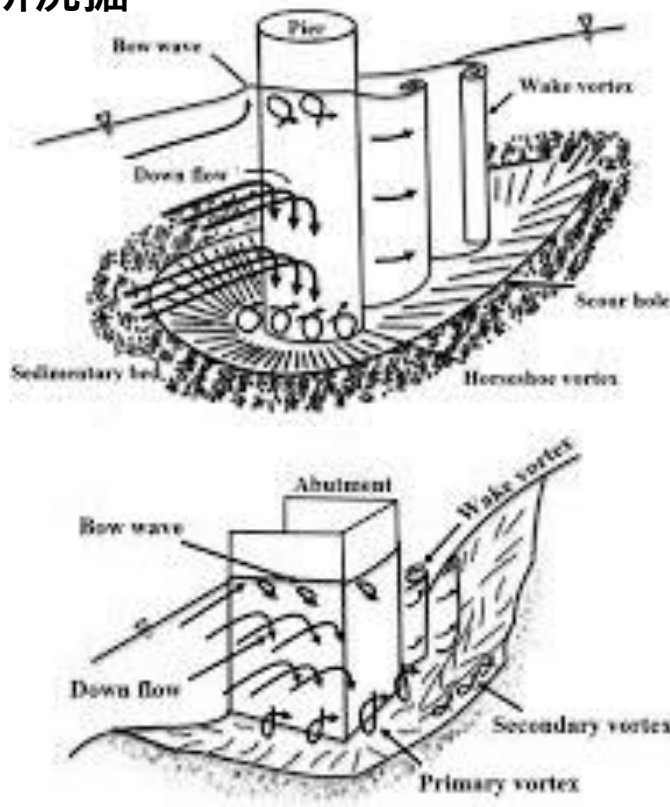
インフラ分野においてもデータとデジタル技術を活用して安全・安心で豊かな生活を実現（「DX」）

近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望 2. 予防保全に向けた今後の研究展望（既往の知見）

