



2024.2.15 日本鉄鋼連盟
第27回土木鋼構造研究シンポジウム

道路橋の老朽化対策、維持・更新・補強技術

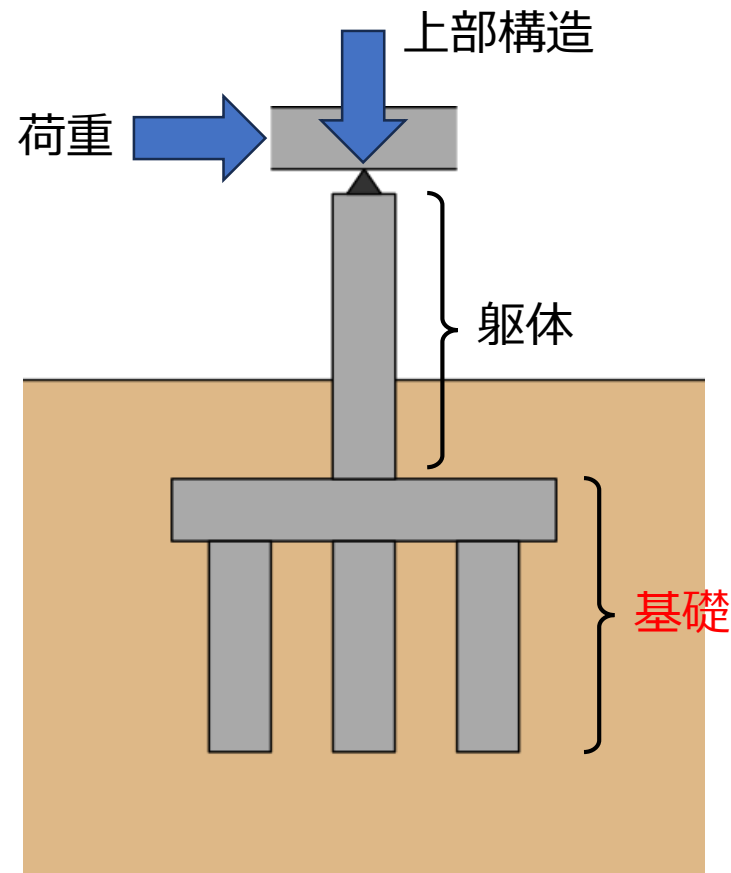
国立研究開発法人土木研究所
構造物メンテナンス研究センター（CAESAR）
主任研究員 瀧本 耕大

- 道路橋の基礎
- 不具合事例
- 土木研究所で行う最近の研究
- 定期点検

道路橋の基礎

上部構造・下部構造躯体（橋脚/橋台）からの荷重を支え、支持地盤に伝達

⇒ 所要の強度、剛性、安定性が求められる



基礎の特徴と留意点（道路橋）

上部構造等と比較して、下記が大きく異なる。

1. 自然の一部である地盤とともに機能

① 地盤の安定が機能に大きく影響（斜面、軟弱層、液状化）

設置位置が悪ければ、地盤変状に伴い機能不全に。

② 調査による地盤の性質把握が不可欠

調査不足が、性能の不足に直結。

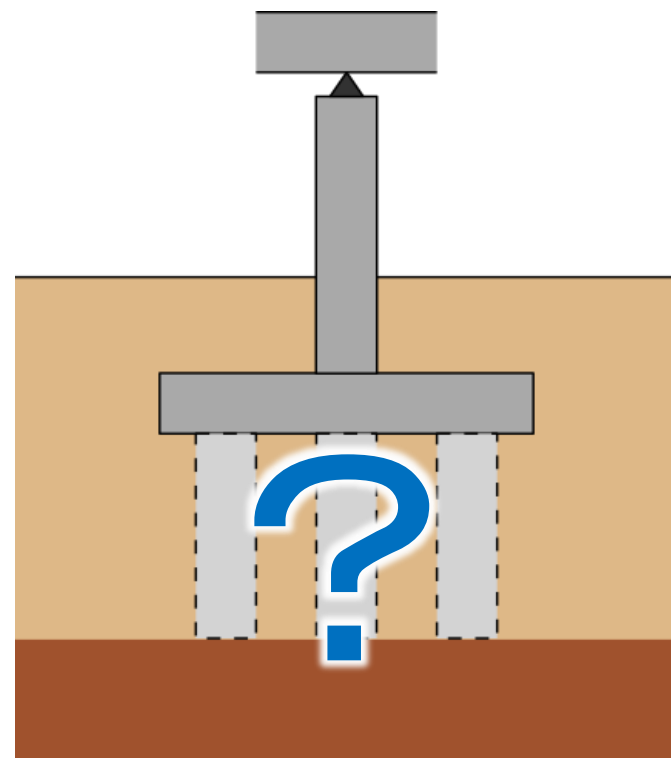
2. 地中に存在

① 施工時の品質管理が困難

プロセス管理、記録などによる補完が必要。

② 供用中の状態把握が困難

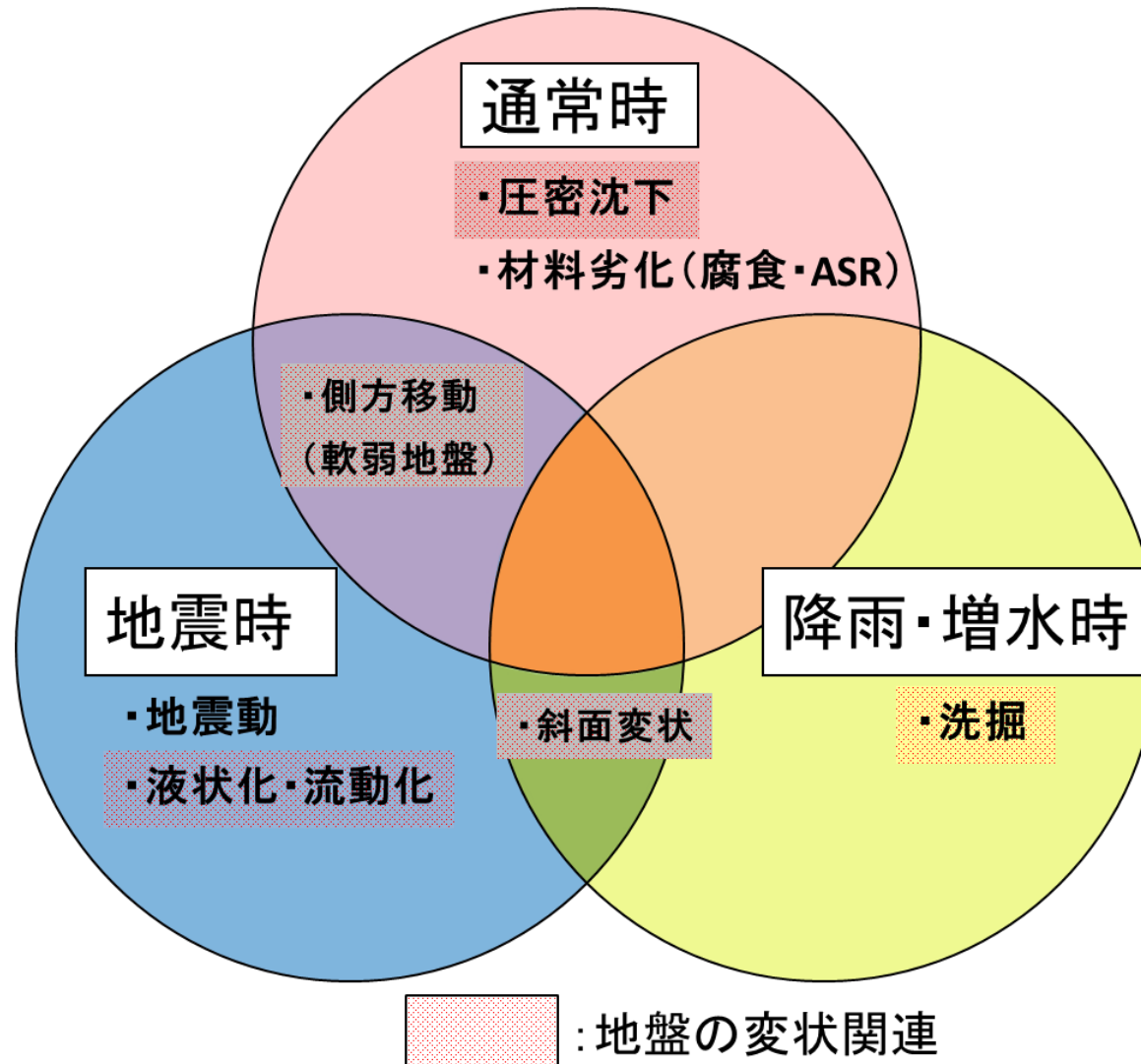
安全余裕度を高めるなどの配慮が必要。



- 道路橋の基礎
- 不具合事例
- 土木研究所で行う最近の研究
- 定期点検

基礎の不具合の主要要因

地盤変状 地震動 材料劣化 が基礎の安定に大きく影響

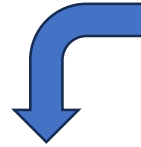


地盤変状が要因となった不具合事例

～ 地震動・浸食による、橋台の沈下および沈下に伴う損傷 ～



地震による斜面崩壊によって
沈下した橋台



国総研資料第●●号より
(一部、加筆)

