

これから求められる鋼橋の設計

- 目的は良い『橋』ができること、
設計法は道具の一つです —

西川 和廣

(一財) 土木研究センター 理事長

2016 10 13

土木学会鋼構造委員会
鋼構造継続教育推進小委員会
第31回鋼構造基礎講座

これから求められる鋼橋の設計

— 目的はよい『橋』ができること、設計法は道具の一つです —

(一財)土木研究センター

理事長

西川和廣

K-nishikawa@pwrc.or.jp

これから求められる鋼橋の設計

— 目的はよい橋ができること、設計法は道具の一つです —

1. これから求められる橋の設計者とは
2. 1000年橋梁を設計するとしたら
3. 道路橋示方書が果たしてきた役割
4. 道路橋と鉄道橋は同じ構造物だろうか？
5. 橋梁メーカーは橋を最後まで造っていない
6. これから求められる鋼橋の設計

1. これから求められる橋の設計者とは

それはプロの設計者

プロの設計者の使用
に耐える設計法こそ
求められるのでは？

- ✓ 言われたことを単にこなすだけでなく
- ✓ 設計しようとする橋のイメージをしっかりと持つことができる
- ✓ 実現のために必要な要素は何であることを理解している
- ✓ 遵守すべき法令、基準類について熟知しているとともに、不可避なものと同代替措置が可能なものの区別ができる
- ✓ その上で、あらゆる要請に対しても自律的に対応できる(少なくとも精神は持っている)

2. 1000年橋梁を設計するとしたら



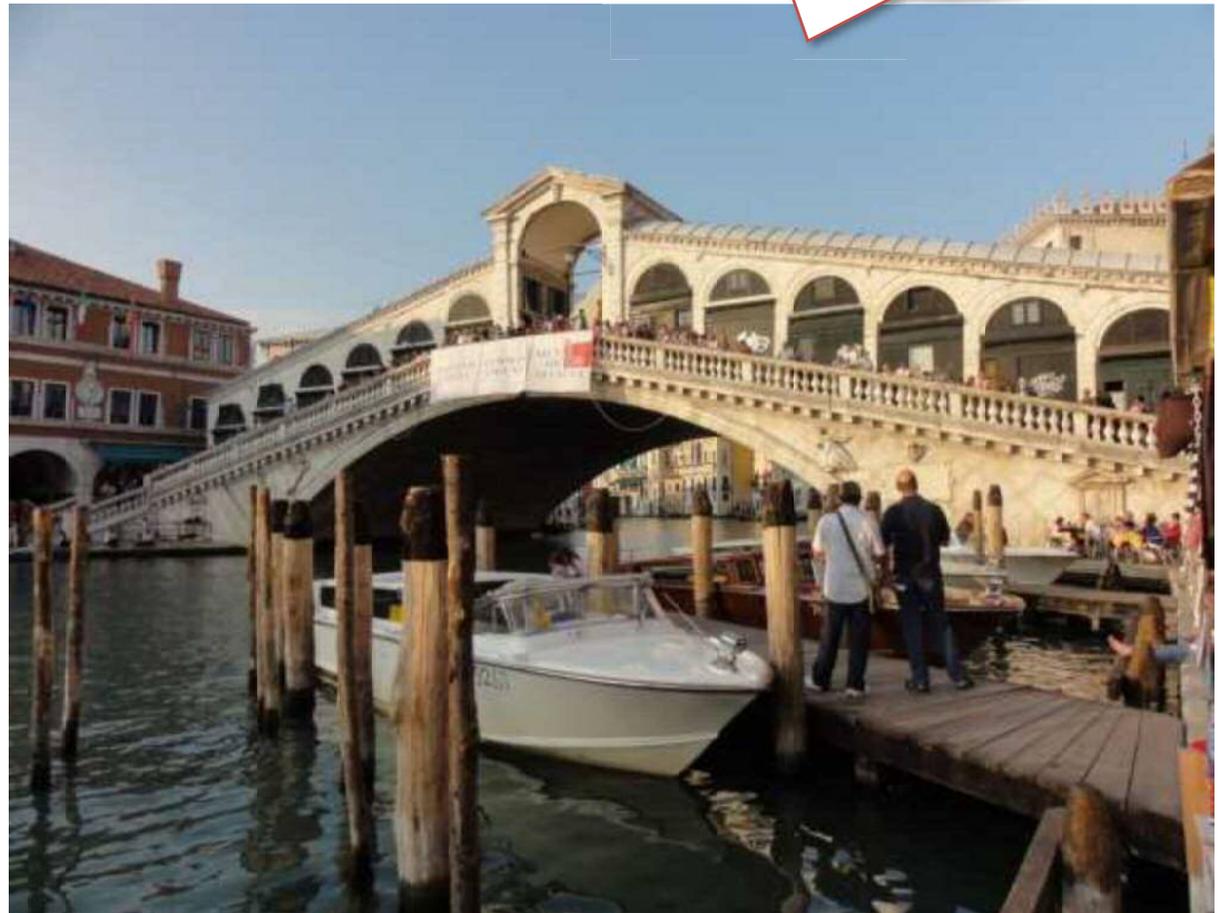
2000年前の橋が健在なのに、現代の橋が50年の寿命で良いのか!?