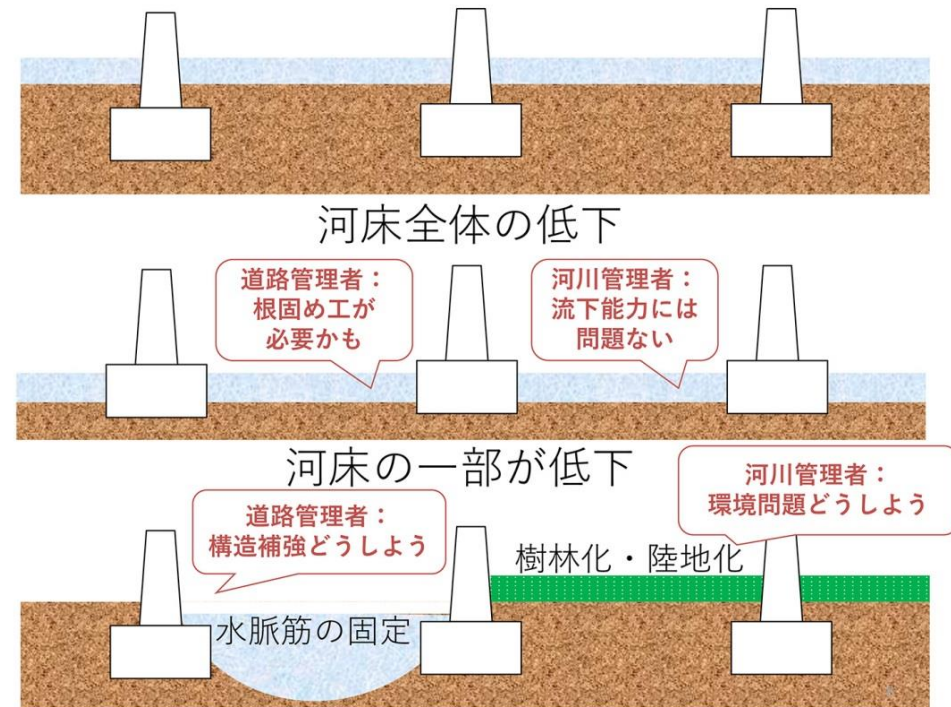
橋梁基礎の洗掘被害は、以下のメカニズム又はその複合で発生

- ①局所洗掘（橋脚周りや水衝部）
- ②河床低下（滯筋変化や河床変動）

①局所洗掘



②河床低下



近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望

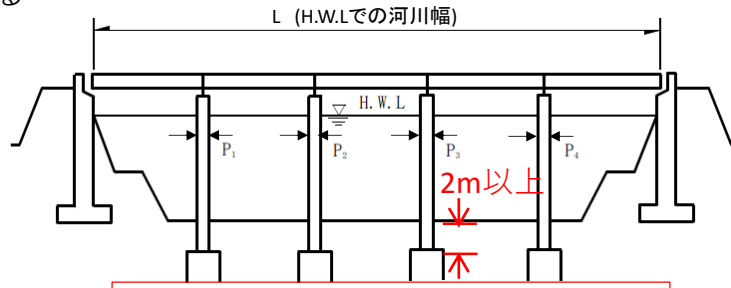
2. 予防保全に向けた今後の研究展望（既往の知見）

①局所洗掘と②河床低下に共通する知見

基準類

○河川管理施設等構造令 （S51.7制定H25.7最終改定）

河川区域内に設ける橋台及び橋脚は、（中略）**洗掘の防止について適切に配慮された構造**とするものとする

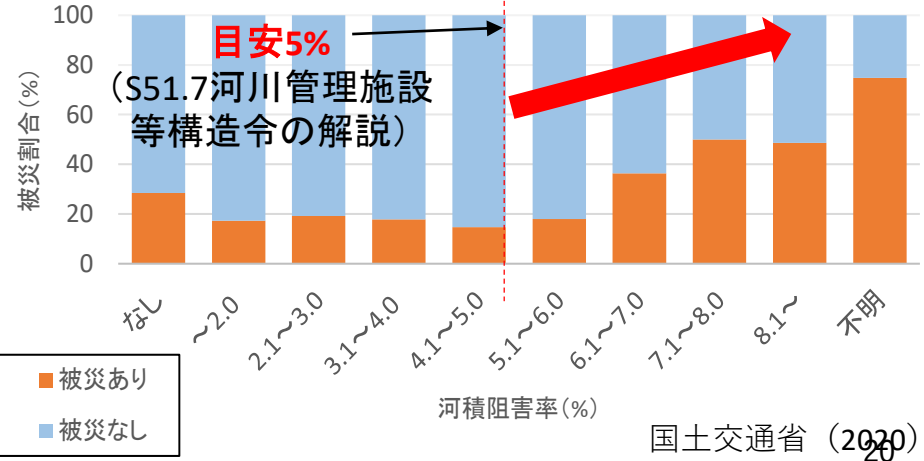
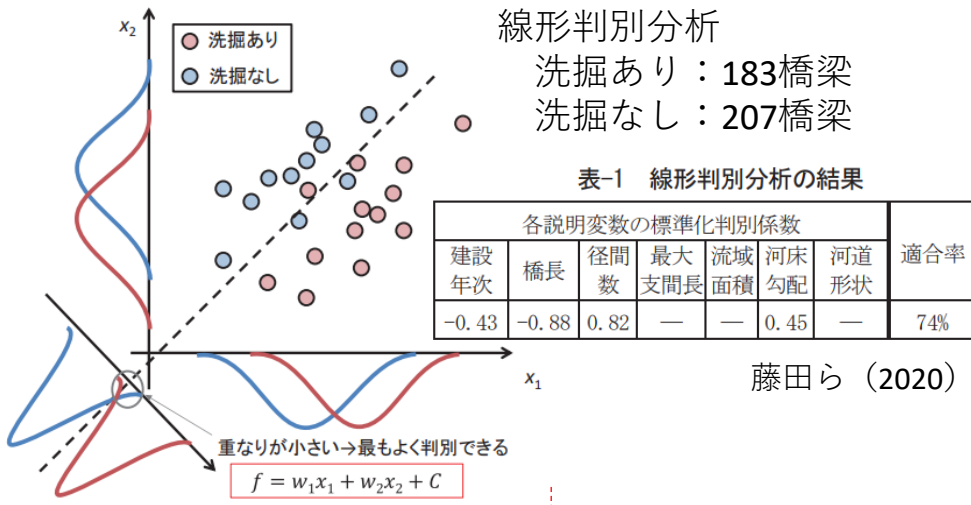


河積阻害率(%)=($P_1 + P_2 + P_3 + P_4$)/ $L \times 100 < 5\%$ (目安)

○道路橋定期点検要領(H31.2道路局)

- ・直接基礎やパイルベントは洗掘が生じたときに変状が不安定化につながりやすい。
- ・洗掘範囲は、水流に対する抵抗幅に応じて増加する傾向がある。
- ・水中部については、カメラ等でも、河床や洗掘の状態を把握できることが多い。
- ・渇水期に実施時期を合わせることで、近接し、直接的に部材や河床等の状態を把握できる。

研究（統計的知見）



近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望

2. 予防保全に向けた今後の研究展望（既往の知見）

①局所洗掘の知見

- ・ 橋脚周りの最大洗掘深は、橋脚幅の 2 倍程度
- ・ 水深、橋脚幅、フルード数が大きくなると、橋脚周りの洗掘深が大きくなる（いくつかの予測式が提案されている）

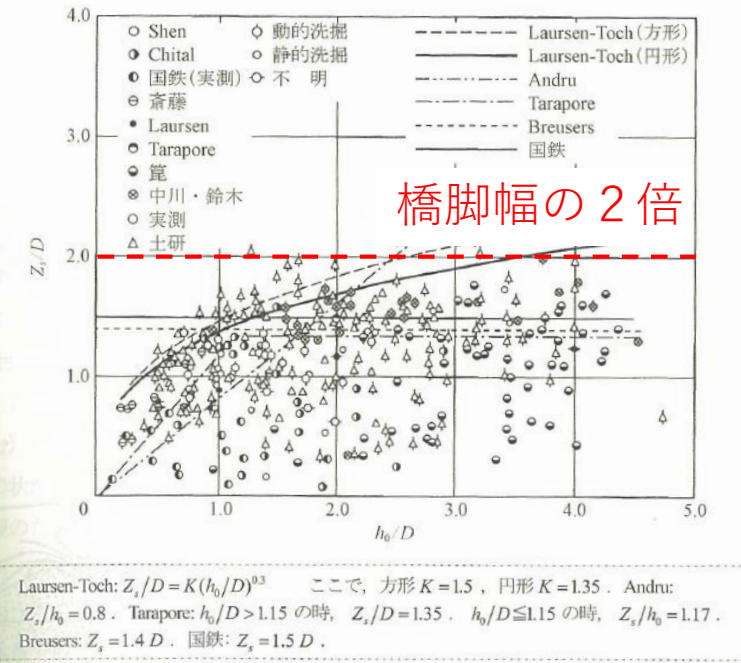


図 2-7.23 平衡最大洗掘深に関する実験値と推定値の比較

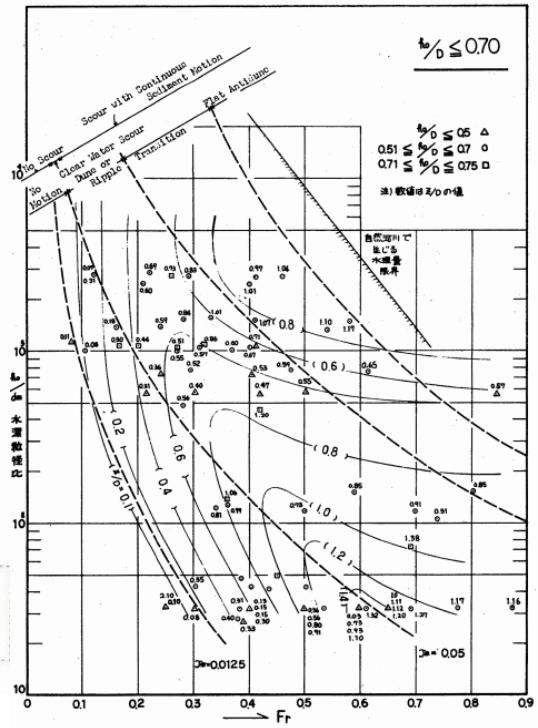


図-6 洗掘深推測図
土木研究所資料（1982）

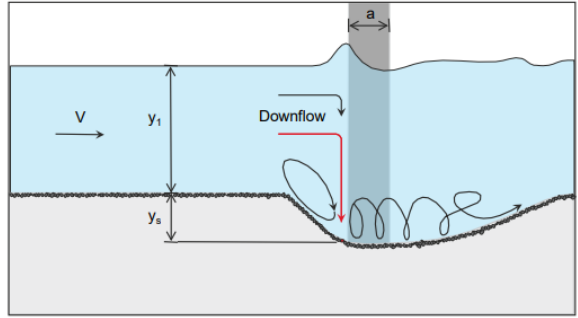


Figure 7.2. Definition sketch for pier scour.

