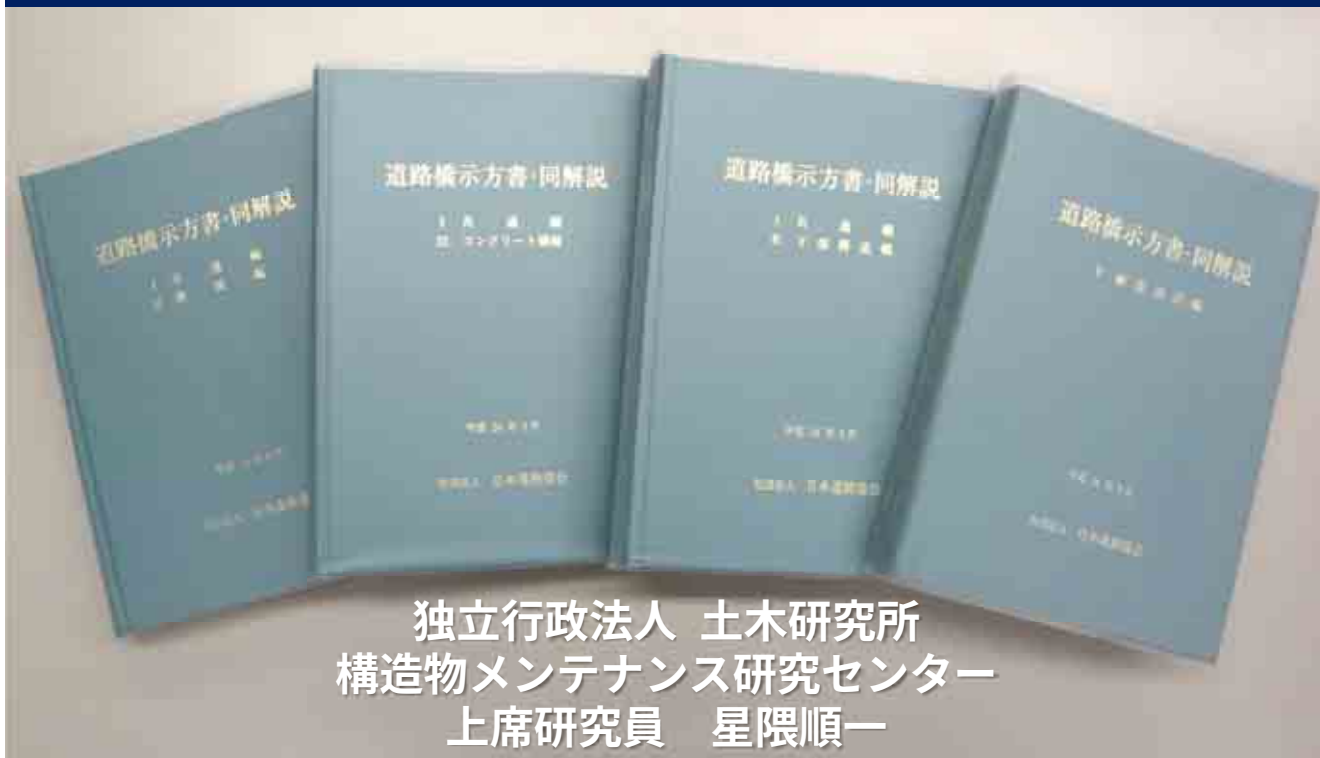


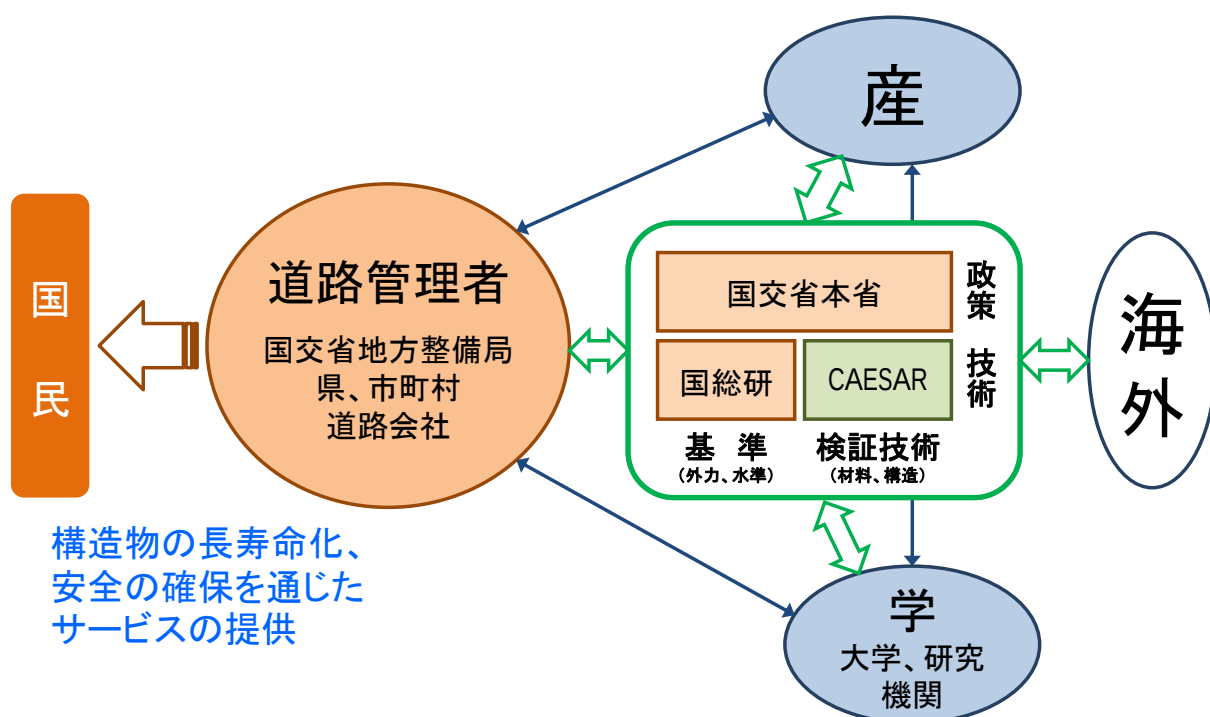
第5回CAESAR講演会

道路橋示方書改定に活かされた調査研究

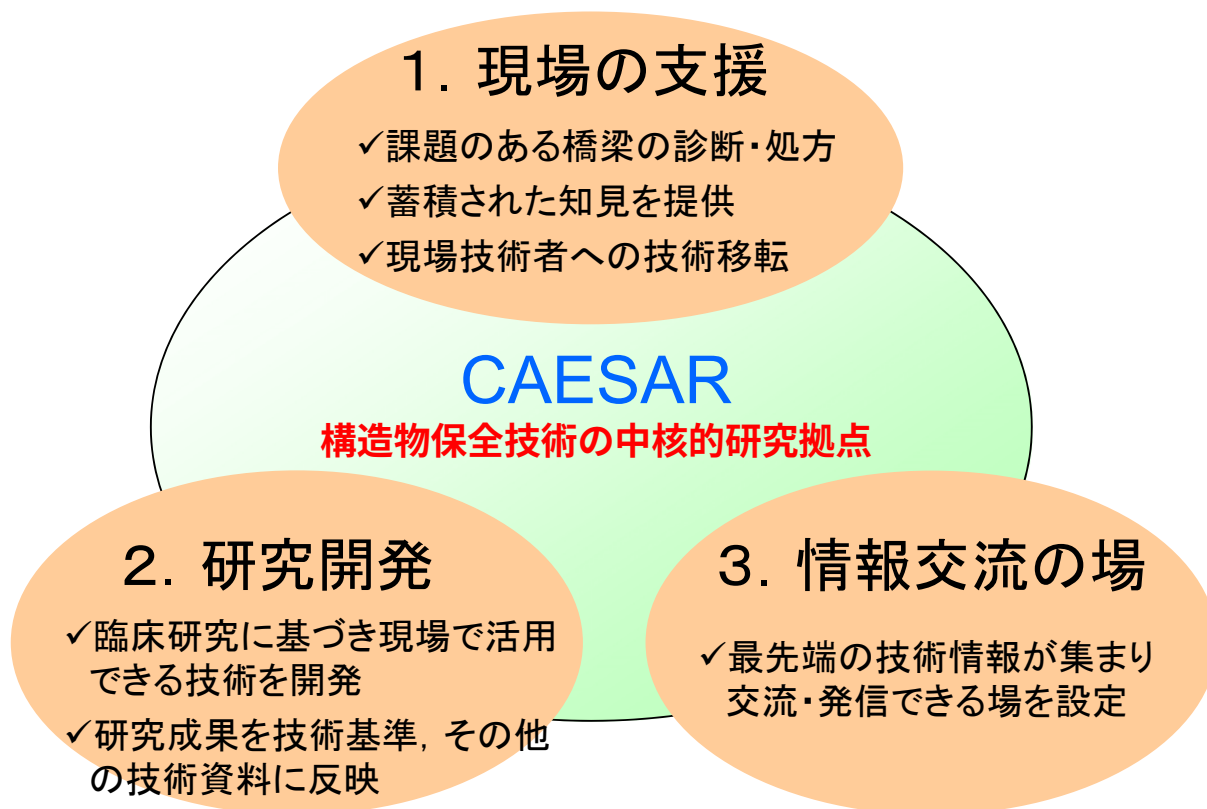


独立行政法人 土木研究所
構造物メンテナンス研究センター
上席研究員 星隈順一

CAESARの役割と使命



CAESARの3つの使命



CAESARの研究開発の視点

●ニーズ研究の最先端

全国の現場で発生している橋に関する技術的課題、基準化のニーズの掌握

- ・橋の設計、施工、管理に関するデータ、不具合情報の収集
- ・全国から寄せられる技術相談
- ・災害時等における道路管理者からの技術支援要請

●課題解決型の研究

課題解決のための研究と技術基準への反映

- ・撤去橋梁を活用した臨床研究
- ・不具合の原因、災害による被災原因の中立、公正な分析と今後の対策に向けた研究の推進と検証
- ・研究成果を速やかに現場へフィードバック（技術基準への反映等）

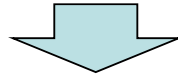
H24道路橋示方書改定の経緯

H13(H14)道示改定以降

部分係数化設計への移行と並行し、最新の知見や道路橋を取り巻く課題の解決に向けた規定の検討を進めてきた

そのような中、

- ・平成23年3月11日 東北地方太平洋沖地震の発生
- ・東海・東南海・南海地震などの巨大地震による被害想定の見直し



近年の地震被害の分析による知見や

前回改定以降進められてきた研究の成果の反映を優先



平成24年2月(平成24年3月) 道路橋示方書改定

※従来の許容応力度設計体系を踏襲

CAESARにおける調査・研究と道路橋示方書の改定

1. 現在、現場で橋に生じている課題等への対応
2. 維持管理の改善に向けた改定、規定の充実
3. 既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応
4. 研究成果の蓄積に基づく設計法の高度化
5. CAESARにおける最近の研究の取組みの中から

CAESARにおける調査・研究と道路橋示方書の改定

1. 現在、現場で橋に生じている課題等への対応

例 (1) 鋼床版デッキプレート最小板厚の見直し

(2) 橋台の側方移動への対応