谷筋からの長期にわたる基礎地盤の
浸食によって沈下した橋台

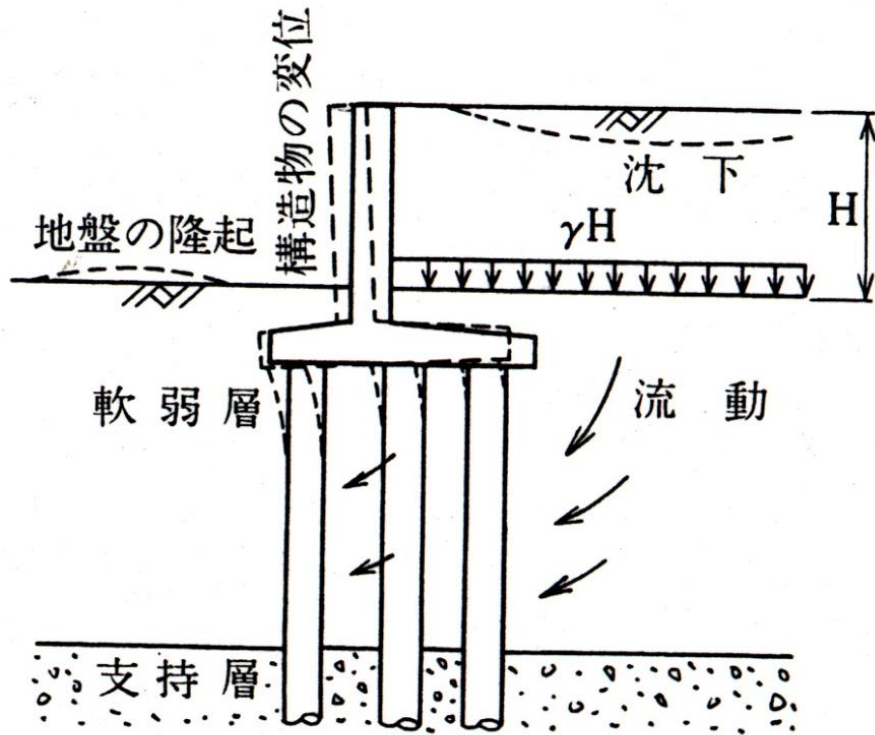
地盤変状が要因となった不具合事例

～ 河床洗掘による橋脚の沈下および沈下に伴う損傷 ～

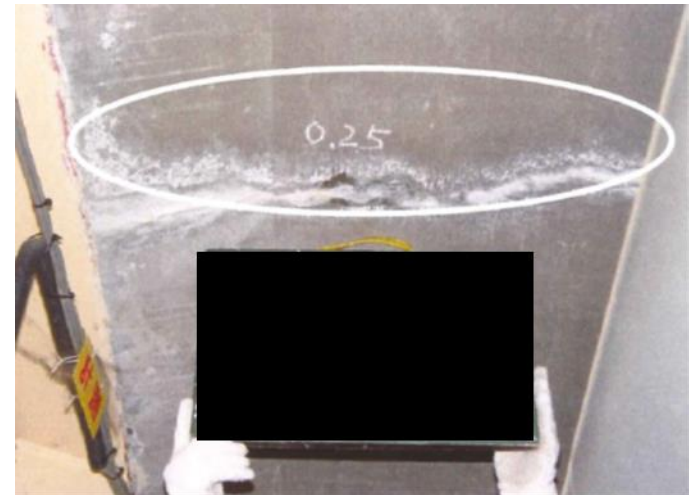


地盤変状が要因となった不具合事例

～ 側方流動（移動）による橋台の沈下・傾斜およびそれに伴う損傷 ～



桁とパラペットの接触



床版ひびわれ

地震動が要因となった不具合事例

～ 地震動による基礎（コンクリート杭）の損傷 ～



地震時の被害（既製RC杭）



応急復旧（約4か月後に完了）

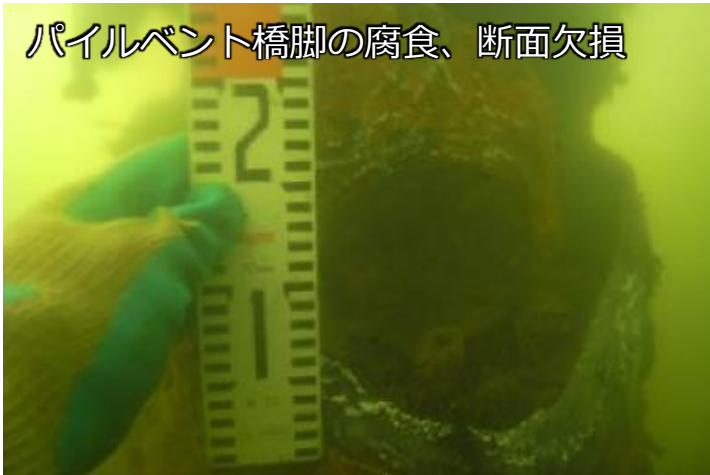
材料劣化が要因となった不具合事例

～ 腐食やASRによる基礎の損傷 ～

パイルベント橋脚の腐食



パイルベント橋脚の腐食、断面欠損



ASRによりフーチングの
ひび割れ、断面欠損



ASRによりフーチングの
上面鉄筋の破断



- 道路橋の基礎
- 不具合事例
- 土木研究所で行う最近の研究
- 定期点検

土研が取り組む最近の主な研究課題（道路橋基礎関連）

不具合 要因	新設	維持管理		施工
		補修・補強	調査・点検	
地盤変状	各種地盤調査・試験方法、 施工管理技術に対応した 部分係数設計法の開発	←		各種地盤調査・試験方法、 施工管理技術に対応した 部分係数設計法の開発
	橋台背面も含めた 橋台の新たな設計 法に関する検討 (常時／地震時)	洗掘の予防的なメンテナンス手法の検討 (調査・点検・措置)		道路橋基礎の 新たな施工方法に 対応した性能検証 手法の検討
地震動		フーチングを含む杭基礎の耐震性能の評価技術の開発		
	基礎の耐震補強の合理的な設計手法等 (構造系・地盤系)の検討 ※新設設計の合理化も並行して検討			増し杭施工時における 近接施工の影響と対策
材料劣化		ASRにより損傷した 地中部材に対する補強方法		
		下部構造の予防保全的な塩害対策に向けた検討 ※下部構造の躯体が対象。		

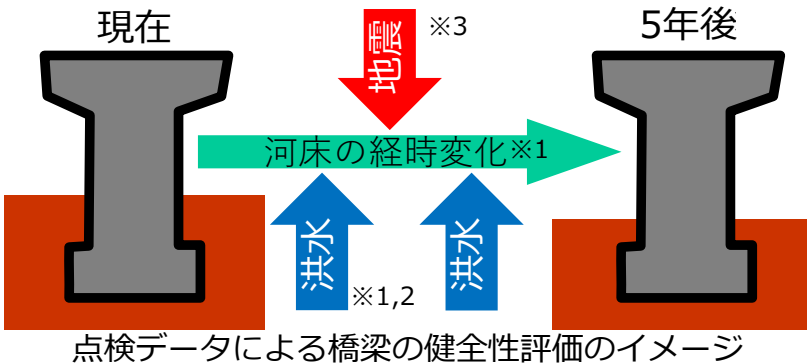
○ R3年度まで取り組んでいた研究課題（とりまとめ中の課題を含む）

■ 現時点で取り組んでいる研究課題

洗掘の予防保全的メンテナンス手法の検討

- 過去の被災事例分析、実験や解析だけでなく、個々の橋の点検で得た実際の河床の経時変化等のデータも活用して将来の洗掘量の予測ができる手法を提案
- 地震も考慮した将来の橋梁の安定性の評価ができる手法を提案

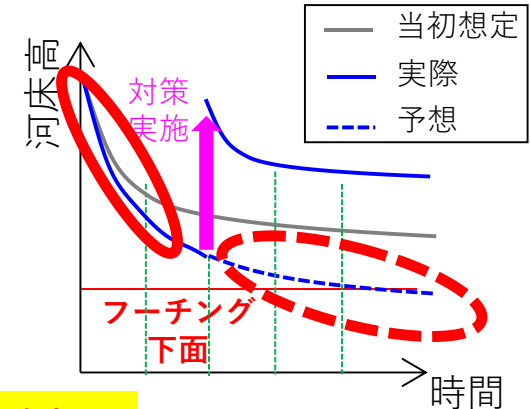
5年間で想定される河床の経時変化や洪水による洗掘量の予測、地震も考慮した橋梁の安定性評価を実施



※1 様々な点検支援技術を使用して河床の経時変化や実際の洪水中の洗掘量を把握し、洗掘量予測手法を示す

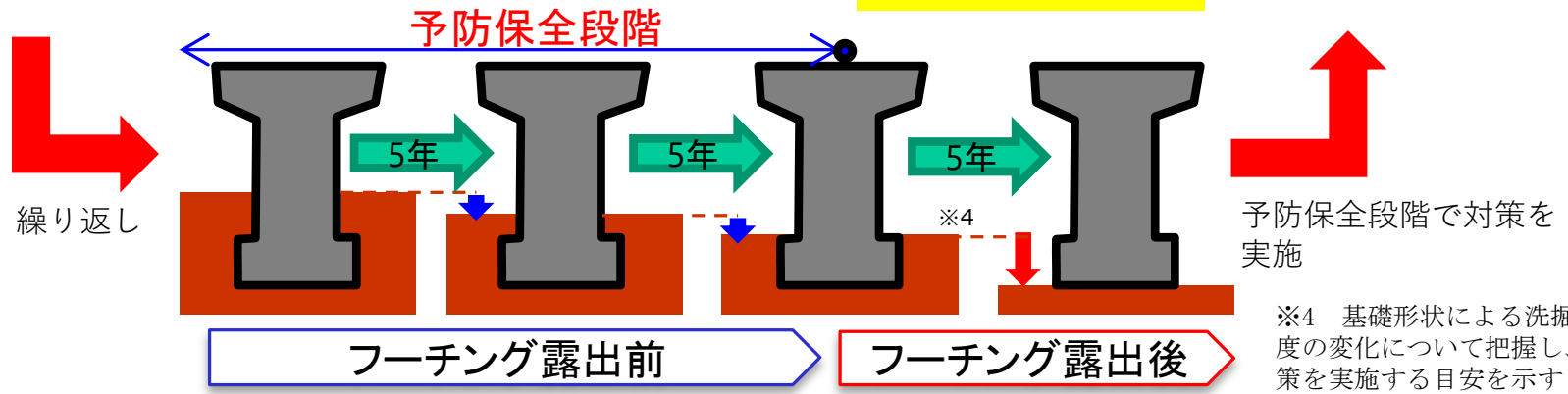
※2 想定する洪水は管理者によって異なるため、研究では管理レベルに応じて参考となる目安を示す