$$\frac{y_s}{y_1} = 2.0 K_1 K_2 K_3 \left(\frac{a}{y_1} \right)^{0.65} Fr_1^{0.43}$$

米国【HEC-18】

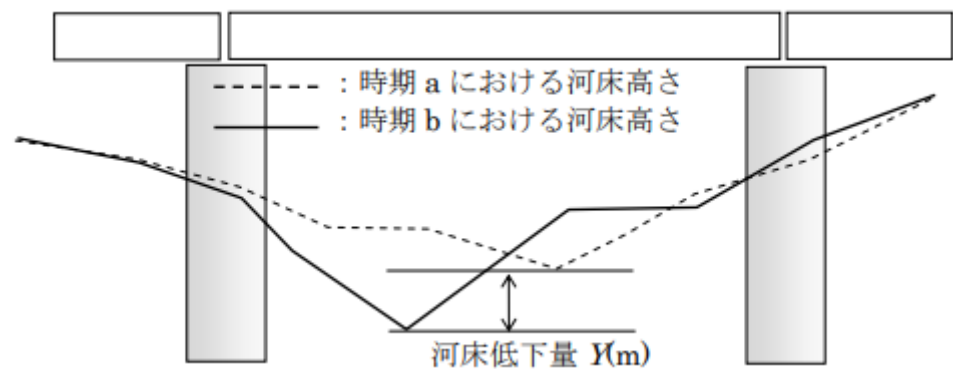
水理公式集（土木学会）

現場ではこれらの知見が活用されることは少ないという印象

近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望
2. 予防保全に向けた今後の研究展望（既往の知見）

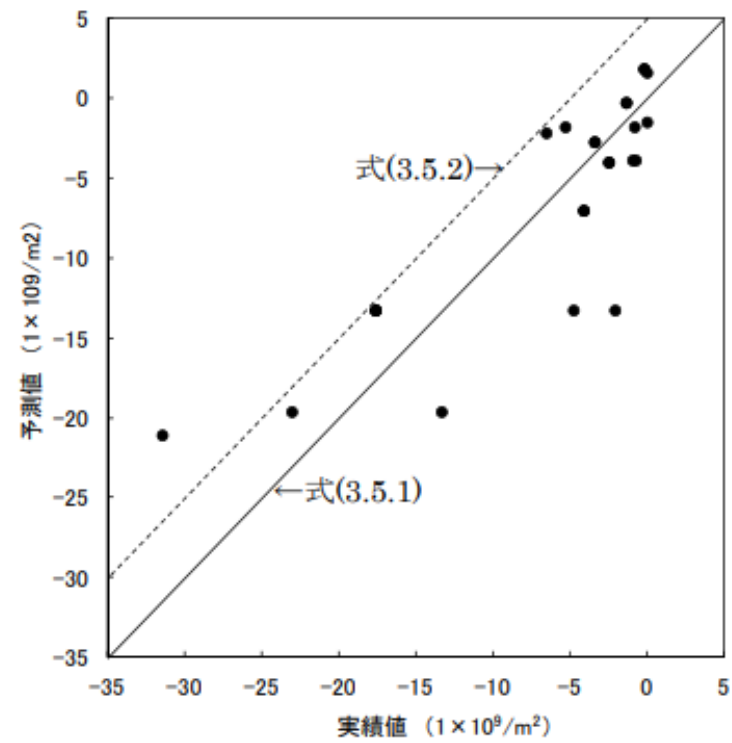
②河床低下の知見

・ 流量、河道の曲率、橋脚幅 および水深が大きいほど、河床材料の平均粒径が小さいほど河床低下量が大きくなる（25橋梁のデータを用いた重回帰分析等による予測式が提案されている）



$$YQ \times 10^9 = -1.373 (1/r) - 0.468 d_m + 6.398 D_{max} + 1.575 h_{max} - 15.308 \quad (3.5.1)$$

$$YQ \times 10^9 = -1.373 (1/r) - 0.468 d_m + 6.398 D_{max} + 1.575 h_{max} - 20.316 \quad (3.5.2)$$



河床低下量の予測は未解明な部分も多く、
実際の河床の測量に基づく河床低下の予測式等は未提案

佐溝（2014）

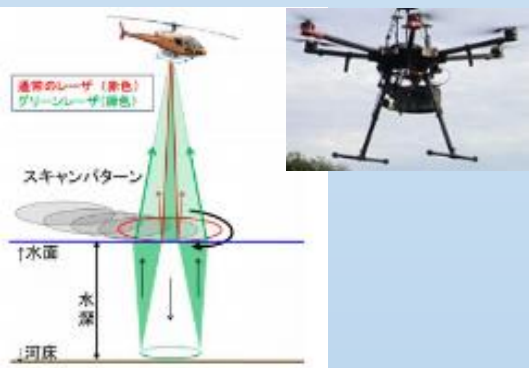
近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望