(3) 壁厚を薄くした中空断面R C橋脚の耐震設計

(4) 鉄筋コンクリート部材の施工性向上

(5) 基礎施工時の不具合への対応

(6) 従来規定よりも降伏点の高い鉄筋の採用

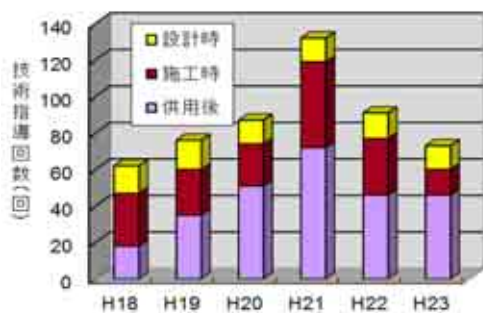
2. 維持管理の改善に向けた改定、規定の充実

3. 既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応

4. 研究成果の蓄積に基づく設計法の高度化

5. CAESARにおける最近の研究の取組みの中から

全国からの技術相談への対応



※東日本大震災
関係の技術相
談は除く

供用中の橋に関する
相談依頼



パイルの腐食・断面欠損



鋼床版で発見された亀裂



ASRIによる損傷



地震による落橋



コンクリート橋におけるPC鋼線の破断

現在、現場で橋に生じている課題等への対応 ＜鋼床版の疲労耐久性の向上＞

【背景】

- ・閉断面縦リブを有する鋼床版デッキ貫通亀裂の事例に対し、当面の措置として輪荷重常時載荷位置のデッキ最小板厚を16mmに増厚（H21 事務連絡）

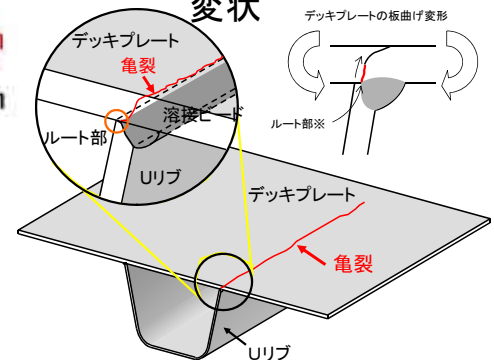
【改定内容】

9.4.5 デッキプレートの最小版厚

- ・その後の損傷実態や研究成果等を踏まえ、デッキを厚板化
- ・**Uリブの場合、大型車の輪荷重が常時載荷される位置直下のデッキ板厚を16mm以上を標準**
- ・デッキの板厚以外の構造細目は道示及び疲労指針を標準
- ・バルブプレート、平板リブ等を使用する場合は、車道部分のデッキの板厚は従来どおり



亀裂上の舗装に生じた変状



現在、現場で橋に生じている課題等への対応 ＜鋼床版の疲労耐久性の向上＞

【土研・国総研での研究内容等】

- ✓ 損傷事例の現地調査・分析による**実態把握**
- ✓ 土研が保有する実験施設を活用した疲労試験結果等を踏まえ、耐久性を確保できる構造細目の検討を実施
 - 1) **損傷メカニズムの解明**
 - ・実大試験体による輪荷重走行試験によるき裂の再現
 - ・解析による損傷メカニズムの解明
 - 2) **疲労耐久性改善構造(デッキ厚板化)の提案**
 - ・解析による構造諸元の耐久性への影響の検討
 - ・実大試験体等による疲労試験による耐久性向上効果の検証
- ✓ 既設鋼床版の安全性確保のための**点検手法、非破壊調査手法及び対策工法を開発**