※3 洗掘状況を模擬した橋脚模型に対して載荷試験を実施し、地震を考慮した橋梁の安定性評価の指標を示す



点検で得た経時変化のデータ等を活用

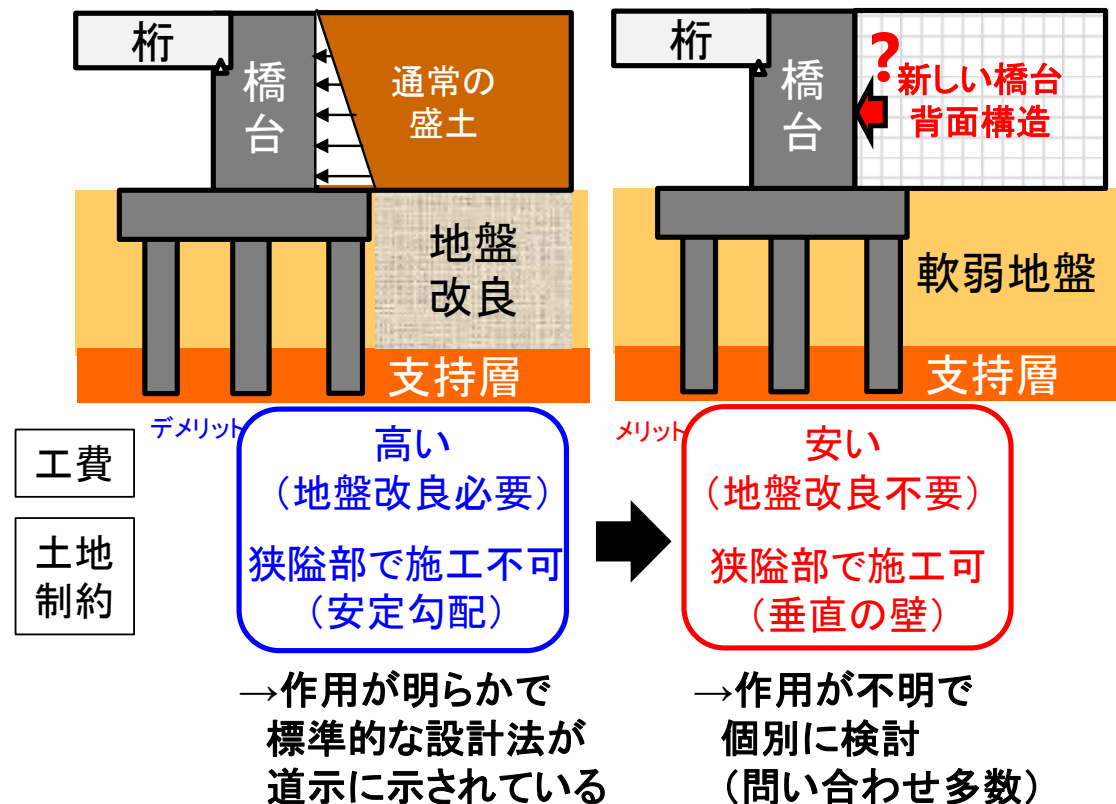
予防保全のイメージ



橋梁の架け替え等が必要となる前に対策を実施する判断のイメージ

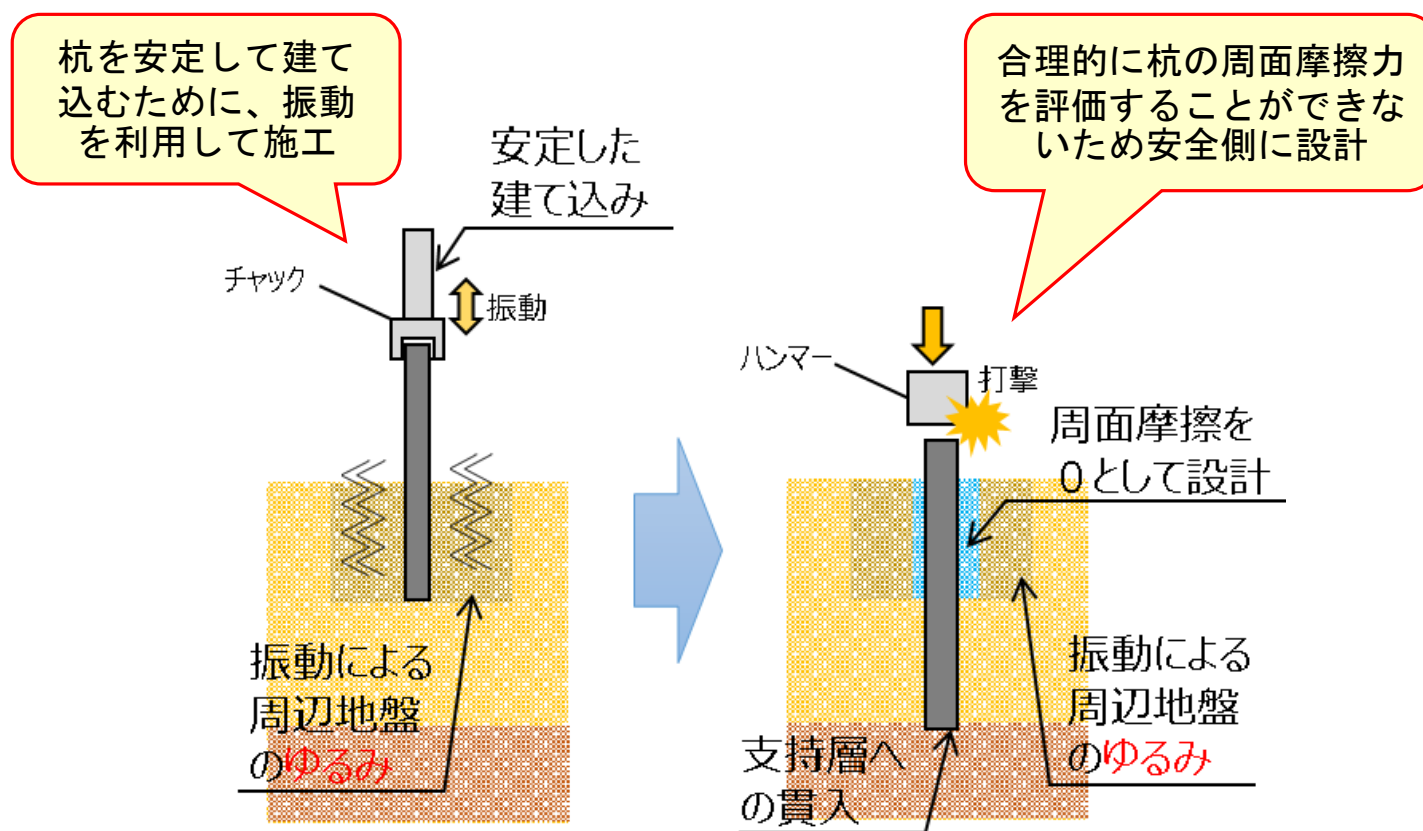
橋台の新たな設計法に関する検討

- 軟弱地盤上に橋台を構築する場合、工費削減や用地制約の観点から新しい橋台背面構造が採用されることが増えてきた。
- ただし、具体の設計法が示されておらず、個別検討となっているのが現状。
- 新しい橋台背面構造を有する橋台について、作用や抵抗の実態を踏まえた設計法の検討を行う。



道路橋基礎の新たな施工方法に対応した性能検証手法の開発

- 杭基礎や鋼管矢板基礎を施工する場合、様々な制約下での施工の安全性と効率性を向上させる目的から、種々の新技術が提案されている。
- 既存の性能評価方法では合理的に性能を評価することができない場合がある。
- 新技術導入に対応した基礎の持つ性能を適切に検証する方法の構築が必要。



橋梁下部構造で既存の評価方法では適切に性能を検証できない場合の例

基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

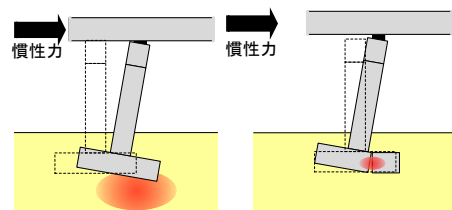
- 現場では多様な耐震性不足の要因や制約条件が存在する。
 - 適用可能な補強工法のメニューを充実化させ、道路管理者が現場ごとに適切な補強工法を採用するための技術的な知見を社会実装していくことが必要。
 - ⇒ 現場の役に立つ技術開発の推進と合わせて、基準の見直しや様々な耐震補強工法の性能を普遍的に評価するための手法が求められる。
- ※ 補強前・後に関係なく性能評価できる手法の確立を目指す。

耐震性の不足要因



現場ごとの制約条件

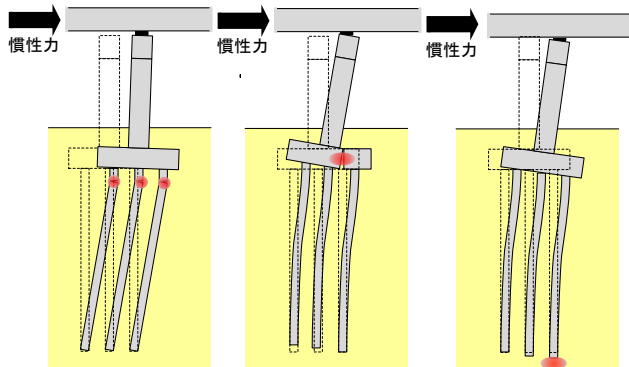
直接基礎



支持力不足

フーチングの耐力不足

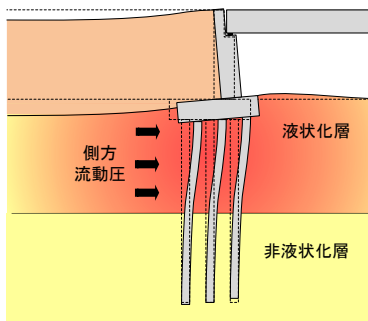
杭基礎



杭部材の
耐力不足

フーチングの
耐力不足

鉛直支持力
不足



側方流動

- 通行規制の可否
- 空間的制約
(用地、空頭、作業ヤード、運搬経路)
- 時間的制約 (出水期など)
- 水上施工 (河川、湖沼など)
- 騒音、振動
- 近接構造物の有無
- コスト

などなど

基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

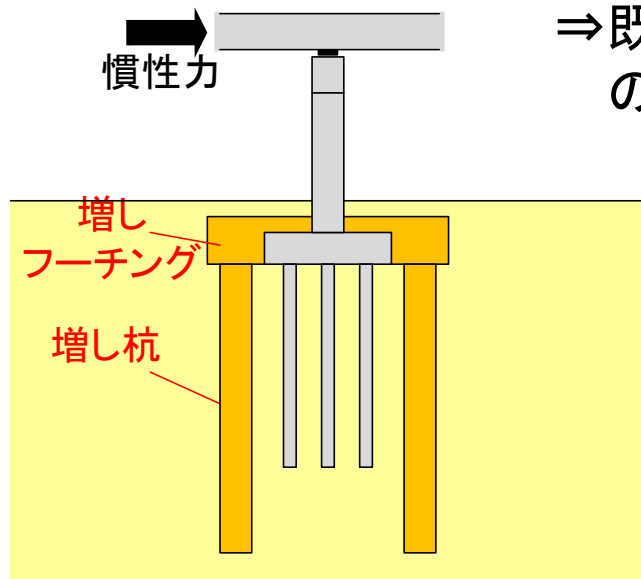
～ 増し杭した基礎の群杭効果に関する検討 ～

平成8年道示より前の基準で設計された杭基礎

- ・ レベル2地震動に対する照査が未実施
- ・ 現行基準に基づいた照査では所要の耐力を満足しない杭が存在

既設杭基礎の耐震補強

既設杭基礎の補強設計における課題



⇒既設杭と増設杭で異なる杭径杭種を用いた場合の性能評価方法が確立されていない

本研究

- ・ 異径異種杭に対する群杭効果の補正係数
- ・ 既設杭と増設杭の荷重分担
- ・ 杭基礎全体系の降伏の目安および応答塑性率の制限値 等

増し杭工法

基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

～ 増し杭した基礎の群杭効果に関する検討 ～

【課題】

水平地盤抵抗に関する補正係数（道路橋示方書）

・ 単杭の補正係数

α_k : 水平方向地盤反力係数の補正係数

・ 1.5

α_p : 水平地盤反力度の上限値の補正係数

・ 粘性土 : 1.5

・ 砂質土 : 3.0

・ 群杭効果の補正係数

η_k : 水平方向地盤反力係数の補正係数

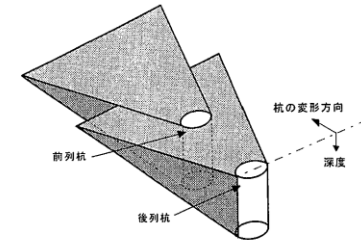
・ 2/3

η_p : 水平地盤反力度の上限値の補正係数

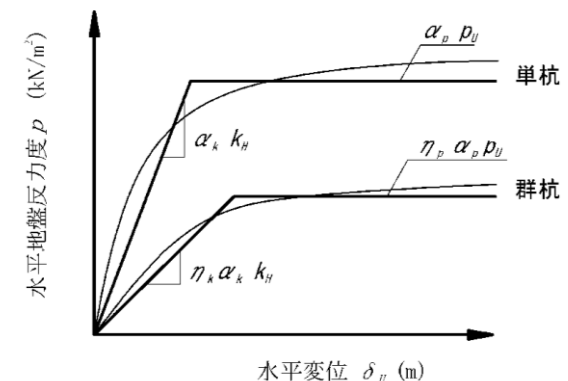
・ 粘性土 : 1.0

・ 砂質土 : $\eta_p \alpha_p = \text{杭の中心間隔/杭径} (\leq \alpha_p)$
(最前列以外の杭はさらに1/2)

本研究



地盤抵抗領域の重なり



地盤水平抵抗モデル

← 同径同種の群杭の原位置水平載荷実験の解析結果等から定められている

杭径や杭種が異なる杭を用いた場合の群杭効果の補正係数に関する実験や数値解析の研究事例は少ない

基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

～ 増し杭した基礎の群杭効果に関する検討 ～

【目的と流れ】

目的

3次元FEM解析により異径異種の杭の組合せにおける群杭効果を明らかにすること

検討の流れ

【1】

同径同種の2本杭の原位置水平載荷実験の再現解析
(数値解析手法の妥当性の確認)

【2】

異径異種の2本杭に対する3次元FEM解析
(数値解析による群杭効率の算出)

【3】

- ①数値解析による計算値
- ②既往研究による提案式
- ③道路橋示方書の規定

群杭効率 ← 比較

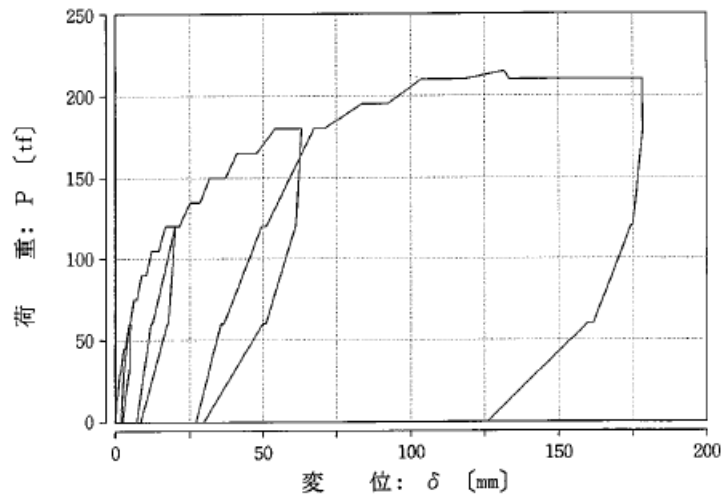
基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