2. 予防保全に向けた今後の研究展望（必要な検討事項）

・ 橋梁の予防保全に資する河床低下や洗掘メカニズムを河川工学の知見も含めて解明



・ 河床の測量等を活用した河床低下や洗掘予測手法と新技術に求められる性能を提示

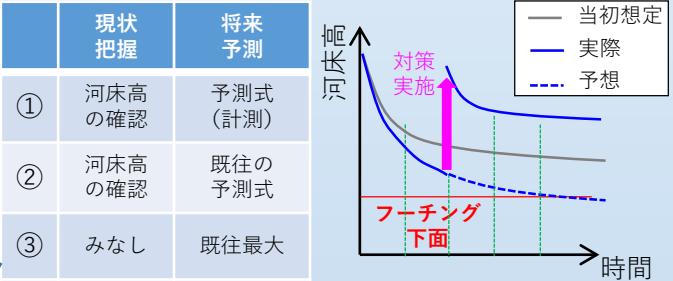


① 予防保全に資する河床低下・洗掘メカニズムの検討
河床低下・洗掘予測手法の検討
点検・診断技術の要求事項検討

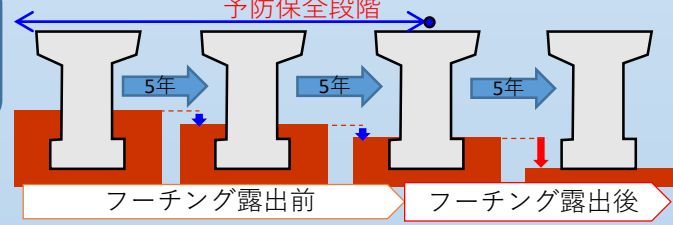
② 予防保全に資する診断・措置方針の検討

③ 予防保全に資する対策工法の検討

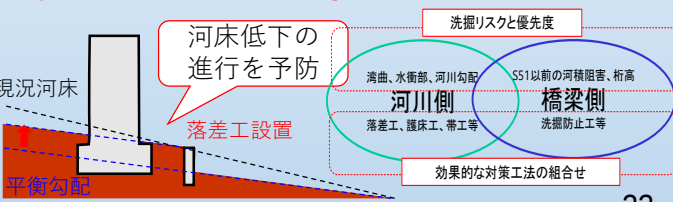
・ 橋梁の予防保全を行うために、管理レベルに応じたマネジメント方法の階層化を提示