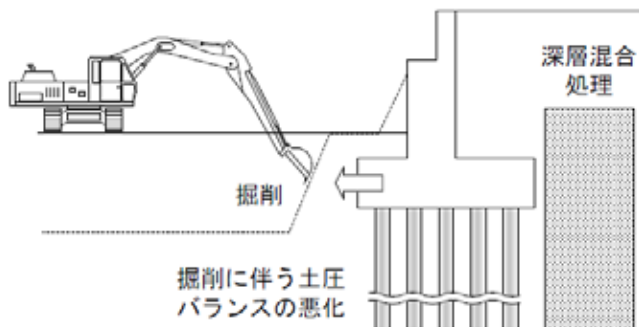
実大試験体を用いた輪荷重走行疲労試験

現在、現場で橋に生じている課題等への対応 ＜橋台の側方流動に対する対策＞

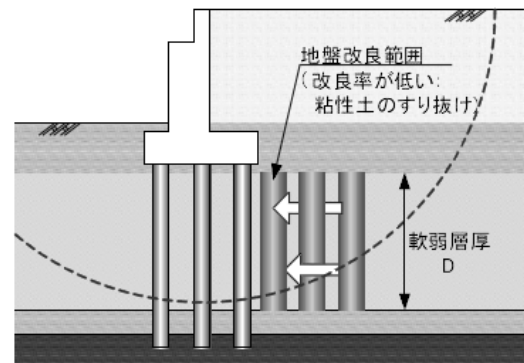
【背景】

・軟弱地盤上の橋台の側方移動の従来の判定手法(I値)

- 施工時の地盤面の変化等の影響, 不十分な対策, 判定式の不適切な適用等により, 側方移動の事例が多く発生
- 橋台の移動に伴い桁が損傷する例も発生



前面掘削による土圧バランスの悪化

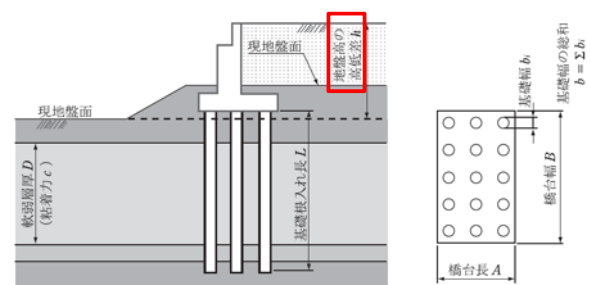


軟弱層の流動によるすり抜け

現在、現場で橋に生じている課題等への対応 ＜橋台の側方流動に対する対策＞

【改定内容】

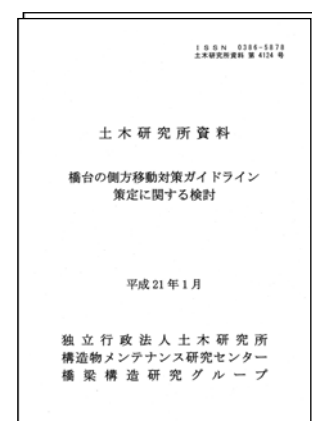
- ✓軟弱地盤上に橋台を設ける場合の側方移動判定値(I値)の適用について, **橋台前背面の地盤高の高低差**による影響を考慮するパラメータの取り方や**適用対象となる条件**など解説を充実
- ✓既往の側方流動を生じた事例の分析結果を踏まえて, **対策の考え方**に関する解説を充実



偏荷重を受ける基礎

【土研・国総研での研究内容等】

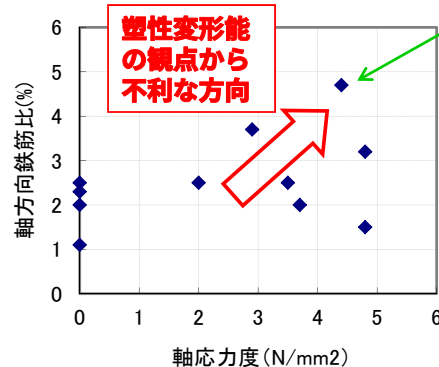
- ✓技術相談及び全国での事例調査結果を収集・分析
- ✓側方移動が生じる条件の明確化, 判定方法の見直し
- ✓有効な対策や実施上の留意点の整理
- ✓成果を「橋台の側方移動対策ガイドライン策定に関する検討」として**土研資料を発刊**



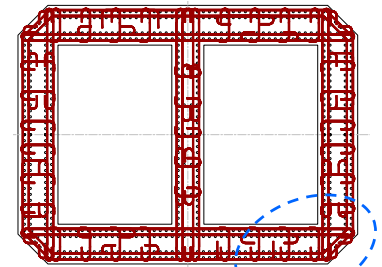
現在、現場で橋に生じている課題等への対応 ＜壁厚を薄くした中空断面RC橋脚の耐震性＞

【背景】

- ・山間部等の高橋脚では、橋脚の自重を軽減させ、建設コストを抑えるために、中空断面の採用例多
- ・中空断面RC橋脚は、そもそも中空部内面の状況を点検することを前提とした構造になっていないため、地震後における内面の損傷状況の点検や補修の実施が極めて困難
- ・さらに、近年では、設計計算上可能な範囲で、中空部をより大きく確保した断面が検討される例もあり、施工性、塑性変形能の観点から不利な構造条件となっている懸念



中空RC橋脚を対象として正負交番載荷実験により地震時限界状態の検証がなされている構造条件



薄壁な中空RC橋脚における過密配筋の状態

現在、現場で橋に生じている課題等への対応 ＜壁厚を薄くした中空断面RC橋脚の耐震性＞

【土研・国総研での研究内容等】

- ✓耐震性能の観点から客観的に実験結果を評価
 - ・高軸力、高軸方向鉄筋比の条件になると、圧縮力を負担する壁部の損傷により最終的には軸耐荷力を失う致命的な損傷に至る可能性がある
 - ・中間帯鉄筋のフックのかけ方によっては、内周面の損傷が外周面の損傷よりも大きくなる場合がある
- ✓耐震性能の観点から今後必要な研究ニーズの提示
 - ・地震後における中空断面の内周面の損傷を把握するための点検方法、及び、損傷が生じた場合の補修方法
 - ・点検及び補修技術と連携した内周面に許容できる損傷状態の設定とその限界状態の工学的評価手法