～ 増し杭した基礎の群杭効果に関する検討 ～

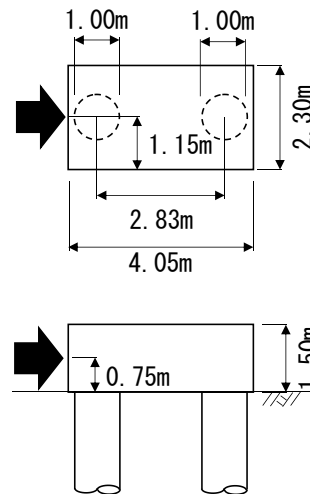
【再現解析の対象】

直列2本杭の原位置水平載荷実験

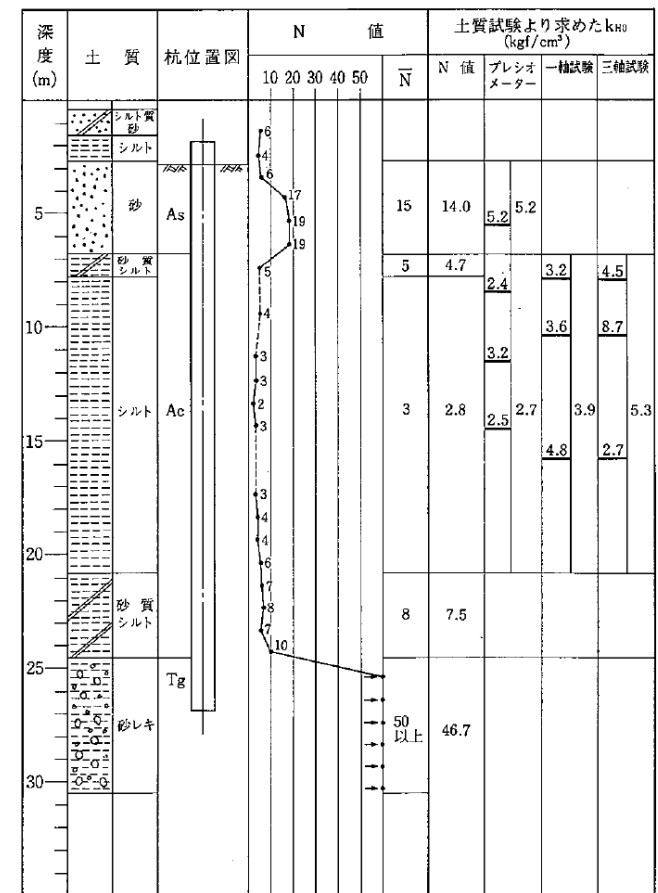
- 阪神高速道路・旧梅田入路の撤去工事に際して実杭を対象に実験
※出典：旧梅田入路構造物に関する調査研究報告書，阪神高速道路公団，平成4年3月
- 組杭が破壊に至るまで一方向静的繰返し載荷
- 試験杭の諸元
 - 杭 種：場所打ち杭
 - 杭 径：1.0m
 - 杭 長：20.7m
 - 杭中心間隔：2.83m
 - 杭 配 置：直列2本杭



荷重－変位関係



杭頭条件

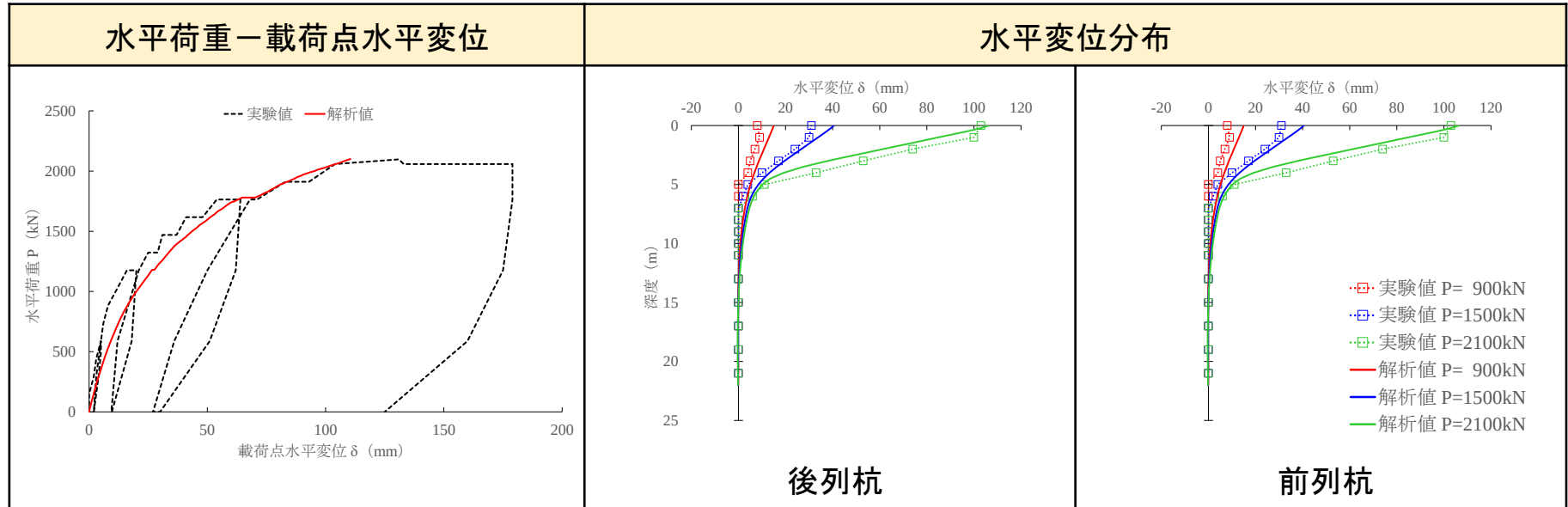


地質状況

基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

【再現解析の結果】

～ 増し杭した基礎の群杭効果に関する検討 ～



本研究の数値解析手法は群杭の挙動を概ね表現可能

基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

～ 増し杭した基礎の群杭効果に関する検討 ～

【2本杭を対象とした数値解析】

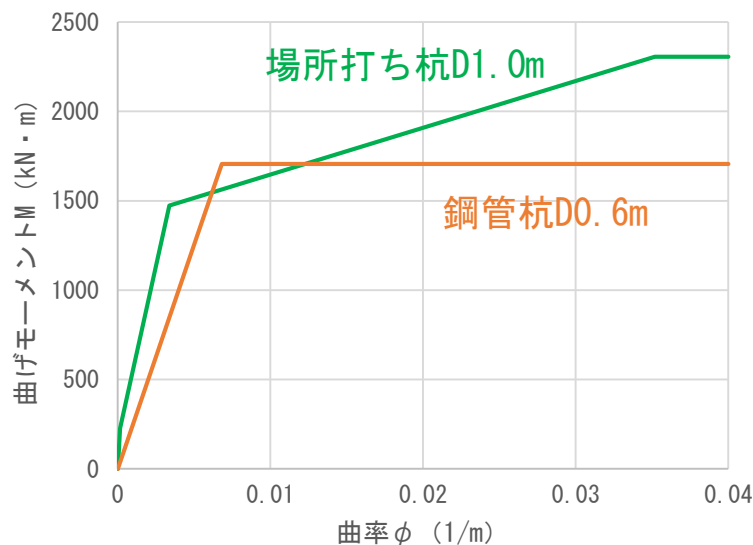
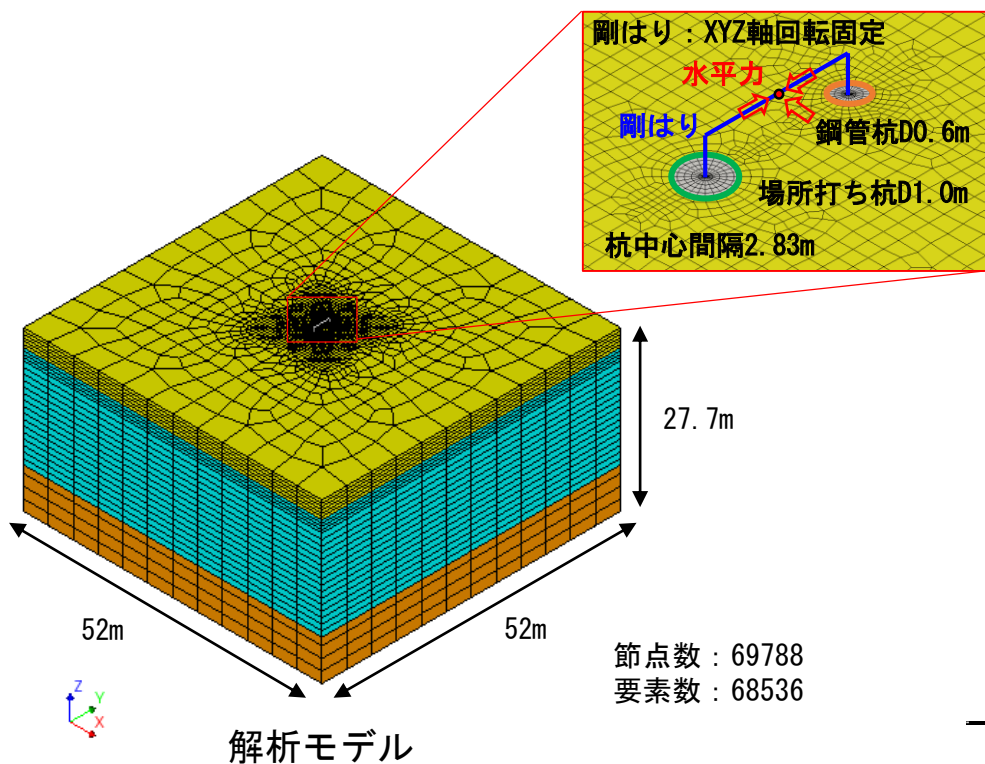
解析ケース

ケース	杭①		杭②		杭中心 間隔 (m)	載荷方向	備考	配置図	
	杭径 (m)	杭種	杭径 (m)	杭種					
1	1.0	場所打ち杭	—	—	—	—	単杭 (基本ケース)		
2	0.6	鋼管杭	—	—	—	—			
3	1.0	場所打ち杭	1.0	場所打ち杭	2.83	並列	同径同種杭		
4						直列			
5			0.6	鋼管杭		並列	異径異種杭		
6						杭①→杭②			
7						杭②→杭①			

基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

【解析モデルの概要】

～ 増し杭した基礎の群杭効果に関する検討 ～



曲げモーメント-曲率関係

場所打ち杭の諸元

			区間1 GL-0~12m	区間2 GL-12~20.7m
異径鉄筋	径	D (mm)	35	35
	本数	(本)	20	10
	鉄筋量	A_s (mm ²)	19112	9566
横拘束筋	径	D (mm)	16	16
	本数	(本)	1	1
	鉄筋量	A_h (mm ²)	150	300
換算断面積			(m ²)	(m ²)
			0.933	0.861
換算断面二次モーメント			(m ²)	(m ²)
			0.0584	0.0537