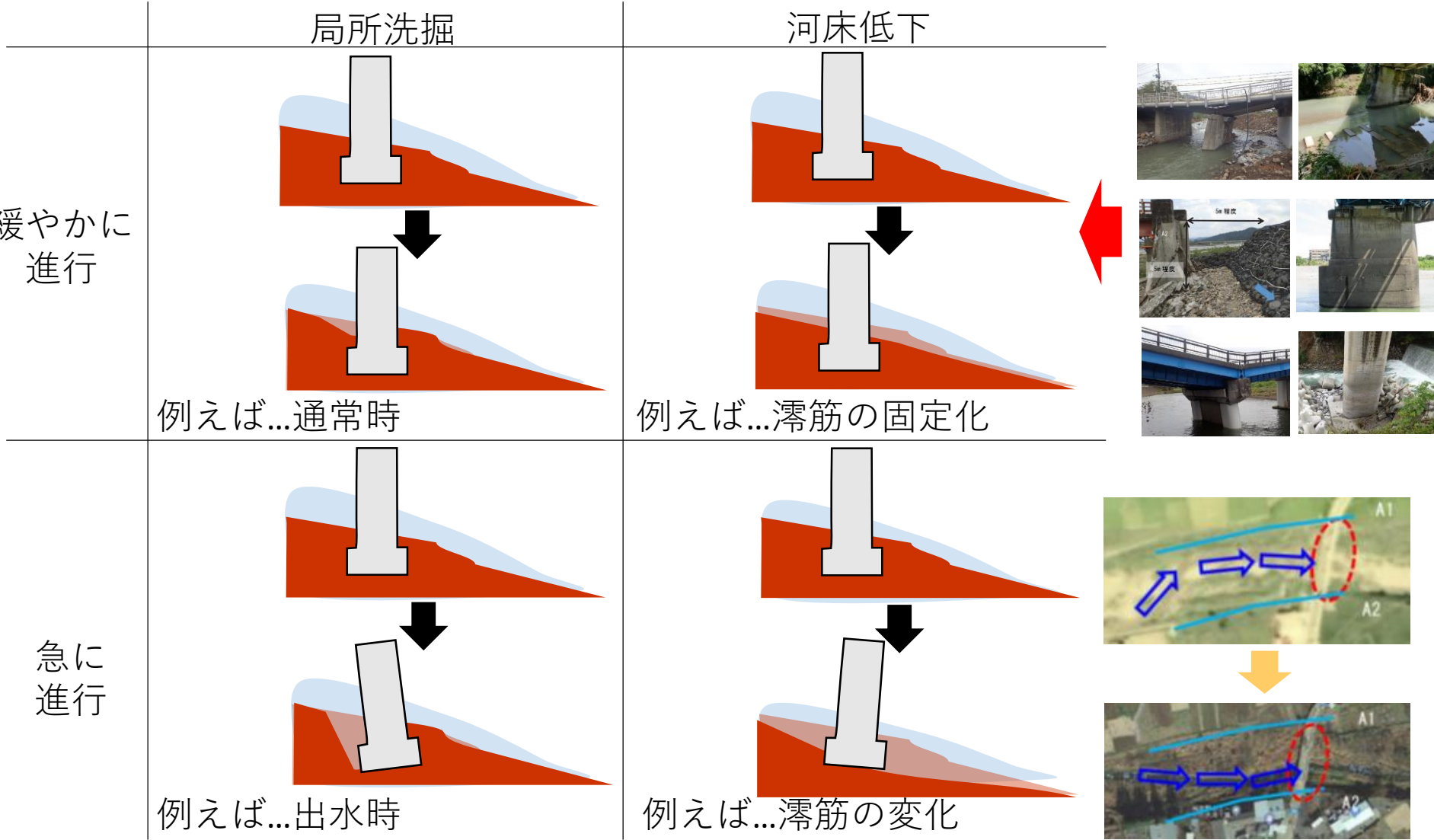
・ 予防保全を実施すべき限界の状態を提示



・ 河川と橋梁への相互の影響、状況や状態を考慮した対策工法やその組合せを提案

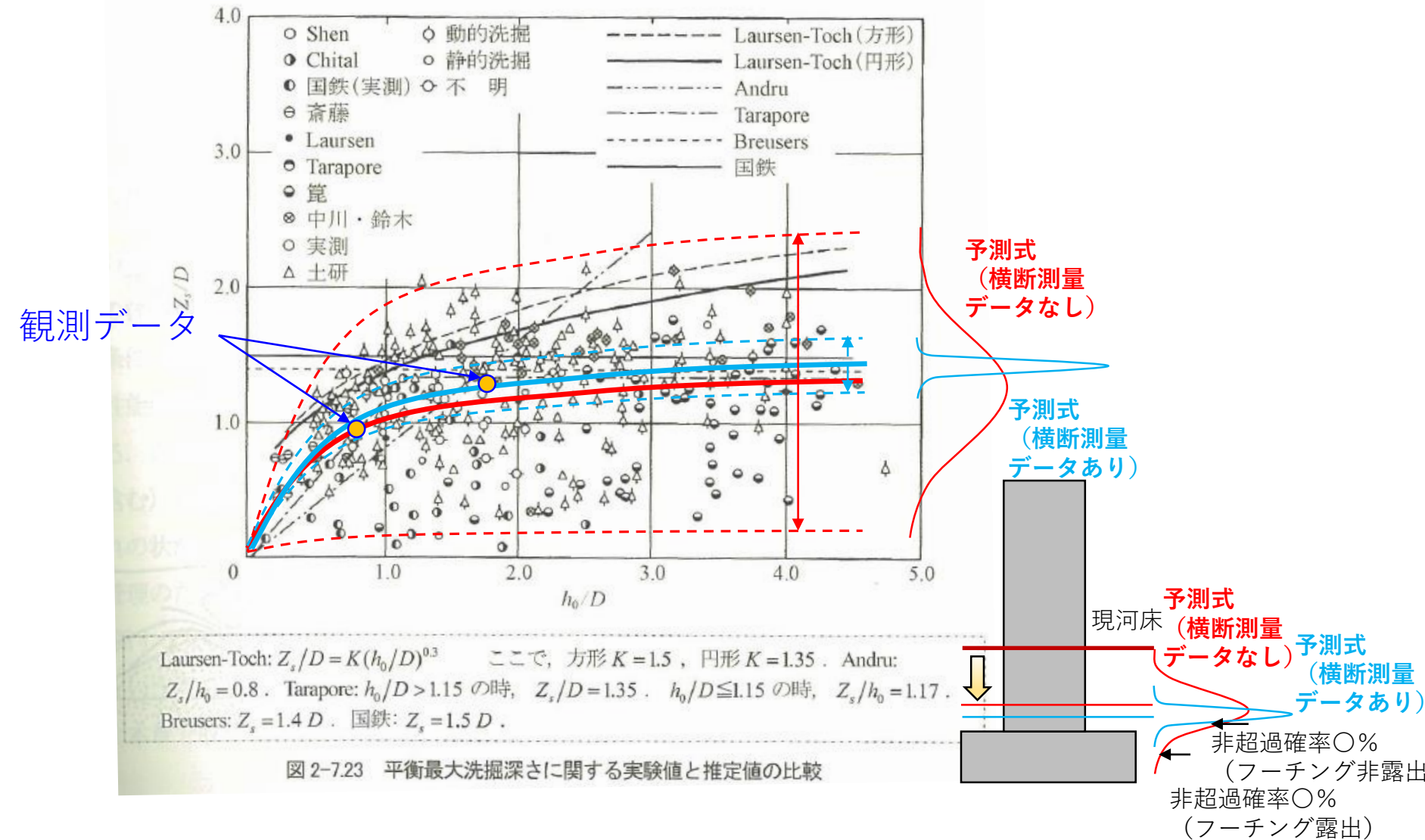


近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望
2. 予防保全に向けた今後の研究展望（具体の検討イメージ①）



被災事例の河床低下や洗掘メカニズムを解明

近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望
2. 予防保全に向けた今後の研究展望（具体の検討イメージ②）



河床の測量等を活用した河床低下や洗掘予測手法を検討

近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望
2. 予防保全に向けた今後の研究展望（具体の検討イメージ③）

Publication No.
FHWA-
HIF-20-004
December 2019

**Post-Hazard Engineering
Assessment of Highway Structures
using Remote Sensing Technologies**



U.S. Department
of Transportation
Federal Highway
Administration

Research, Development, and Technology
Turner-Fairbank Highway Research Center
6300 Georgetown Pike
McLean, VA 22101-2296

FHWA

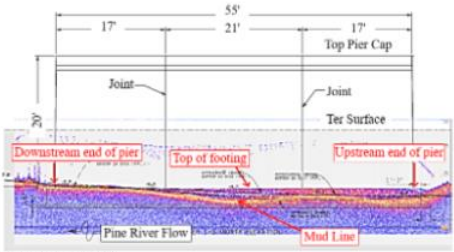
○計測技術



© 2018 Seafloor Systems

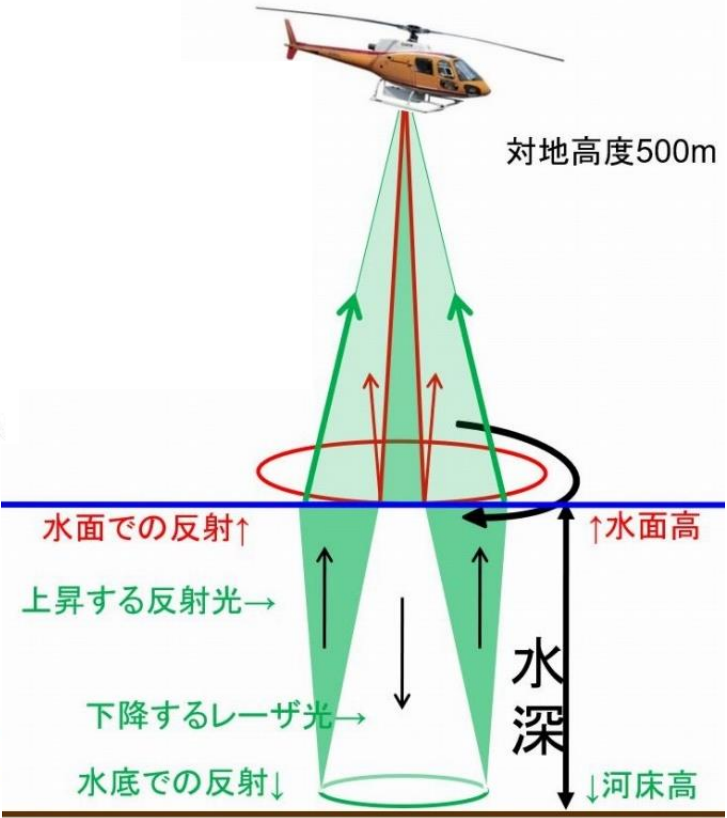
B. Example of a small catamaran bathymetric survey boat