高軸力、高軸方向鉄筋比の条件をもつ中空RC橋脚における地震時損傷状態の内外面比較

現在、現場で橋に生じている課題等への対応 ＜壁厚を薄くした中空断面RC橋脚の耐震性＞

【改定内容】

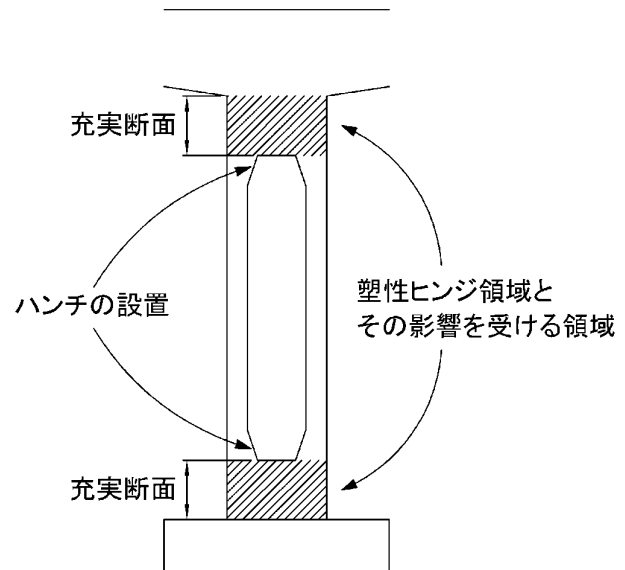
地震後の点検や補修のしやすさ等の耐震性能の観点から実験で得られた損傷特性を客観的に分析し、現時点における技術基準への導入方法を判断

- ✓塑性ヒンジが形成される領域とその影響を受ける領域

→ 充実断面

- ✓充実断面から中空断面へと変化する部位が新たな損傷箇所とならないように、ハンチ等を設置

- ✓中空断面部にも中間帯鉄筋を配置
一方が鋭角フック、他方が直角フックの中間帯鉄筋を用いる場合、直角フックの位置が外周面側と内面側で千鳥状になるように中間帯鉄筋を配筋



土木技術資料「現場に学ぶメンテナンス」

土木技術の総合情報誌 土木技術資料 CIVIL ENGINEERING JOURNAL

鋼トラス橋のコンクリート埋込み部材の腐食

【現場に学ぶメンテナンス】

鋼トラス橋のコンクリート埋込み部材の腐食	(H21.8)
鋼部材の疲労き裂(その1)主桁	(H21.10)
〃 (その2)鋼製橋脚	(H21.12)
吊材破断時の安全対策—PCアーチ橋—	(H22.7)
橋脚基礎の洗掘への対応	(H23.1)
橋台基礎の洗掘への対応	(H23.3)
軸方向鉄筋にSD490を用いる中空断面橋脚の耐震性	(H23.5)
鋼部材の疲労き裂(その3)鋼床版	(H23.8)
ASRにより劣化した橋台の補修	(H23.11)
橋台基礎の震災復旧対応	(H23.12)
地震により変形したゴム支承の震災復旧	(H24.2)
PC鋼材の腐食損傷への対応—妙高大橋—	(H24.5)
橋脚基礎の洗掘への緊急復旧対応事例	(H24.8)

CAESARにおける調査・研究と道路橋示方書の改定

1. 現在、現場で橋に生じている課題等への対応

2. 維持管理の改善に向けた改定、規定の充実

- 例 (1)橋台部ジョイントレス構造の規定化
(2)疲労設計に関する規定の充実
(3)施工品質確保のための規定の充実
(4)外ケーブル構造の規定の充実
(5)複合構造の接合部に関する規定の導入

3. 既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応

4. 研究成果の蓄積に基づく設計法の高度化

5. CAESARにおける最近の研究の取組みの中から

維持管理の改善に向けた改定、規定の充実 ＜橋台部ジョイントレス構造＞

【背景】

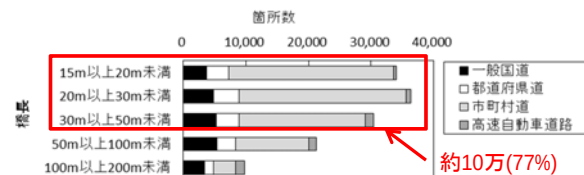
- ・既設橋の多くで桁端部や支承部での腐食等が生じ、維持管理上の大きな課題

【改定内容】

- ✓橋台と上部構造を剛結して支承と伸縮装置を省略す橋台部ジョイントレス構造(門型ラーメン構造, インテグラルアバット構造)の設計法について新たに規定

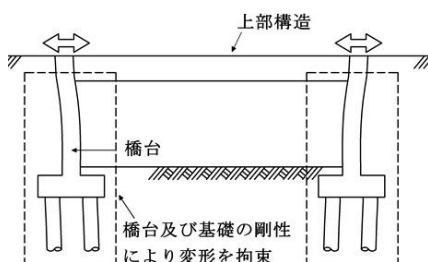


桁端部の腐食による断面欠損

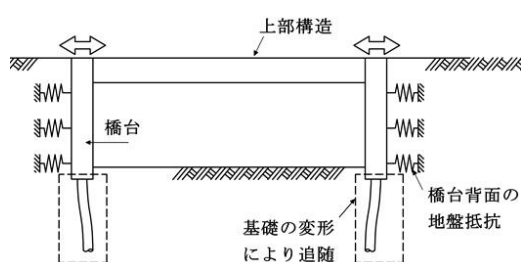


約10万(77%)が50m未満

橋長別の橋梁数 (15m以上)



(a)門型ラーメン構造

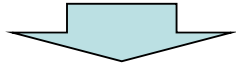


(b)インテグラルアバット構造

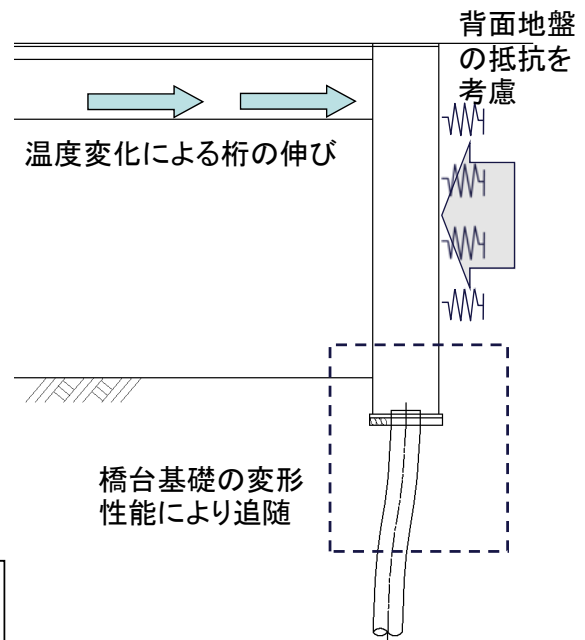
維持管理の改善に向けた改定、規定の充実 ＜橋台部ジョイントレス構造＞

【土研・国総研での研究内容等】

- ✓国内外における既往の研究や適用事例の検証結果等を踏まえ、**構造別の適用条件**，設計で考慮する荷重，解析モデルや抵抗要素の設定，接合部の構造等
- ✓インテグラルアバット構造では，**斜角**を有する条件，側方移動が生じるような**軟弱地盤**，**液状化地盤**では適用困難
- ✓成果を「橋台部ジョイントレス構造の設計法に関する共同研究報告書」として発刊



橋台部ジョイントレス同構造の採用により，地震時の落橋に至るリスクの軽減やコストの縮減も期待



CAESARにおける調査・研究と道路橋示方書の改定

1. 現在、現場で橋に生じている課題等への対応
2. 維持管理の改善に向けた改定、規定の充実

3. 既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応

- 例
- (1) 支承部及び落橋防止システムの要求事項の明確化及びこれを踏まえた合理化
 - (2) 支承部及び落橋防止構造の取付部の損傷への対応
 - (3) 地震時の橋台背面の変状への対応
 - (4) 地震時の斜面上の基礎の変状への対応
 - (5) 津波の影響への対応（→調査研究を推進中）