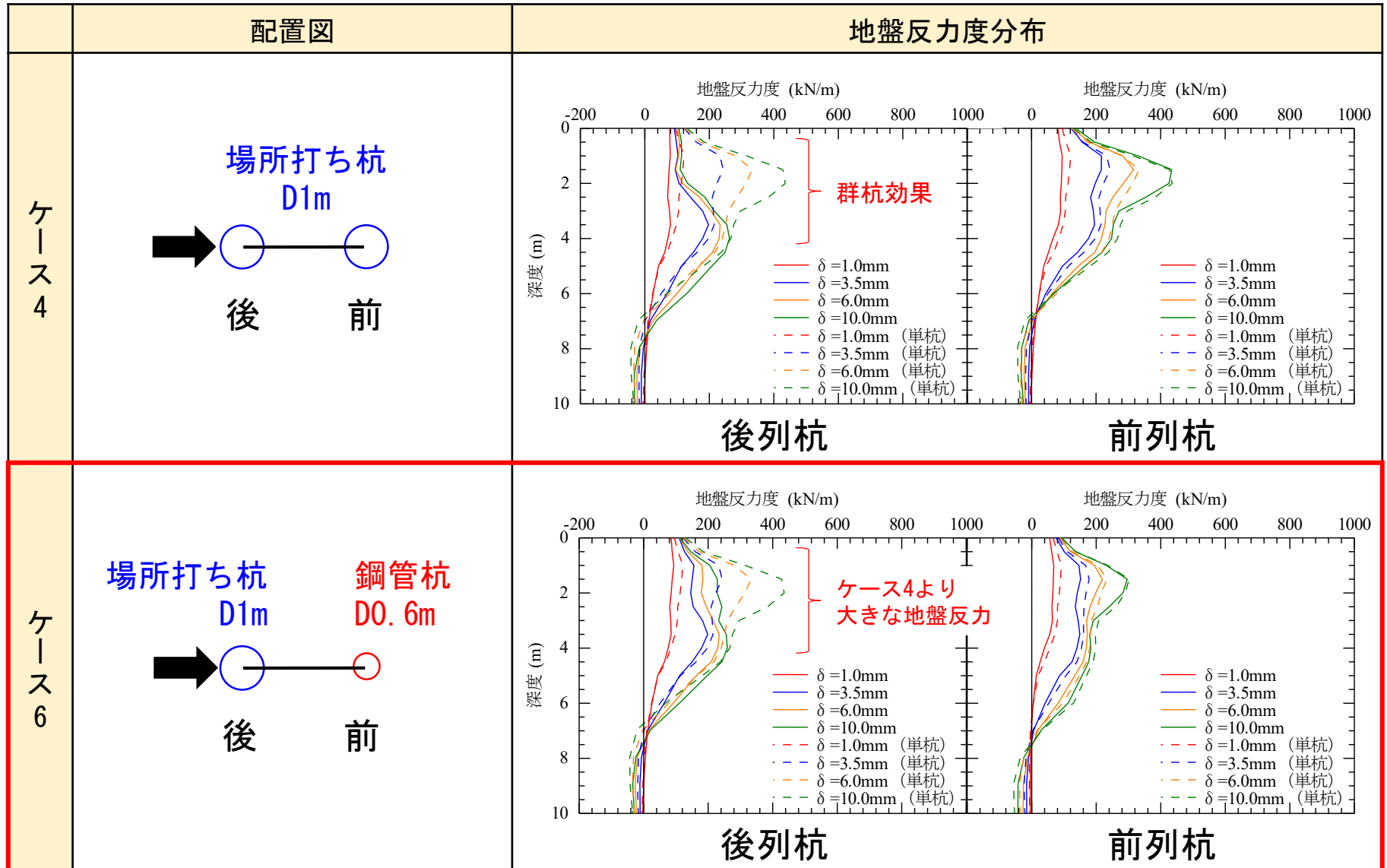
鋼管杭の諸元

			区間1 GL-0~20.7m
外径	D (mm)		600
鋼管厚	t (mm)		16
腐食しろ	t'_s (mm)		0
ヤング係数	E_s (N/mm ²)		200000
断面積	(m ²)		0.933
断面二次モーメント	(m ²)		0.0584

基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

【数値解析の結果 ケース4・ケース6】

～ 増し杭した基礎の群杭効果に関する検討 ～

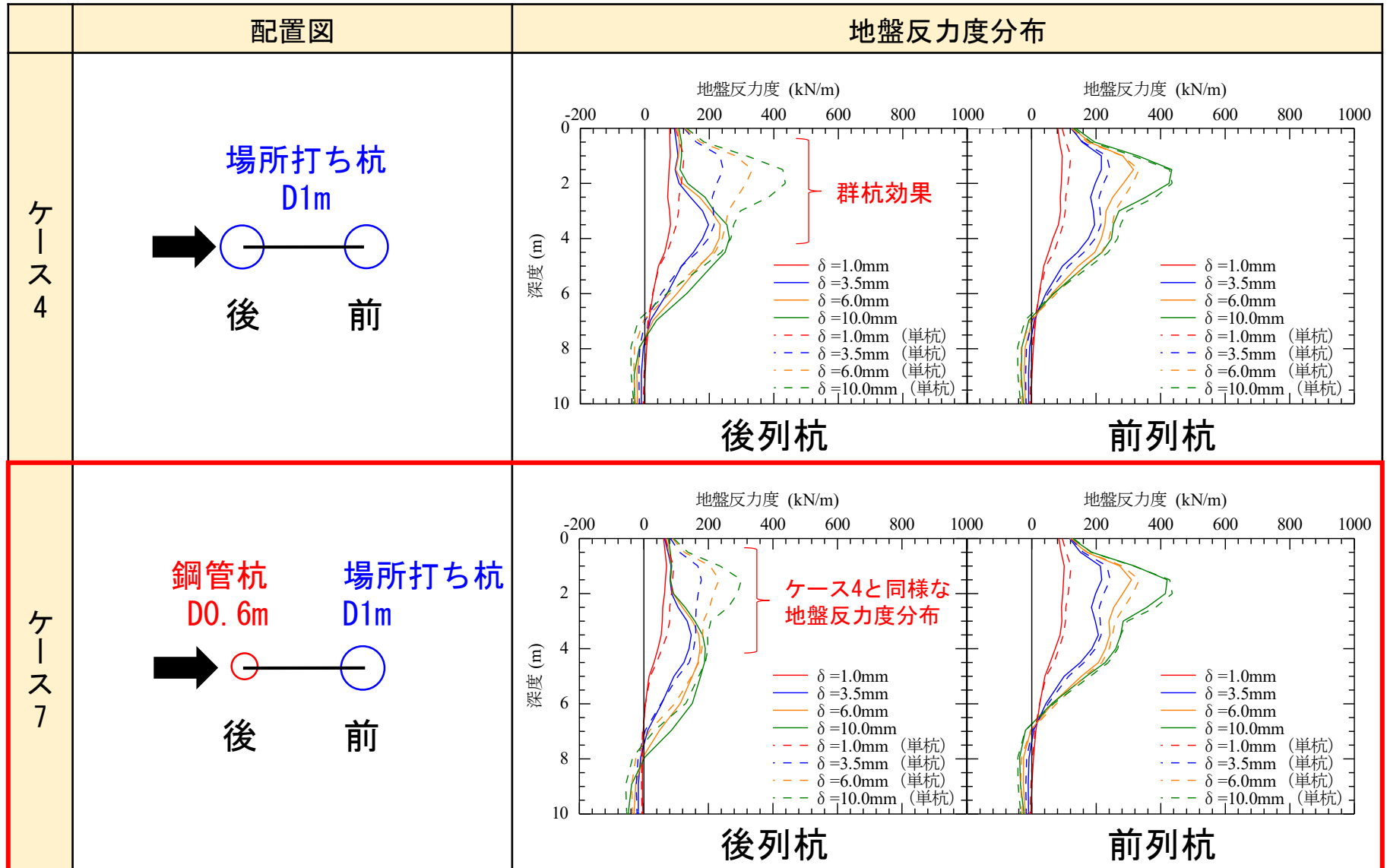


⇒前列杭の杭径によって後列杭の地盤反力度は異なる 25

基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

【数値解析の結果 ケース4・ケース7】

～ 増し杭した基礎の群杭効果に関する検討 ～



⇒杭種の違いが群杭効果に与える影響は大きい 26

基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

【考察】

～ 増し杭した基礎の群杭効果に関する検討 ～

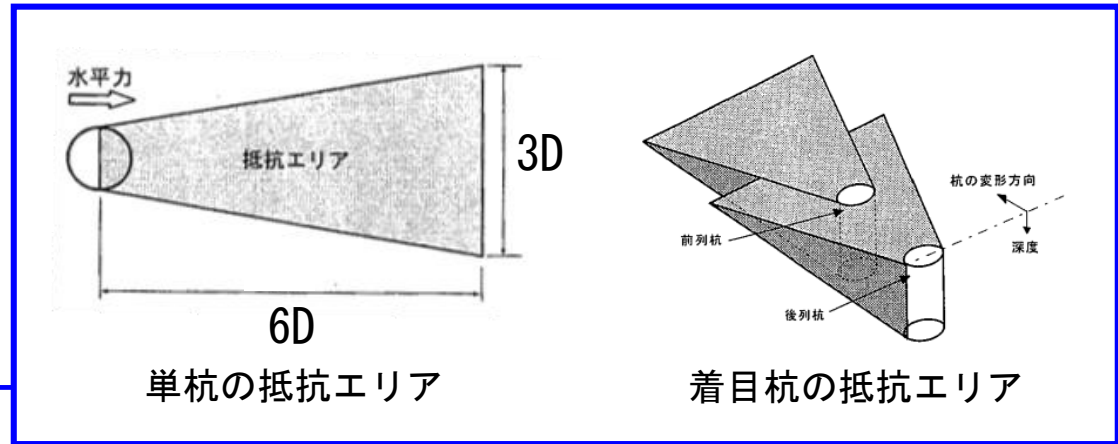
群杭効果の定量的評価

- 数値解析による計算値

$$\eta = \frac{\text{着目杭の杭頭せん断力}}{\text{単杭の杭頭せん断力}}$$

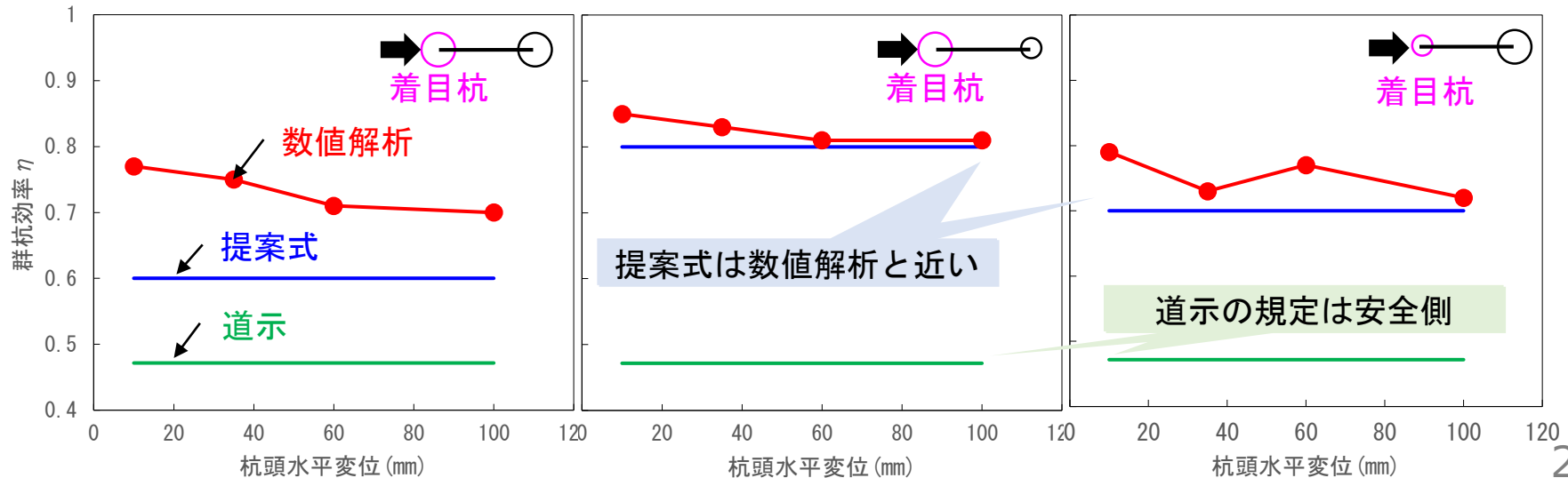
- 既往研究の提案式（幸左ら）

$$\eta = \frac{\text{着目杭の抵抗エリア}}{\text{単杭の抵抗エリア}}$$



- 道路橋示方書

$\eta_p \propto p = \text{杭の中心間隔/杭径} (\leq \alpha_p)$ ※後列杭はさらに1/2



基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

【まとめ】

～ 増し杭した基礎の群杭効果に関する検討 ～

得られた知見（今回の杭径・杭種・杭間隔の条件において）

- 後列杭の地盤反力度は，前列杭の杭径の違いによって異なる
- 前列杭の地盤反力度は，組杭となることにより，単杭より若干小さい
- 本研究の数値解析手法により求めた群杭効率 η と既往研究の提案式により求めた η とは概ね近い値となる
- 道路橋示方書の η_p は，本研究の数値解析により求めた η よりも小さく，安全側の評価となっている
- 杭種（剛性）の違いが群杭効果に与える影響は大きい