○計測結果の活用例



© 2018 Deeper UAB

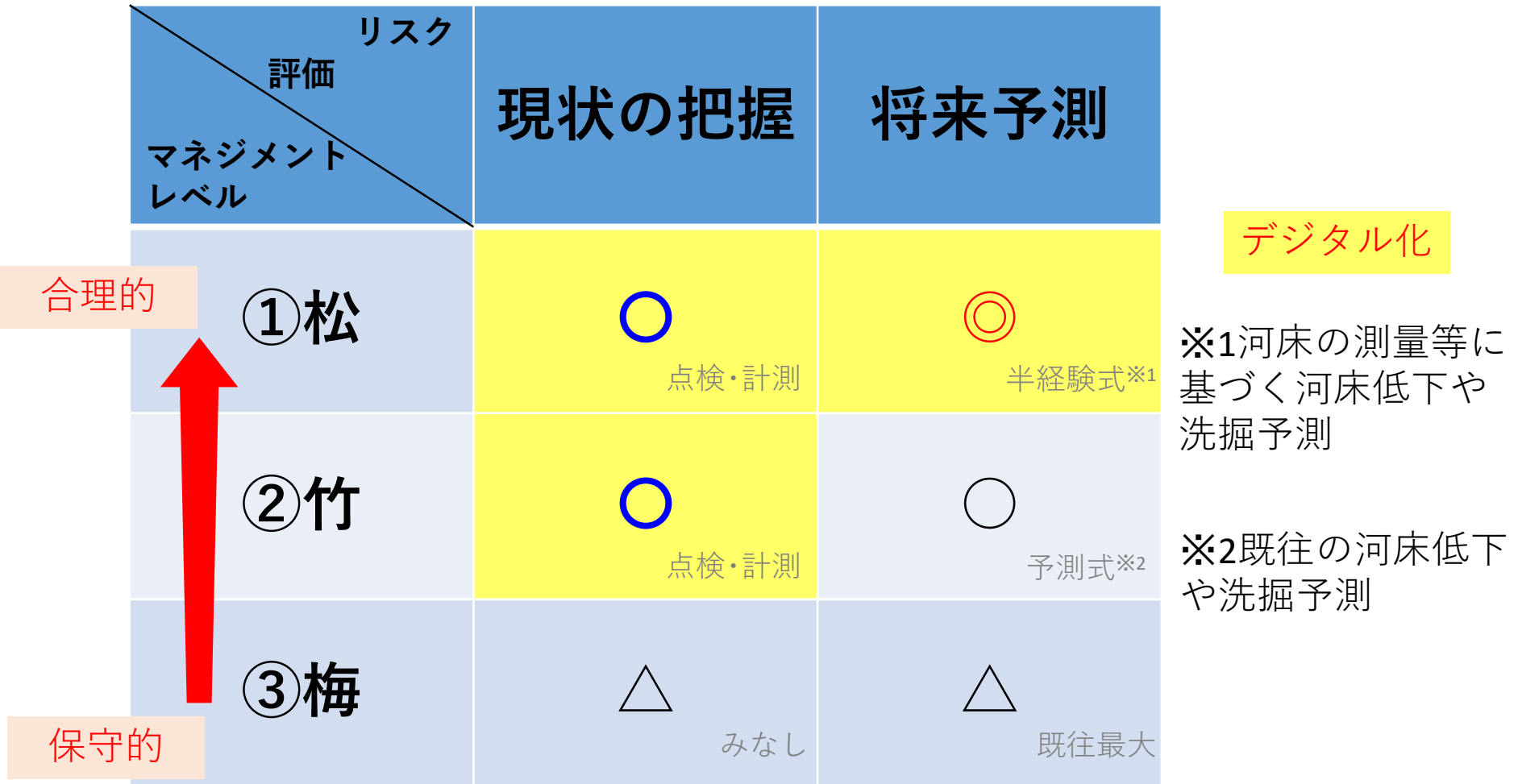
A. Profile of the river obtained from the app



→必要な計測点間隔、計測精度、
計測条件（流速、濁度）など

河床低下や洗掘予測手法に活用できる既存の計測技術とその
活用例を整理するとともに**新技術に求められる性能**を検討

近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望
2. 予防保全に向けた今後の研究展望（具体の検討イメージ④）

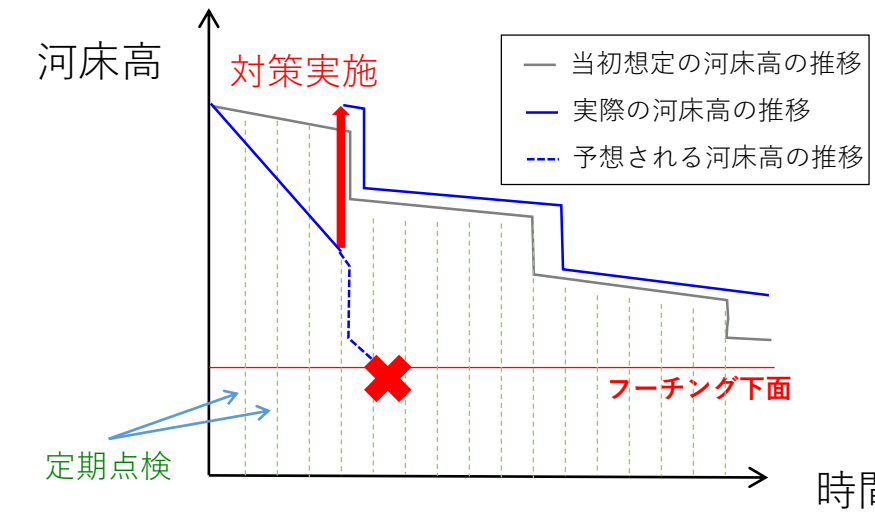


デジタル化により管理レベルに応じたマネジメント方法の階層化（トランスフォーメーション）を提示

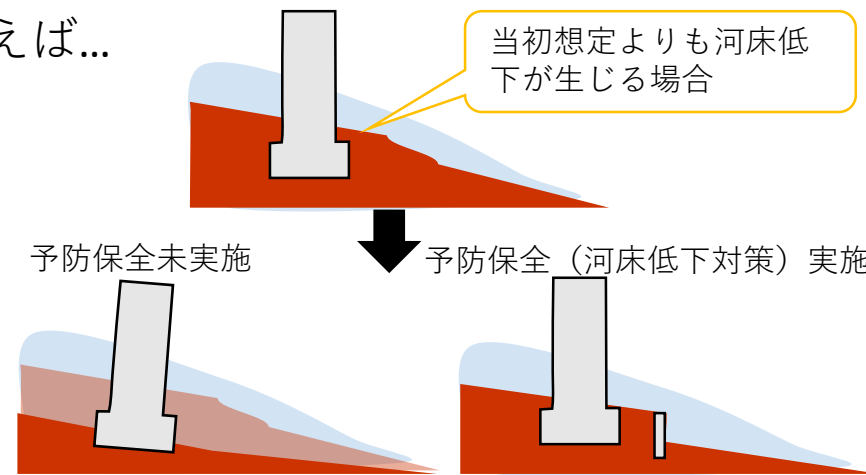
近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望