4. 研究成果の蓄積に基づく設計法の高度化
5. CAESARにおける最近の研究の取組みの中から

既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応 ＜落橋防止システムの要求事項の明確化とこれに応じた合理化＞

【背景】

- ・落橋防止システムに求められる性能と、落橋防止システムが機能すべき時の橋の状態との関係が不明確
- ・落橋防止システムを設置することが目的化してしまっている懸念

【改定内容】

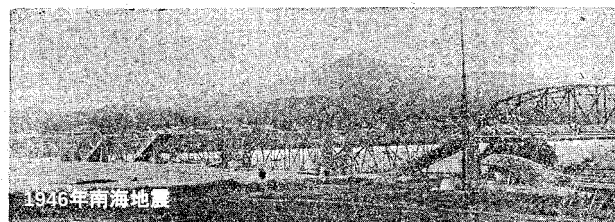
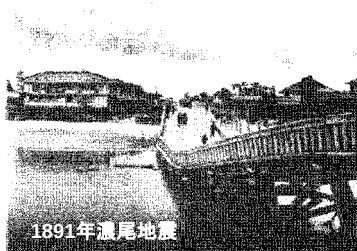
- ✓落橋のシナリオを適切に設定し、これに応じた対策の実施を規定
- ✓既往の大規模地震による落橋シナリオを分析し、構造特性に応じてより合理的に落橋を防止できるように規定の見直し

5.7 上部構造の落下防止対策

(1)橋の複雑な地震応答や流動化に伴う地盤変位等が原因による**支承部の破壊により、上部構造と下部構造との間に大きな相対変位が生じる状態に対して**、上部構造の落下を防止できるように、適切な対策を講じなければならない。

既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応 ＜落橋防止システムの要求事項の明確化とこれに応じた合理化＞

1891年濃尾地震から2008年岩手・宮城内陸地震までの地震による落橋事例をDB化



既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応 ＜落橋防止システムの要求事項の明確化とこれに応じた合理化＞



シナリオA



シナリオB



シナリオC



シナリオD

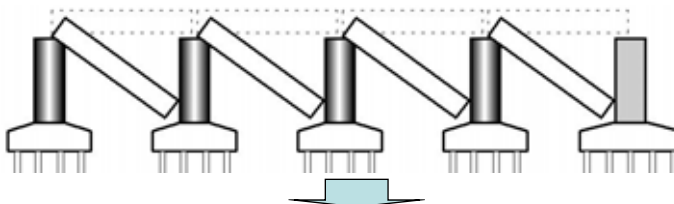
シナリオ	被害原因	橋数	径間数
A	下部構造が倒壊	23	200
B	下部構造が大変位	6	15
C	上部構造の橋軸方向への大変位	7	11
D	上部構造の直角方向への大変位	5	7

致命的な落橋を防止
するという観点からは

- ・上部構造を支持する部材（桁橋であれば一般に橋脚）の鉛直支持性能を確保
- ・支承破壊後の桁の下部構造天端からの逸脱を抑制

既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応 ＜落橋防止システムの要求事項の明確化とこれに応じた合理化＞

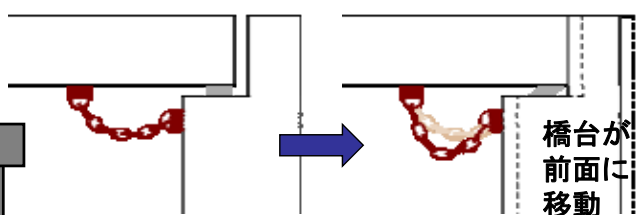
下部構造の倒壊を伴わない落橋は
全て複数径間の単純桁橋で生じた



支承部の破壊に対する補完性の高い多径間連続構造では落橋の事例が少ない。



仮に液状化が生じて、橋台間が狭まる方向
へ移動するため、落橋する可能性は低い。



橋台が
前面に
移動

シナリオを踏まえ、省略できる範囲を拡大

既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応 ＜津波の影響への対応＞

【背景】

- ・東日本大震災において、津波による橋梁上部構造の流出が発生し、震災後の道路ネットワークの回復に大きな支障が発生
- ・一方で、津波により上部構造が浸水しても流出しなかった橋もあり、メカニズムの解明が急務

【改定内容】

- ✓津波に関する地域の防災計画等を考慮した上で構造を計画することを規定



橋桁が裏返しになった橋



橋桁が裏返しにならなかった橋



橋桁が流出しなかった橋

既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応 ＜道路橋示方書での規定＞

2. 1 耐震設計の基本方針

(1)橋の耐震設計は、設計地震動のレベルと橋の重要度に応じて、必要とされる耐震性能を確保することを目的として行う。

- ✓設計で考慮する地震動を上回る強度の地震動、極めて大きな津波、橋の周辺地盤における大規模な断層変位の発生、地すべりなどに対する考え方

- ・耐震設計では考慮していないが想定されうる地震に伴って生じるリスクの影響が小さくなるような路線計画
- ・減災機能が強化されるよう、道路ネットワークの多重化による補完性を確保できるような計画とすること等を、当該地域の防災計画と一体となって検討
- ・仮に橋に機能的な損失が生じる場合に対して、構造計画の観点から、**ソフト及びハードの両面から総合的に検討**することが重要

- ①できる限り早期に復旧できるような構造形式を採用
- ②その復旧のための計画や資材等の整備について事前に検討

既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応 ＜道路橋示方書での規定＞

2. 1 耐震設計の基本方針

(2) 耐震設計にあたっては、地形・地質・地盤条件、立地条件、津波に関する地域の防災計画等を考慮した上で構造を計画するとともに、橋を構成する各部材及び橋全体系が必要な耐震性を有するように配慮しなければならない。

✓道路橋の設計においては、その地域の防災計画等に基づいて設定される当該路線に求められる性能に応じて、適切な構造計画を検討することが重要

✓構造計画の考え方の例

- ・津波に関する地域の防災計画等を参考にしながら津波の高さに対して**桁下空間を確保すること**
- ・津波の影響を受けにくいような構造的工夫を施すこと
- ・上部構造が流出しても復旧しやすいように構造的な配慮をすること等

CAESARにおける調査・研究と道路橋示方書の改定

1. 現在、現場で橋に生じている課題等への対応
2. 維持管理の改善に向けた改定、規定の充実
3. 既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応

4. 研究成果の蓄積に基づく設計法の高度化

- 例
- (1) 高力ボルト摩擦接合継手の設計法の見直し
 - (2) 圧縮力を受ける部材（圧縮柱）の許容応力度の充実
 - (3) 圧縮力・曲げを受ける部材の強度照査式の見直し
 - (4) 合成桁橋における桁と床版の接合面設計の見直し
 - (5) 鉄筋コンクリート橋脚の地震時限界状態評価手法の高度化