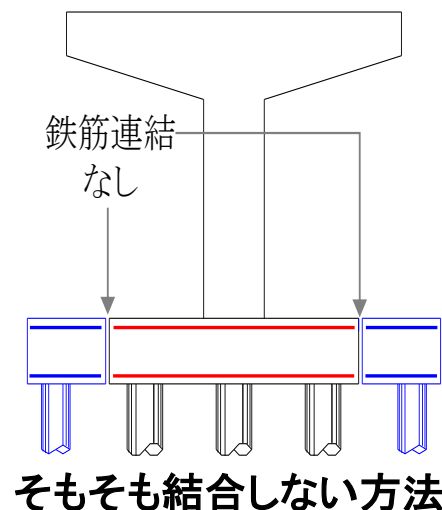
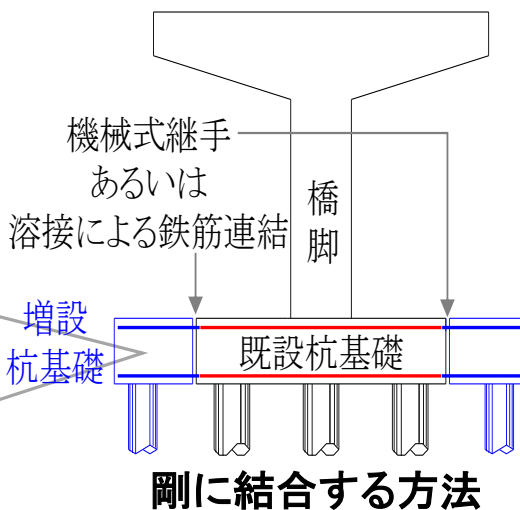
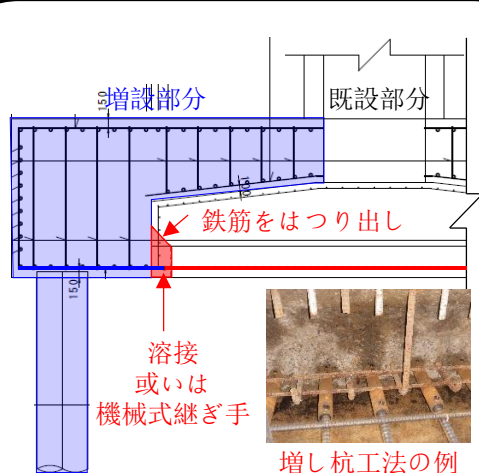
今後の課題

- 杭中心間隔がより小さい場合等，さらに多くのケースで同様の解析を行い，各種パラメータの影響度を確認

基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

～ 増し杭工法におけるフーチングの接合方法の合理化 ～

- 平成8年以前の古い基準で設計された道路橋杭基礎は、レベル2地震動に対する照査が行われておらず、現行基準を満足するために補強が必要となる場合があり、既設と増設のフーチングを剛結合した増し杭補強が用いられることが多い。
- しかし、既設側のフーチング鉄筋をはつり出し切断し、溶接や機械式継手で増設側の鉄筋と結合させるため、地中にある既設基礎の補強は施工空間や用地等の制約条件が厳しく、工事規模も大きく煩雑な工事となるため、**現場条件や要求性能に応じて合理的な補強工法の検討が求められている。**



➡ 本報では、鉄筋のはつり出し等を行わずに施工可能な、**あと施工アンカーによるあき重ね継手の検討**を行った。

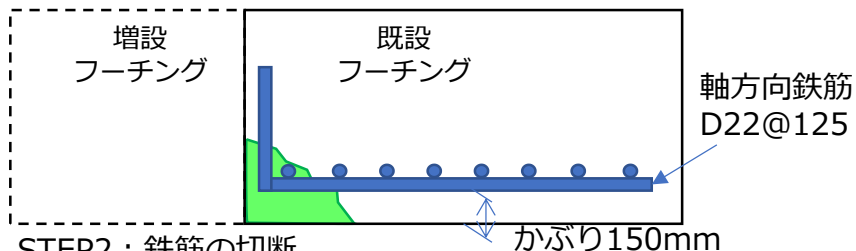
基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

【着想】

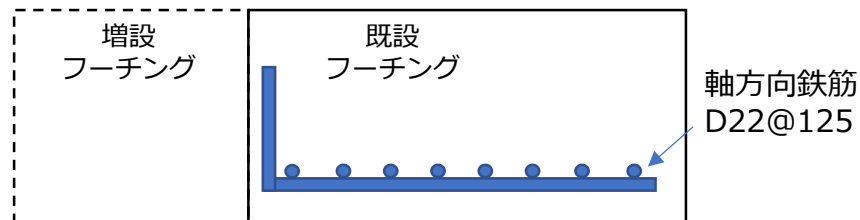
～ 増し杭工法におけるフーチングの接合方法の合理化 ～

【従来工法】 機械式継手による鉄筋の接合 → 【提案工法】 **あと施工アンカー**による接合

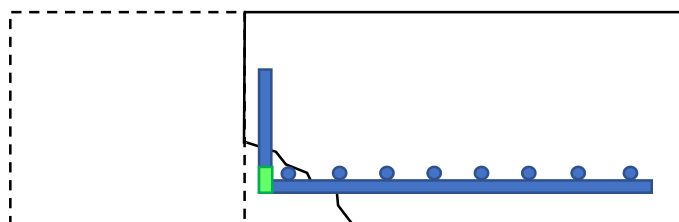
STEP1 : コンクリートのはつり出し



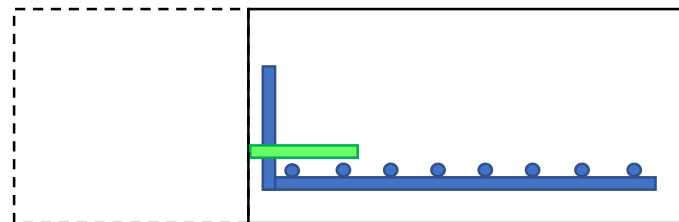
STEP1 : 既設鉄筋の配置調査



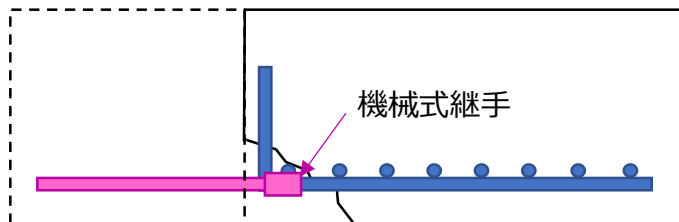
STEP2 : 鉄筋の切断



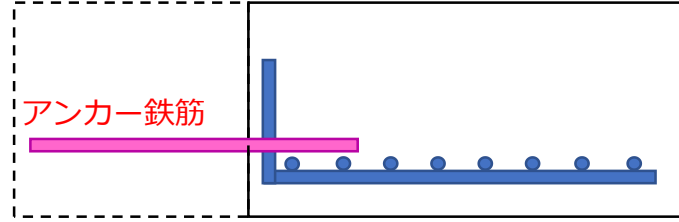
STEP2 : 削孔



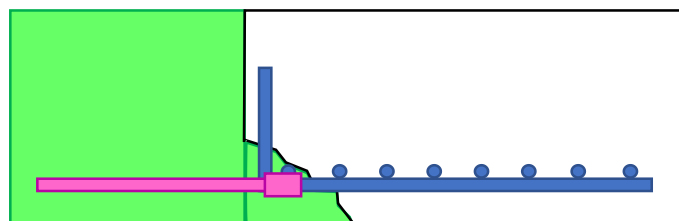
STEP3 : 鉄筋の接合



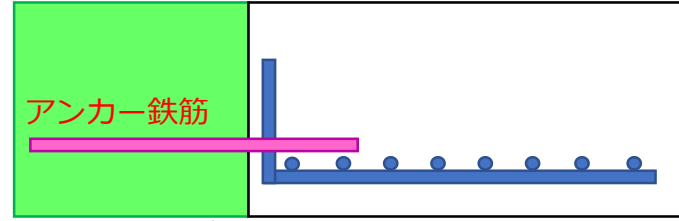
STEP3 : アンカー鉄筋の設置



STEP4 : コンクリート打設



STEP4 : コンクリート打設



● 既設フーチングの鉄筋 ● 増設フーチングの鉄筋

基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

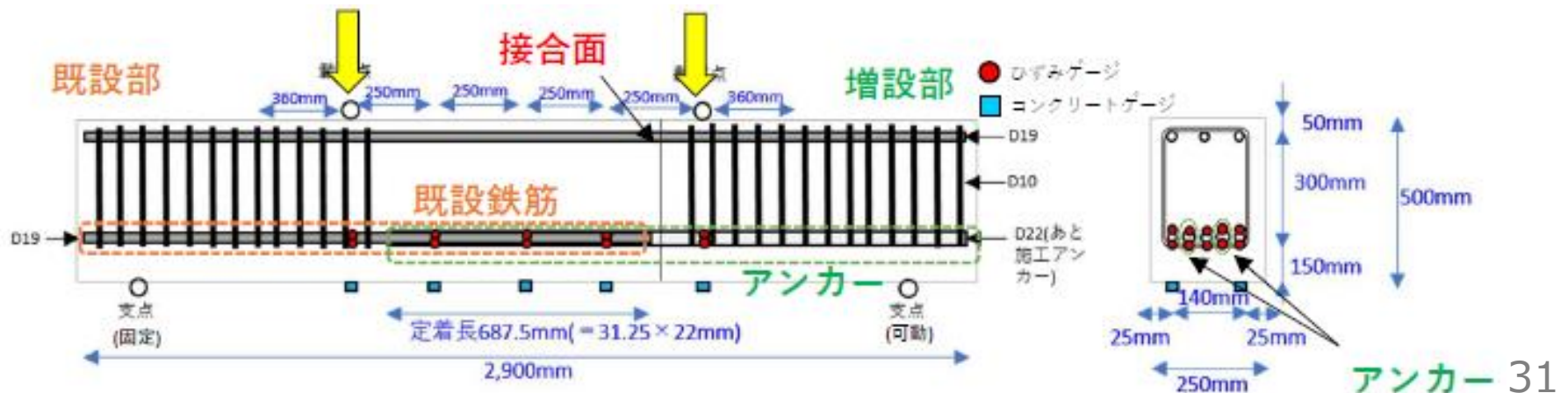
【実験概要】

～ 増し杭工法におけるフーチングの接合方法の合理化 ～

フーチングでは主に曲げに対する補強が重要となることから、本実験では要素レベルでの曲げ試験を実施し、曲げ降伏時の耐力(降伏耐力)を確認



載荷試験の実施状況(北側)