2. 予防保全に向けた今後の研究展望（具体の検討イメージ⑤）

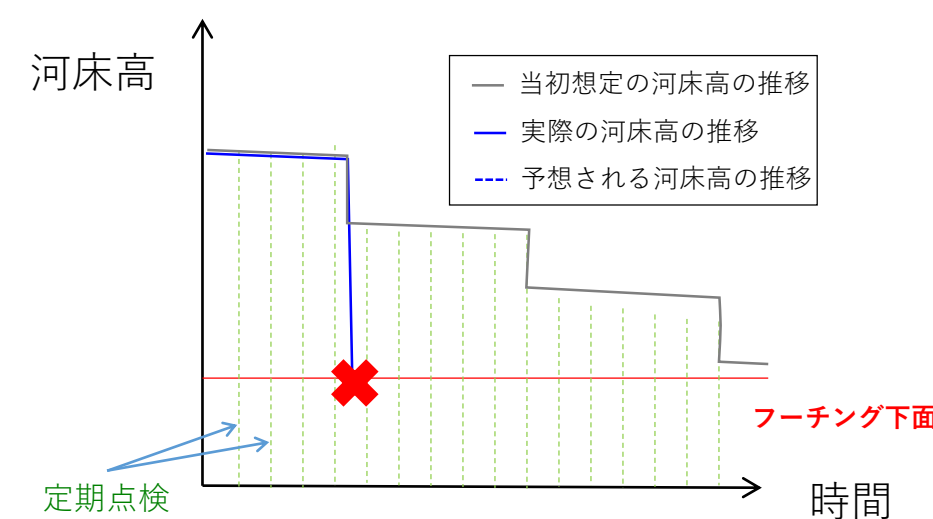
○定期的に河床高を把握することで予防保全が可能なケース（メカニズム）



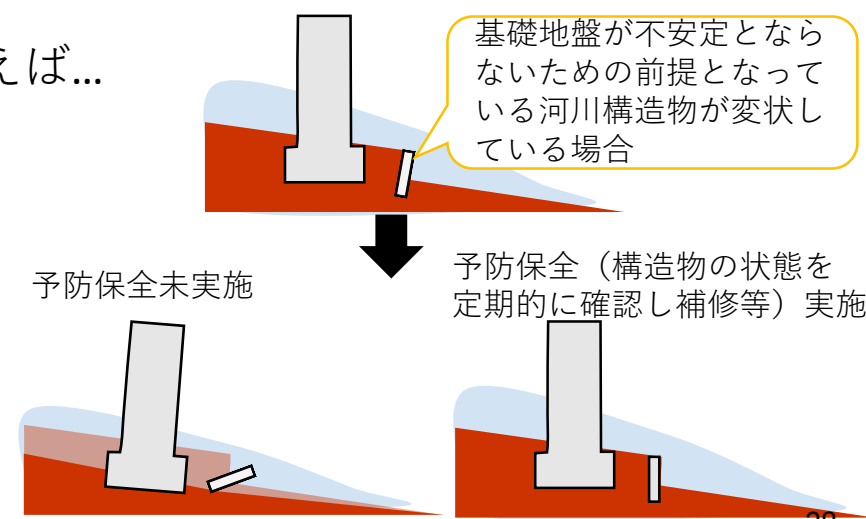
例えば...



○定期的に河床高を把握するだけでは予防保全が不可能なケース（メカニズム）



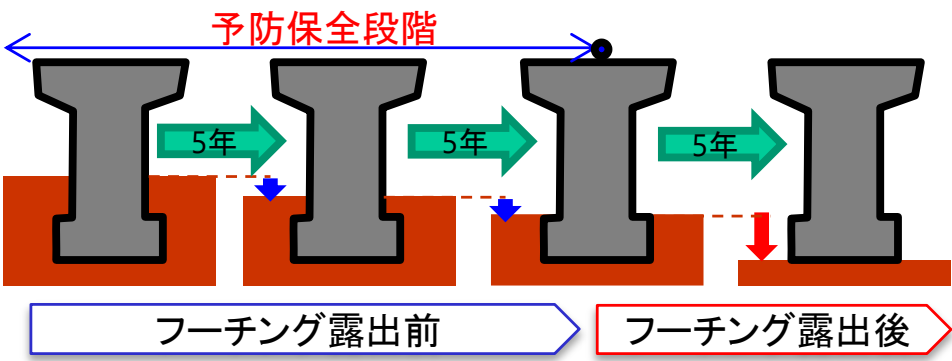
例えば...