5. CAESARにおける最近の研究の取組みの中から

研究成果の蓄積に基づく設計法の高度化 ＜高力ボルト摩擦接合継手＞

■無機ジンク仕様の場合のボルト設計

【背景】

- ・構造の合理化，簡素化を図った鋼桁の普及により，厚板の適用事例が増加
- ・厚板・多列化した場合のボルト継手への従来設計の適用性について不明確な部分あり
- ・塗装仕様の場合のすべり係数について，最近の研究，塗膜管理値等を踏まえると合理化の余地あり

【改定内容】

- ・接合面を無機ジンク塗装する場合の設計法を一部見直し
 - ・すべり係数を従来の0.4から0.45に引き上げ（ボルト継手の許容力の見直し）
 - ・多列配置や，フィラーの配慮事項を規定



合理化構造(2主桁)



多列ボルト継手の適用事例

研究成果の蓄積に基づく設計法の高度化 ＜高力ボルト摩擦接合継手＞

【土研・国総研での研究内容等】

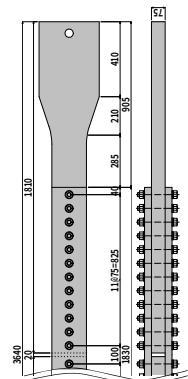
✓土研が保有する実験施設を活用した実大試験による検証結果，既往の実験結果との関係の分析，及び既往基準との整合性(所要の安全度の確保)の整理を実施し，**公平性・中立性の観点より設計法の見直しを実施**

1)厚板・多列ボルト継手に対する現行設計法の見直し

- ・継手試験体を用いた載荷試験(約50体)，解析による継手諸元のすべり耐力への影響を検証
- ・すべり係数に対する見直し案の提示

2)接合面の処理方法，管理値に応じた設計すべり係数の見直し

- ・すべり係数に与える要因の影響分析
- ・主要国内塗料メーカーの塗料によるすべり係数の確認試験，及び製作時の塗膜管理基準を踏まえた見直し案の提示

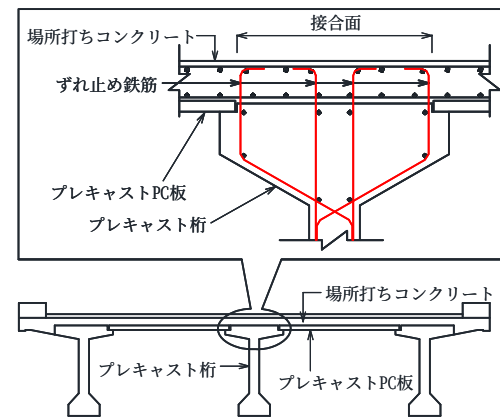


厚板鋼板高力ボルト摩擦接合
継手のすべり耐力試験

研究成果の蓄積に基づく設計法の高度化 ＜合成桁橋における桁と床版の接合面設計の見直し＞

【背景】

- ・従来規定は接合面に配置されたずれ止め鉄筋が付着切れに抵抗することを前提
- ・従来の最小鉄筋量規定が必ずしも接合面の抵抗特性を適切に評価した設計法ではないことなど設計合理化に課題
- ・過密な配筋によって、資材搬入路や足場の確保が困難な場合があり、施工合理化の観点からも課題



従来規定による合成桁接合面の配筋例

【改定内容】

- ✓接合面のせん断強度はずれ止め鉄筋よりコンクリートの付着に大きく依存すること等、研究成果から得られた新たな知見を踏まえて、接合面の設計に関する規定を見直し



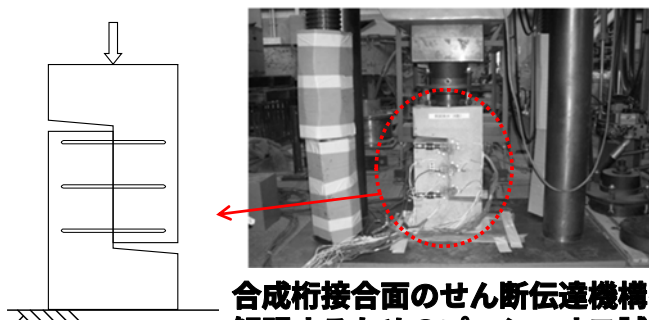
研究成果の蓄積に基づく設計法の高度化 ＜合成桁橋における桁と床版の接合面設計の見直し＞

【土研・国総研での研究内容等】

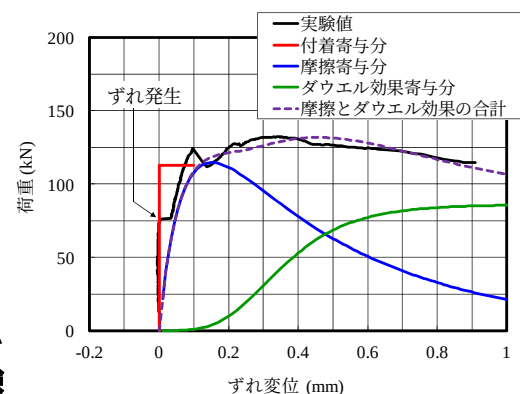
- ✓プッシュオフ試験ならびに合成はりの載荷試験による合成桁接合面のせん断伝達機構を解明
- ✓初期のずれ段階ではコンクリート間の付着に依存した挙動であることを踏まえ、**付着に基づいて許容せん断応力度を評価する手法を提案**
- ✓併せて、接合面を洗い出し仕上げやこれと同等以上の付着が確保できる方法により表面処理するという**前提条件を提示**



合成桁接合面のせん断伝達機構を解明するためのはりに対する試験



合成桁接合面のせん断伝達機構を解明するためのプッシュオフ試験



CAESARにおける調査・研究と道路橋示方書の改定

1. 現在、現場で橋に生じている課題等への対応
2. 維持管理の改善に向けた改定、規定の充実
3. 既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応
4. 研究成果の蓄積に基づく設計法の高度化

5. CAESARにおける最近の研究の取組みの中から

例 津波の影響を受ける橋の挙動と抵抗特性に関する研究

既往の大規模地震による被害教訓を踏まえた対応 ＜津波の影響に関する研究＞

【研究の着眼点】

- ✓橋梁側の構造特性に着目し、津波の影響を受けにくくする構造的工夫、津波の影響に対して抵抗特性が高まる構造的工夫の方向性を実験的に研究
- ✓津波により上部構造が浸水しても流出しなかった橋の挙動メカニズムにも注目し、既設橋の合理的な評価手法構築に活用



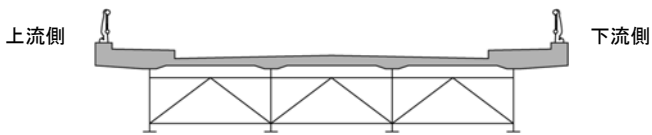
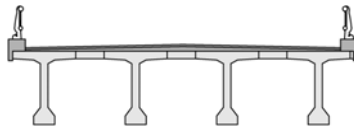
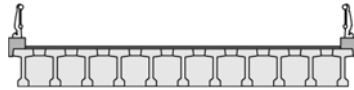
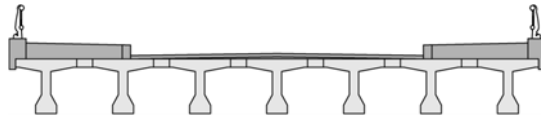
4主桁橋における1支承線全体としての抵抗特性に関する静的載荷実験