基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

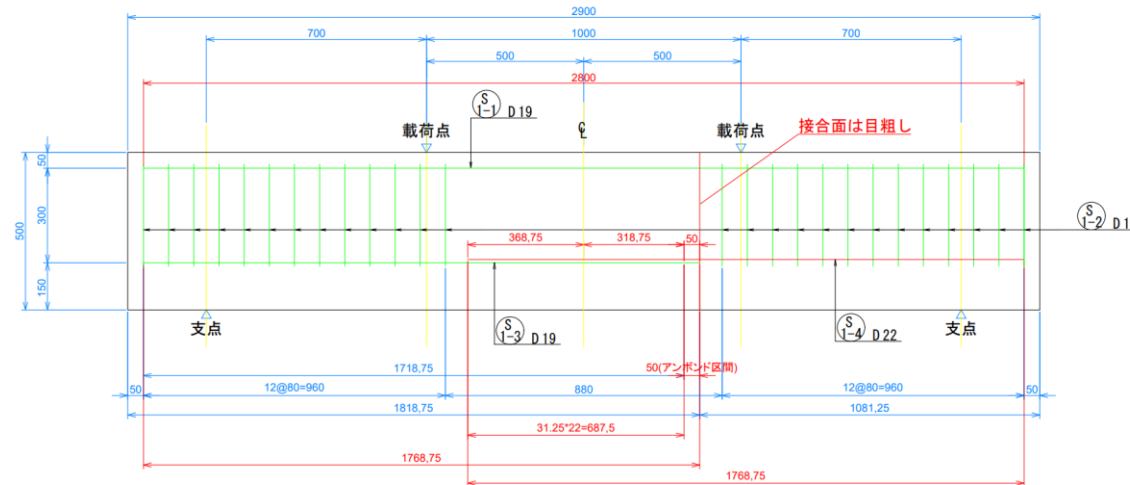
【検証方法】

～ 増し杭工法におけるフーチングの接合方法の合理化 ～

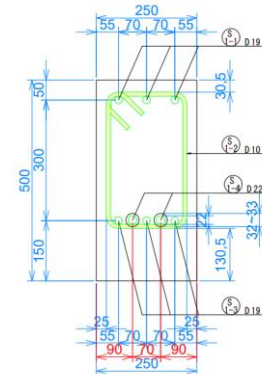
接合した場合の降伏耐力と、新設(一体もの)の場合の降伏耐力とを比較

- ・新設(一体もの)の降伏耐力とを比較するため、**既往研究の供試体寸法にあわせて供試体を製作**
- ・なお、本実験の既設フーチングでは、**帯鉄筋(継ぎ手部に直交する鉄筋)**を追加することができないため、**帯鉄筋のない厳しい条件を再現**

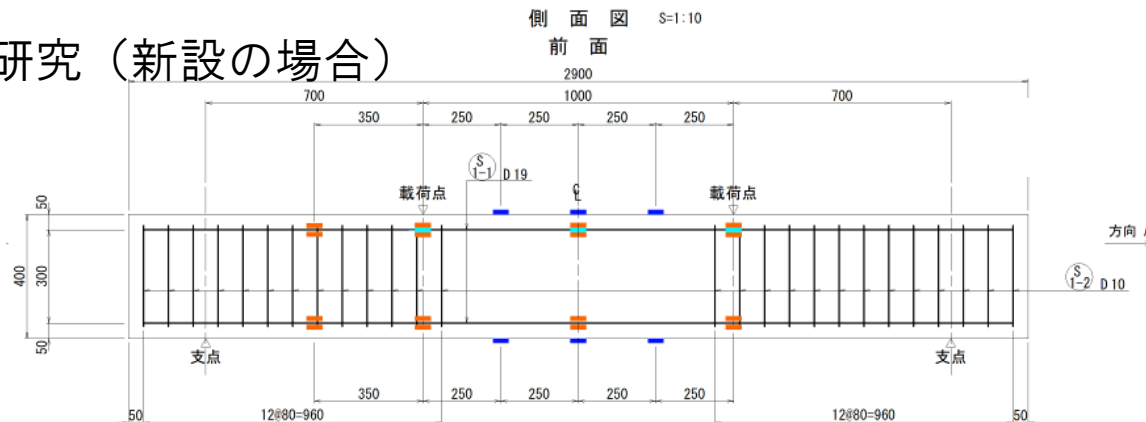
本実験 (接合した場合)



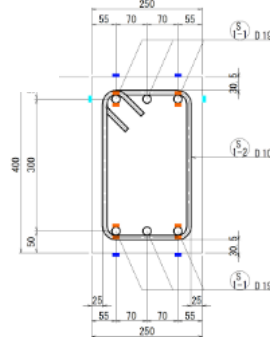
圧縮強度 : 30 N/mm²
設計強度 σ_{ck} : 24 N/mm²



既往研究 (新設の場合)



圧縮強度 : 41.5 N/mm²
設計強度 σ_{ck} : 36 N/mm²



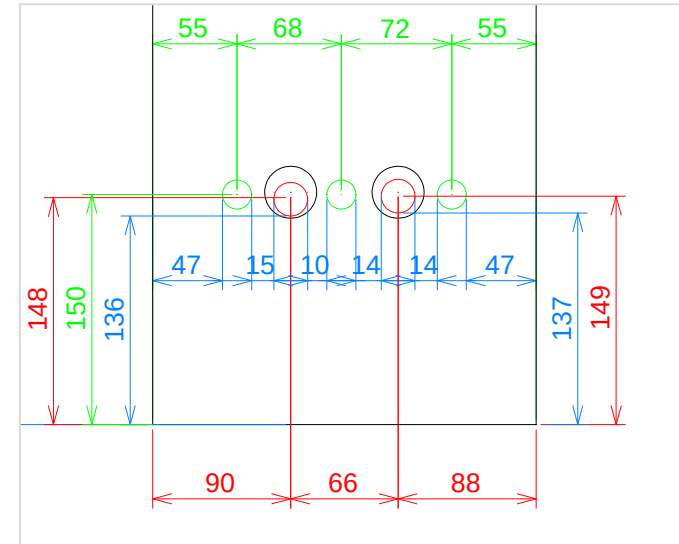
基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

【あと施工アンカー】

～ 増し杭工法におけるフーチングの接合方法の合理化 ～



削孔状況



出来形

基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

【载荷概要】

～ 増し杭工法におけるフーチングの接合方法の合理化 ～

载荷試験

载荷装置：大型構造物繰返し载荷試験装置

载荷方法：静的4点曲げ载荷

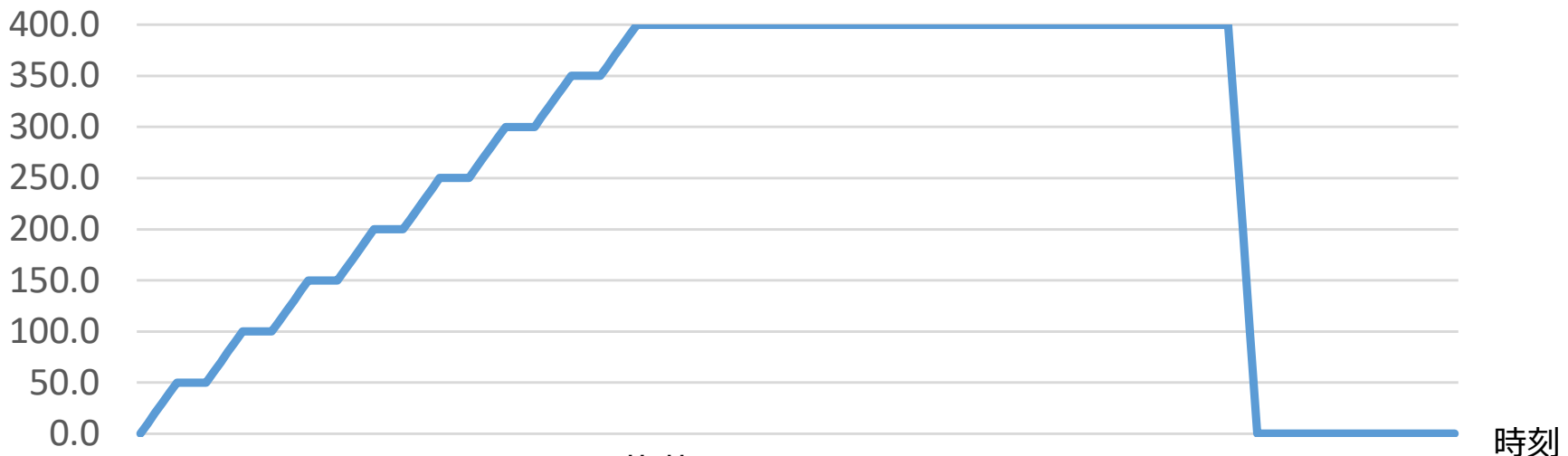
载荷・除荷速度：

- ・ 10 kN/min（荷重制御）
- ・ 最大荷重以降は、1 mm/min（変位制御）

载荷ステップ

载荷ステップ	供試体のイベント	想定荷重(kN)
1	曲げひび割れ発生荷重	50
2	最大荷重	400

荷重(kN)



载荷スケジュール

時刻

基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

【実験結果】

～ 増し杭工法におけるフーチングの接合方法の合理化 ～

- 載荷初期段階で、接合面やあと施工アンカー先端部に曲げひび割れ(図-3)が発生した. その後、増設側のあと施工アンカーと既設側の軸方向鉄筋が重なる範囲(あき重ね継手部分)において、水平ひび割れ(図-3の③, ④)が発生し、両側から中央へ進展した.
- **あと施工アンカーの降伏荷重は約300kNとなり(図-2, ⑤), 一体として計算した降伏耐力(271kN)や、実験で一体とした場合の降伏耐力の約330kN¹⁾と概ね一致した.**

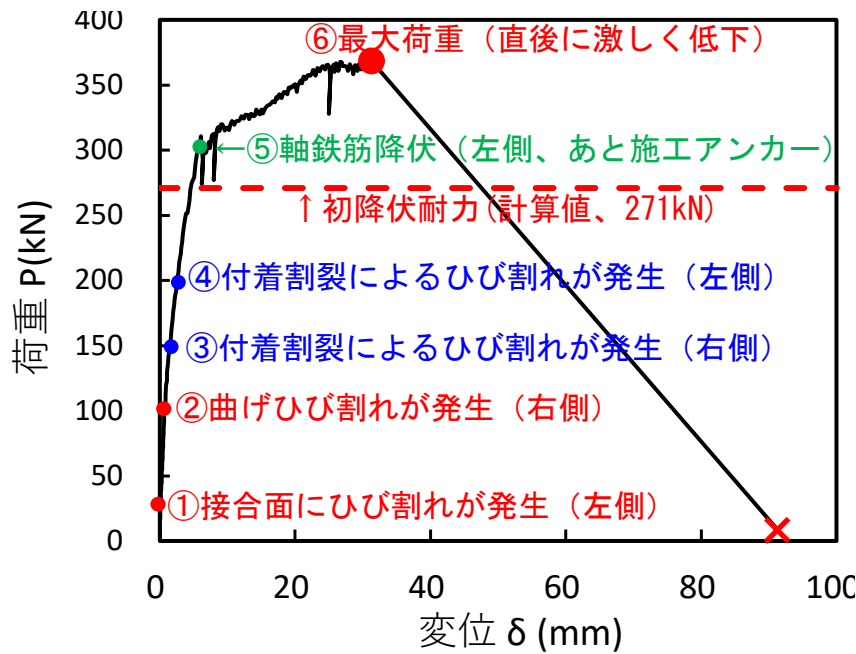


図-2 鉛直荷重-杭頭水平変位関係

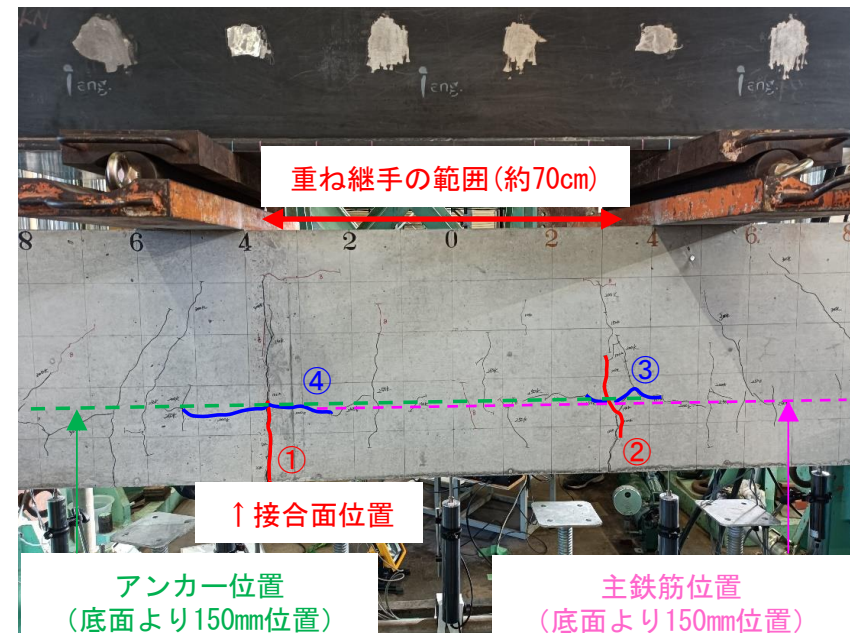


図-3 ひび割れの進展特徴

基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

【実験結果】

～ 増し杭工法におけるフーチングの接合方法の合理化 ～

- 図-2に示すように、あと施工アンカーが降伏した後に供試体の剛性が低下し、供試体の中央位置の鉛直変位が31mmの時、荷重が最大値(368.6kN)となり、直後に荷重が低下した。
- 荷重が低下した後に図-4に示すように下面のかぶりコンクリートが完全に剥がれ、最大荷重になる前に水平ひび割れが供試体の断面幅を貫通した状態で進展したことが考えられる。それにより鉄筋の付着が低下し、最大荷重時に水平ひび割れがほぼ重ね継手にわたって発生し、荷重を維持できる前提である鉄筋の付着を失ったのが荷重低下の原因であると考えられる。