ポン・デュ・ガール (Pont du Gard) BC19
古代ローマ時代・紀元前19年頃にアウグストゥス帝の
腹心アグリッパの命令で架けられた水道橋

リアルト橋(ベネチア)

大切な橋の計画には期待供用期間に見合った議論の期間が必要？

- 最初の横断は 1181 年に建設された浮き棧橋
- 1255 年、木造の可動橋に
- たびたびの焼失、崩壊
- 1503 年、始めて石橋での再建が提案される
- 1551 年、リアルト橋の更新の提案を募集
- 1591 年、アントニオ・ダ・ポンテデザインの単独アーチが完成
- 姿形は以前の木造橋に類似



あなたは1000年使う橋の設計責任者 まずはじめに何をしますか？

- ✓ 1000年飽きることのない意匠
- ✓ 陳腐化しない機能
- ✓ 火災や自然災害に耐える堅牢さ
- ✓ 劣化しない耐久性のある構造材料
- ✓ 耐久性に優れた細部構造、維持管理方法
- ✓ 最後に行うのが構造照査
 - 必要不可欠ではあるが最初に行うことではない
 - 材料最少の最適設計？にどれだけの意味があるのか

構造設計、最適設計だけが橋の設計ではないと言いたかった

3. 道路橋示方書が果たしてきた役割

長年、我が国の輸送の主役は水運、明治以降
鉄道にシフト、道路交通は遅れていた

日本人は馬車を使いこなせなかった

- 『日本の道路は信じ難い程悪い。工業国にしてこれ程完全にその道路網を無視してきた国は日本の他にない。』（ワトキンスレポート）
- 日本政府が名神高速道路を建設するにあたり、借款を求めた世界銀行から派遣された調査団が昭和31年8月8日建設省に提出した報告書
- 昭和29年「第一次道路整備五か年計画」についても計画規模が小さすぎることに言及
- ここから我が国の本格的な道路整備が始まった

3. 道路橋示方書が果たしてきた役割 つづき

財源

- 1953年「道路整備費の財源等に関する臨時措置法」成立、「揮発油税」が道路特定財源に

技術

- 橋梁技術者の決定的な不足
- 昭和31年鋼道路橋設計示方書(ほぼ今の形)
- Specification for Highway Bridges(≒仕様書≒標準設計)→技術力不要な技術基準
- 示方書は仕様書、戦後の高度経済成長に寄与
- 一方で、プロの設計技術者が育たない一因に