上部構造の断面特性が津波を受けた時の支承部に及ぼす影響に関する水路実験



津波の影響を受けた橋の被災モードと構造特性

上部構造が裏返しになって流出した橋の例	 2連3径間連続鋼鈑桁	
	 5連単純PCポステンT桁橋	
上部構造が裏返しにならずに流出した橋の例	 5連単純PCプレテンT桁橋	
上部構造の流出が生じなかった橋の例	 3径間連続鋼床版鈑桁橋	
	 3径間連続+2径間連続PCポステンT桁橋	

津波に対する1支承線全体としての抵抗特性の研究

裏返しになって流出した上部構造を支持していた橋脚の橋座部の状況

歌津大橋(ポステンPC桁の径間部)

小泉大橋(固定支承を支持する橋脚)

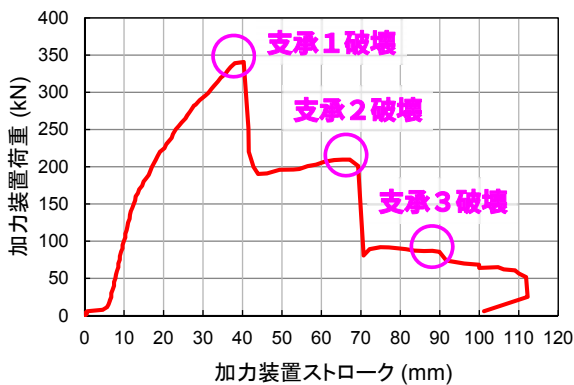
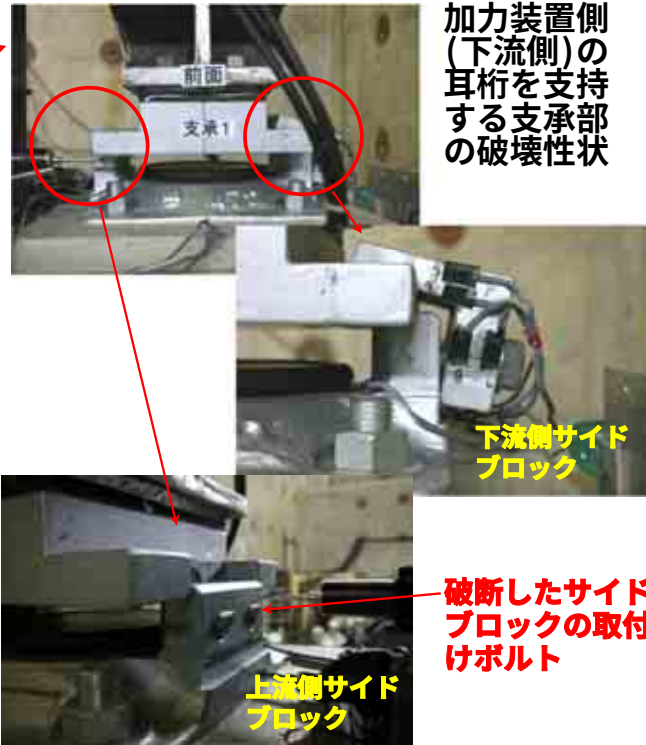
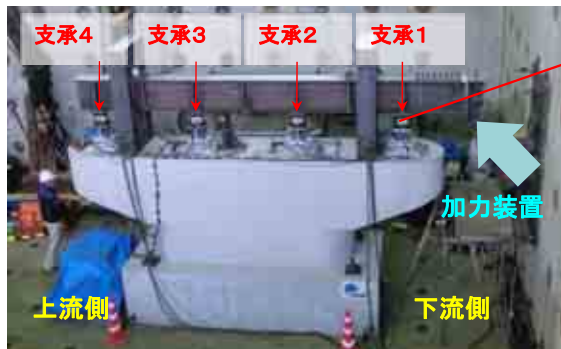


海側の耳桁が上向きに持ち上げられる方向に上部構造が回転をしながら流出した可能性を示す損傷痕跡

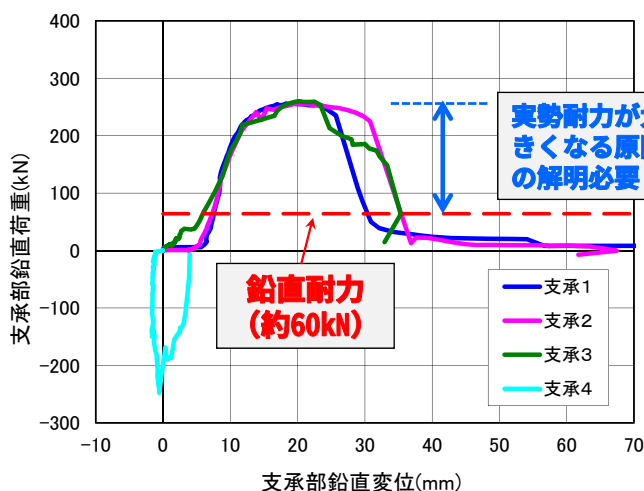
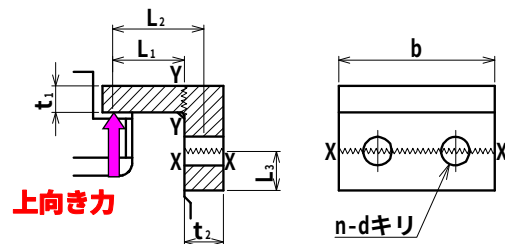
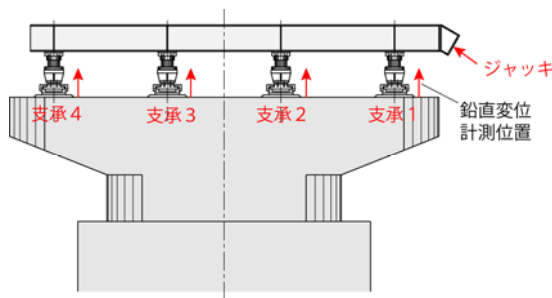
海側の耳桁を支持していた固定支承の損傷状況

津波に対する1支承線全体としての抵抗特性の研究

- ✓ 津波の影響により上部構造に上揚力と抗力が作用した場合に支承部が1支承線全体として抵抗する特性を載荷実験により検証



単一の支承本体が保有している鉛直耐力



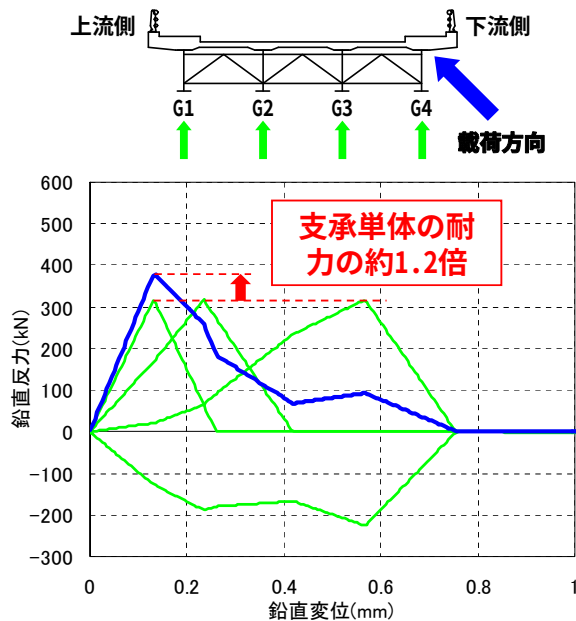
鉛直耐力の計算上の条件, 仮定

- 鉛直力が橋脚に伝達される経路上の全ての部位の中で抵抗力が最小となる部位で耐力を評価
→ 本実験で用いた鋼製支承の試験体ではサイドブロックのY-Y断面
- 許容応力度の割増係数1.5を考慮して耐力を算出
- 津波の影響を受ける前に、地震動によって支承部に損傷が生じていないという仮定の基での評価
- 支承部には腐食等による損傷が生じていないという仮定の基での評価