近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望

2. 予防保全に向けた今後の研究展望（具体の検討イメージ⑥）

○限界状態の検討イメージ



→ **基礎形式、河床低下や洗掘メカニズム毎**に以下の検討を実施して限界状態を検討
✓ 河床低下や洗掘による耐荷性能への影響確認

- ・現在の状態の評価
- ・5年後の状態の評価

（その後の河床低下や洗掘の進行への影響確認）

○米国の洗掘の脆弱性格付けの例

The rating is a National Bridge Inventory item

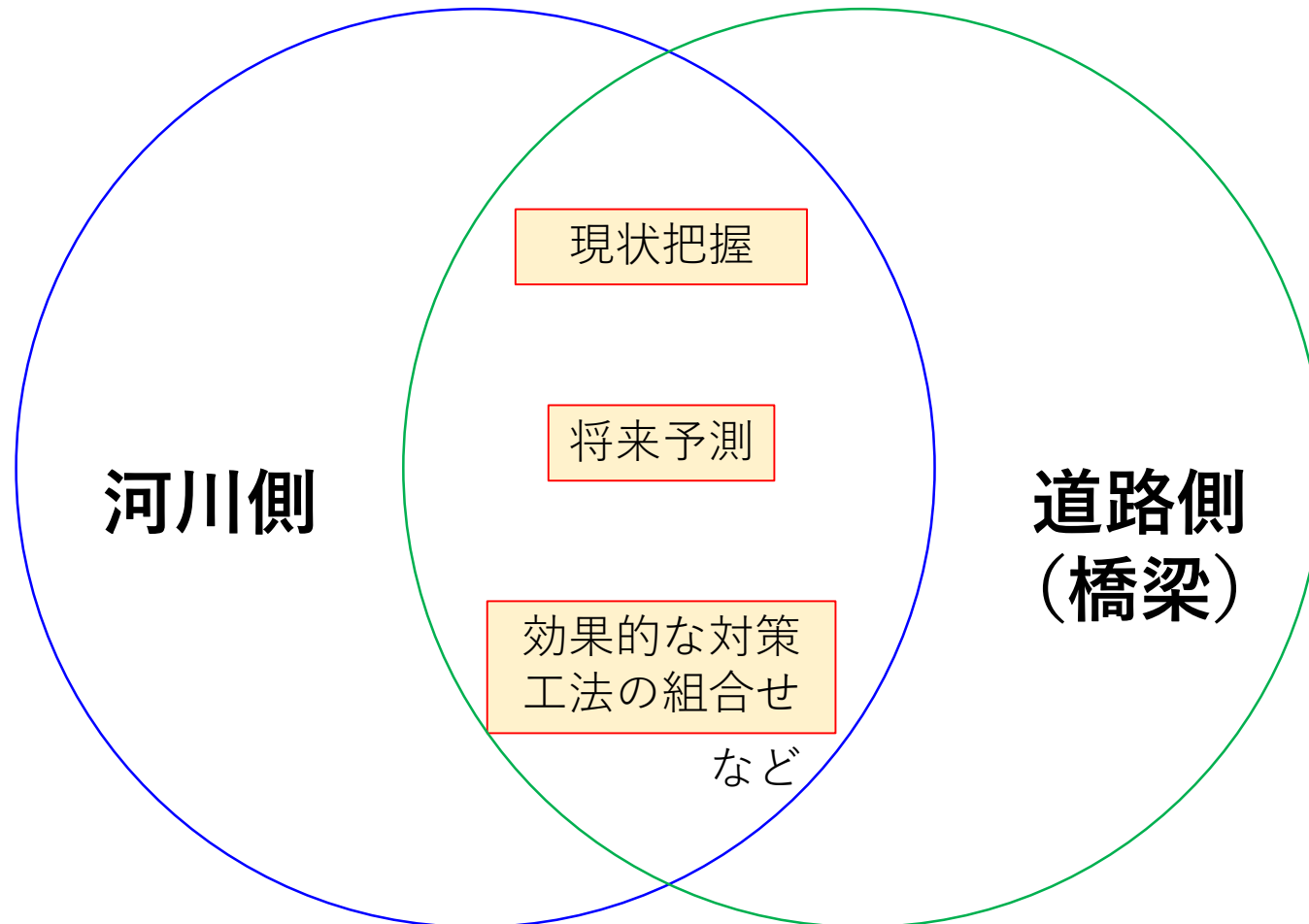
EXAMPLES:	item	CALCULATED SCOUR DEPTH	ACTION NEEDED
A.	Above top of footing		None - indicate rating of 8 for this item
B.	Within limits of footing or piles		Conduct foundation structural analysis
C.	Below pile tips or spread footing base		Provide for monitoring and scour countermeasures as necessary

SPREAD FOOTING (NOT FOUNDED IN ROCK) PILE FOOTING

+++++ = Calculated scour depth

予防保全を実施すべき限界の状態を提示

近年の橋梁基礎の洗掘被害と予防保全に向けた今後の研究展望 まとめ



河川と道路の関係者が連携して（オールジャパンで）、河川や道路の情報を相互に活用して安心・安全で豊かな社会の実現（DX）を目指す

第14回CAESAR講演会 お願い

本研究を含め、CAESARでは道路橋の安全管理のための構造技術に関わる研究を実施している。研究を一緒にやりたいとお考えの方、以下について申請、ご相談等お待ちしております。

- 共同研究のご提案
- 交流研究員など
- 現場の提供

国立研究開発法人 土木研究所
PWRI PUBLIC WORKS RESEARCH INSTITUTE

調査情報 アクセス お問い合わせ サイトマップ ENGLISH

ENHANCED BY Google

土木研究所を知る

研究・活動

研究成果・技術情報

採用・受入情報

土木研究所新規採用サイト
PWRI RECRUIT SITE

令和3年7月の梅雨前線に伴う大雨における活動状況

講演会・主研ショーケース

災害支援

実験動画

入札公示情報
発注者網紀保持はこちら

最新の情報をお届け!!
WEBマガジン
メールマガジン

パンフレット

発表論文・刊行物検索
主研資料はこちら

新規採用
PWRI RECRUIT SITE

共同研究の概要（つくば）

寒地土木研究所はこちら

共同研究規程 (159KB)

共同研究規程実施要領 (162KB)

共同研究手続きフロー

土研提案型 (223KB)

民間提案型 (228KB)

→民間提案型の共同研究も歓迎

交流研究員 募集は終了いたしました

交流研究員制度とは	本制度は、国内の他機関に所属する研究者を土木研究所に受け入れる制度です。土木研究所は研究活動を通じて土木技術に関する指導を行い、研究所で得られた研究成果の普及及び土木技術水準の向上を図ります。また、他の研究機関等との連携により土木技術に関する調査、試験、研究及び開発を実施し、双方の業務の質の向上に資することを目的としています。 パンフレット (217KB) をご覧ください。
資格	実務経験4年以上（修士の場合2年以上）
選考方法	交流研究員受入れ審査会による選考
提出書類	土木研究所の指定する申請書等 一式
受入期間	6ヶ月以上～2年以内
給与等	給与、旅費、各種手当等は派遣元負担
職務概要	当所の研究員とともに、特定の研究課題に係わる調査・試験および研究開発を実施する。
規程等	交流研究員受入れ規程及び取扱要領 (166KB) 交流研究員受入れ申請書（様式1） (Word形式) (16KB) 交流研究員人事記録（別紙） (Word形式) (16KB)

→例年12月に募集開始