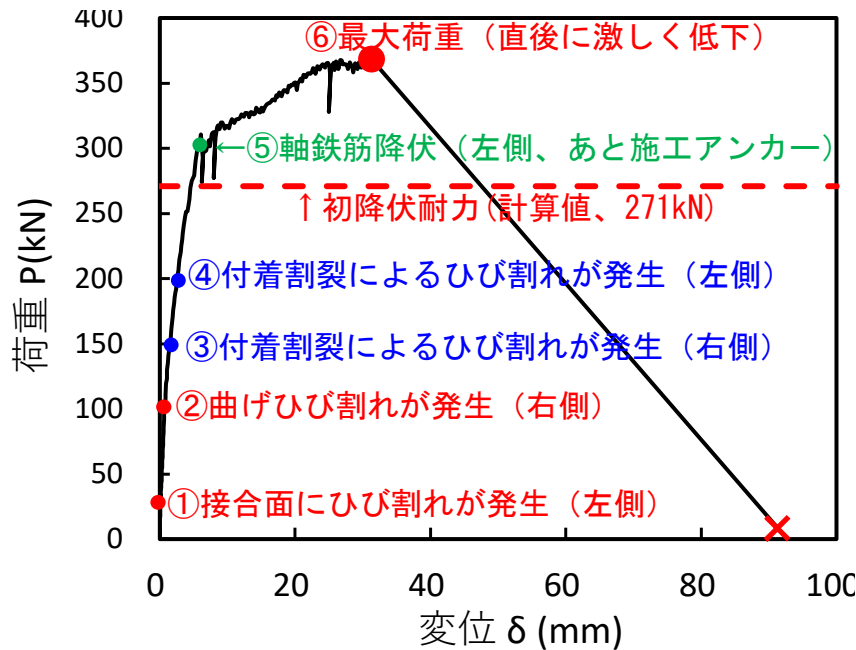


図-2 鉛直荷重-杭頭水平変位関係



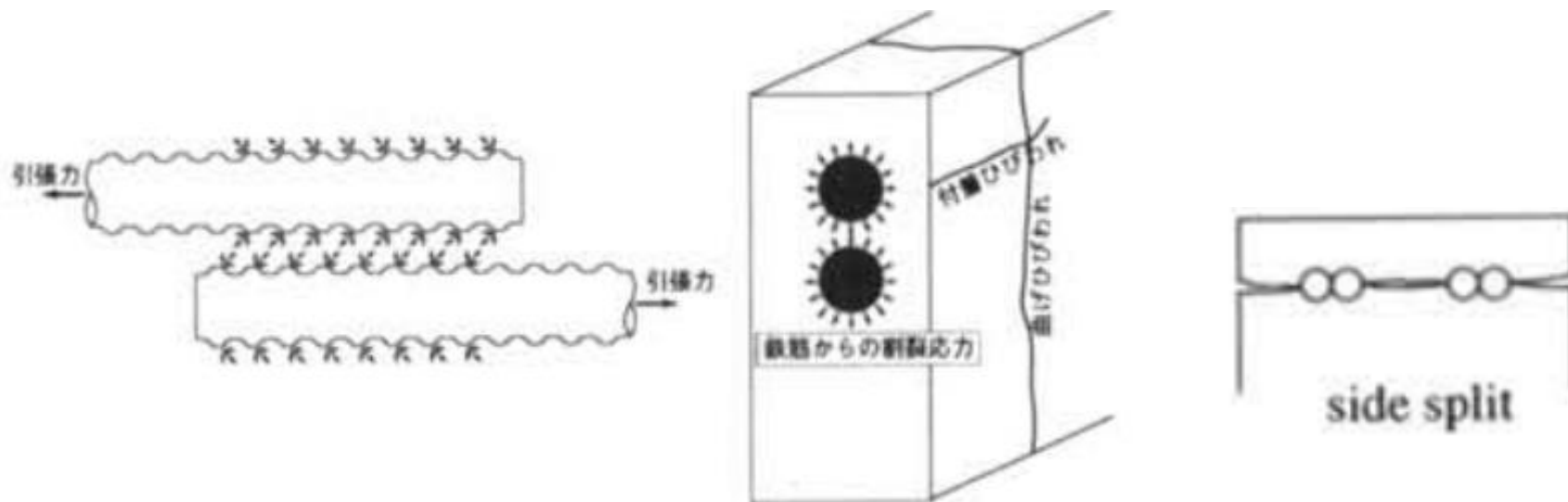
図-4 載荷後の供試体の様子

基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

【考察】

～ 増し杭工法におけるフーチングの接合方法の合理化 ～

- なお、このような破壊は付着割裂破壊と呼ばれ、異形鉄筋の場合に鉄筋の節とコンクリートの機械的な噛み合い作用により周囲のコンクリートへ放射状に斜め方向の支圧力が生じ、その支圧力の鉄筋との直交成分が周囲コンクリートを押し広げようとする割裂応力に相当する。
- ここで、終局時の破壊形態は、既往研究の一体ものの場合は曲げ破壊型なのに対して、本実験では付着割裂破壊型と形態が異なったものの、実際のフーチングでは軸直交方向の鉄筋がある程度配置されており、脆性的な破壊はしにくいと考えられる。しかし、軸直交方向の鉄筋が極端に少ない場合は、脆性破壊しないように付着割裂破壊の照査も必要になると考えられる。



(参考文献)

高強度鉄筋コンクリート部材中の重ね継手の付着割裂強度に関する研究、清水建設研究報告 第60号1994年10月 角陸純一

基礎の耐震補強の合理的な設計手法等に関する検討

【まとめ】

～ 増し杭工法におけるフーチングの接合方法の合理化 ～

本研究では、増し杭工法における新旧フーチングの接合部として、あと施工アンカーを用いる新たな接合工法を提案し、曲げ試験結果に基づき当接合工法の有効性を検証し、得られた知見を以下に示す。

- 接合部の降伏耐力の実験値は、一体とした場合の算定値や実験値と概ね一致し、同程度の降伏耐力が確保されていることを確認した

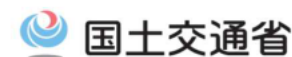
なお、今後の課題として、実構造物による施工性及び耐荷力の確認、設計法の整理などを検討する予定である。

- 道路橋の基礎
- 不具合事例
- 土木研究所で行う最近の研究
- 定期点検

定期点検の改定

国土交通省 社会資本整備審議会 道路分科会
第19回 道路技術小委員会 配布資料より

道路技術小委員会(最近の審議事項と今後の方向性案※)



※定期点検(橋梁、トンネル、シェッド等)関係

令和4年3月 第16回道路技術小委員会

- 「道路土工構造物点検要領」(暫定版)の策定 <<了>>
- 「道路リスクアセスメント要領」(案)の策定 <<了>>
- 道路橋の技術基準の改定と充実に向けた検討の方向性

R4.2,3 分野別会議(橋梁、土工)



令和4年11月 第17回道路技術小委員会

- 土工の技術基準の改定に向けた方向性
- 舗装の技術基準の改定に向けた方向性
- 太陽光発電施設設置に関する技術指針の策定の方向性

→R5.1,2 分野別会議(土工)



令和5年3月 第18回道路技術小委員会

- 昨今の災害を踏まえたこれまでの議論、教訓、対策等
- 「道路土工構造物点検要領」(案)の改定 <<了>>
- 太陽光発電設備の設置に関する技術面の考え方(案)について <<了>>

(日本道路協会の各委員会で議論)

令和5年10月2日 第19回道路技術小委員会

10月2日

- 定期点検(橋梁、トンネル、シェッド等)の見直しに向けた方向性

→○アンケート等

○分野別会議(橋梁、トンネル等)



令和5年12月～翌1月 第20回道路技術小委員会

12～翌1月

- 「定期点検要領(橋梁、トンネル、シェッド等)」(素案)の策定

→各道路管理者(地方自治体等)への意見照会



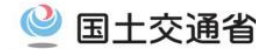
(必要に応じて、小委員会を開催)確定

令和6年度～ 定期点検(橋梁、トンネル、シェッド等)(3巡目)開始

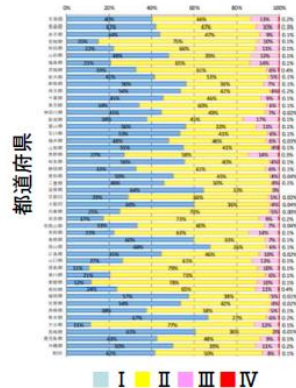
定期点検の改定

国土交通省 社会資本整備審議会 道路分科会
第19回 道路技術小委員会 配布資料より（一部、加筆）

定期点検の改定の方角性

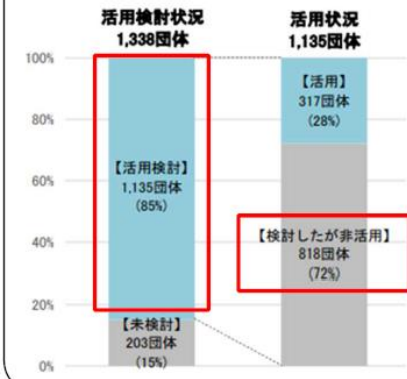


- 判定区分だけでは懸念した状況・状態が確認できない
- 定期点検の質がばらついていいる可能性がある。



- 現様式は診断過程が記録されず、幾つかの自治体は各自で様式を追加して記録している。
- データを施策・マネジメントへ用いる期待が高まっている。

- 例えば、大規模な橋梁など、点検支援技術の活用が期待されているものの、うまく活用できていない可能性がある。



- 診断の検討過程、及び、診断に必要な取得すべき力学的・化学的情報（点検内容や方法を検討するための要求事項）を明確にする。

- 診断の検討過程等点検記録として残すべきデータの標準化を図る。
- 過大な負荷とならないように、分析に必要な最低限の記録項目や記録方法について明確化する。

- 道路施設の構造や状態に応じて、診断の質を確保できる点検方法（点検支援技術とその使い方等）を明確にし、その点検方法を容易に選択できるようにする。

相互に関係する、診断の質の向上、記録の適正化・省力化、点検作業の適正化を実現

2

診断の質の向上等を図りつつも、点検支援技術の導入促進を図るためには、維持管理段階でのデータ活用のあり方を踏まえ、施工管理や竣工時にどのようなデータを取得し、どの様に残すべきなのかを十分に検討する必要がある。 41

最後に

本講演で説明した研究の一部は、
一般社団法人 日本鉄鋼連盟様より
寄付された研究助成金により
実施しました。

ここに記して謝意を表します。