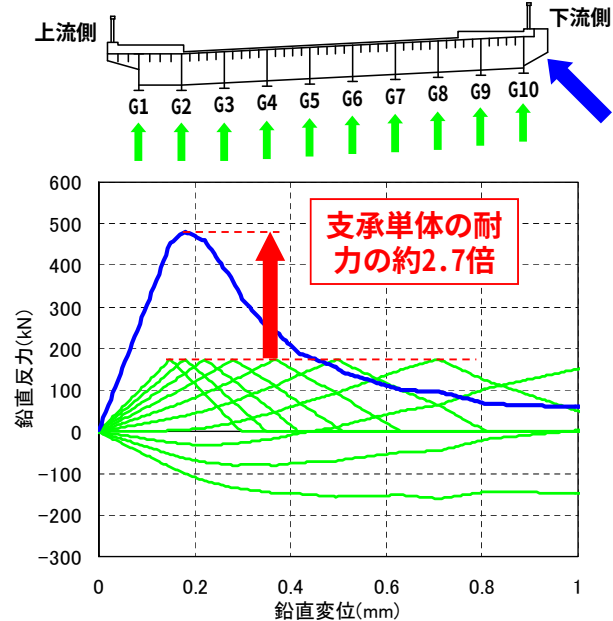
津波に対する1支承線全体としての抵抗特性の研究

- ✓ 上部構造の主桁間隔（主桁本数）が津波に対する1支承線全体としての抵抗特性に及ぼす影響の試算

小泉大橋：3径間連続鋼鈑桁橋(2連)
〈上部構造が流出した橋〉



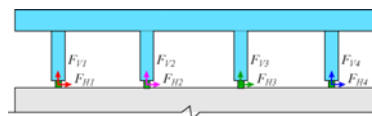
矢の浦橋：3径間連続鋼床版鈑桁橋
〈上部構造が流出しなかった橋〉



津波の影響を受けた時の支承部の挙動

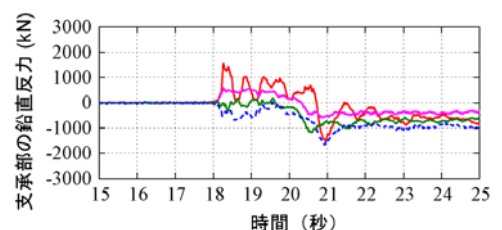
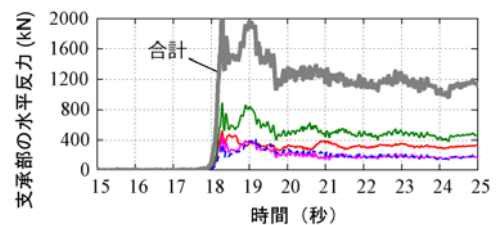
- ✓ 上部構造の断面形状が支承部に生じる反力特性に及ぼす影響を水路実験により検証

段波



＜結果の例＞

橋桁が浸水する相当の高さの碎波段波状の津波の影響を受けた時の支承部に生じる応答反力



津波の影響を受けた時の橋の挙動に関する課題

○数値解析シミュレーション

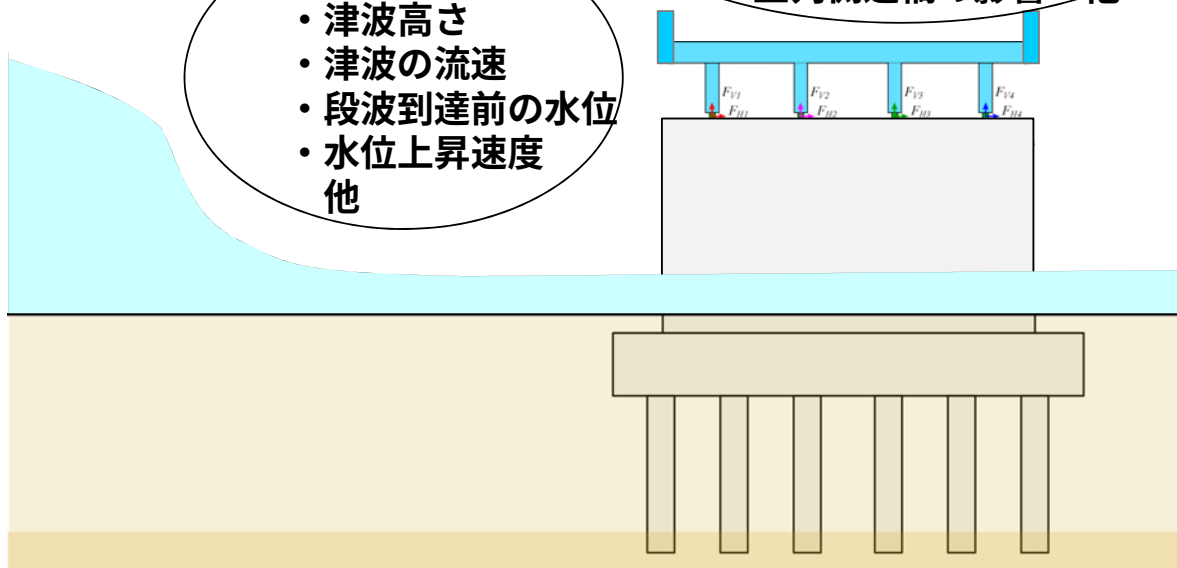
- ・橋梁構造への適用性

○津波の与え方

- ・津波高さ
- ・津波の流速
- ・段波到達前の水位
- ・水位上昇速度
- 他

○構造特性による影響

- ・桁高さと幅員、高欄
- ・耳桁からの床版張出し長
- ・主桁間隔（本数）
- ・桁間の空気溜まりの影響
- ・並列側道橋の影響 他



応急的な機能回復を速やかにするためのソフト的な対策 ＜応急復旧計画と資材等の整備に関する事前検討＞

迂回路の確保

沼田跨線橋の例



歌津大橋の例



応急的な機能回復を速やかにするためのソフト的な対策 ＜応急復旧計画と資材等の整備に関する事前検討＞

応急復旧橋の緊急架設

水尻橋の例



川原川橋の例



写真・図提供: 国土交通省東北地方整備局

CAESARにおける研究方針

1. 「荒廃する日本」にしないための研究

実際の現場の損傷事例を対象とした臨床研究的なアプローチを継続

2. 「災害脆弱国家・日本」としないための研究

東日本大震災において顕在化された課題への取組み

3. 要求性能の提示、評価と基準化

部分係数設計法に基づく
性能規定型技術基準への
本格的な移行を見据えた
技術開発

土木研究所構内に設けられた臨床
研究用撤去部材保管・展示施設