4. 道路橋と鉄道橋は同じ構造物だろうか？

鉄道橋の寿命はなぜ長いのか

全国大会で発表

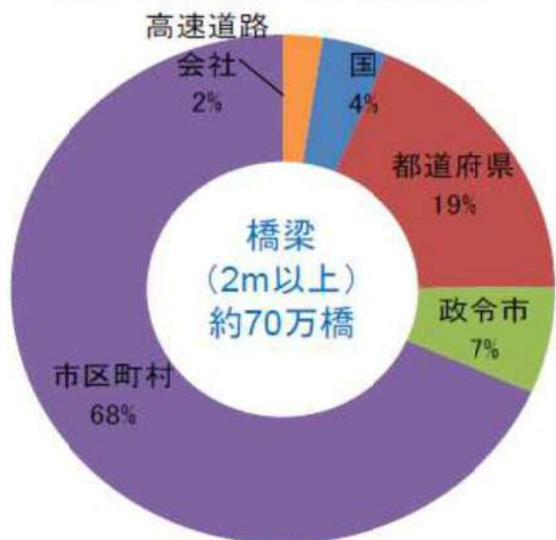
- ① 通行車両の重量をコントロールできる
- ② 鉄道橋では塩を撒かない
 - 道路(構造物)管理者と交通管理者の力関係
- ③ 排水が必要な路面が存在しない
 - 橋を壊すのは水、塩分を含む路面排水は宿命
- ④ 設計・管理が内部化されている
 - 維持管理に一般競争は馴染まない
- ⑤ 車両が必ず軌道上を走行する
 - 平面内の構造設計と実挙動が近似

道路構造物の現状(橋梁)

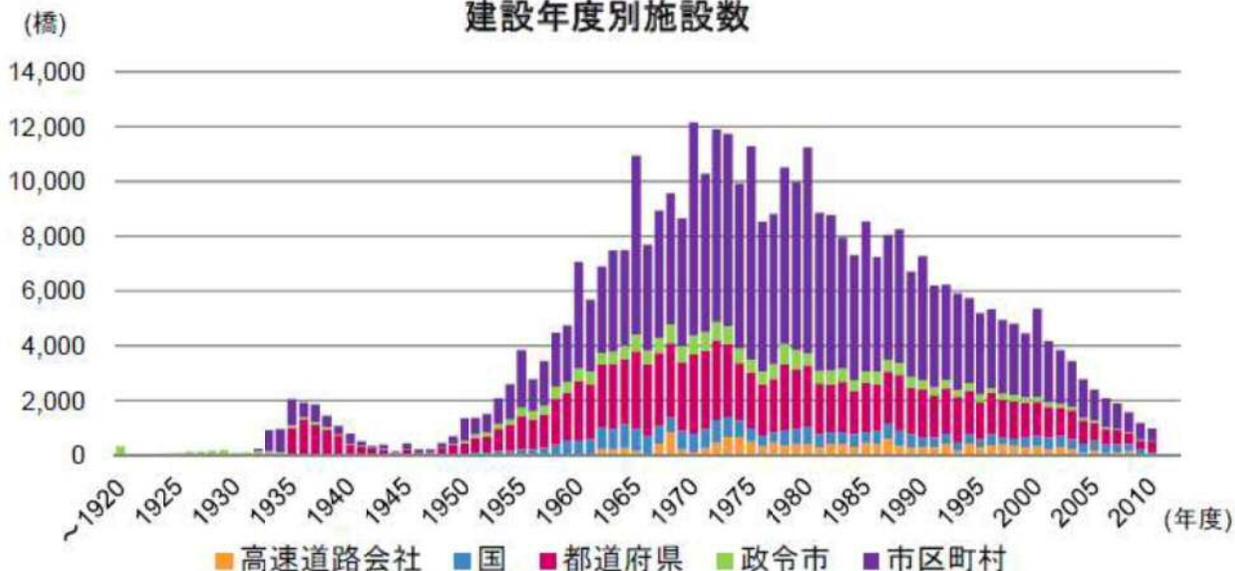
※東日本大震災の被災地域は一部含まず
 ※都道府県・政令市は、地方道路公社を含む
 ※H25.4道路局集計

全国の橋梁数は約70万橋。このうち、建設後50年を超えた橋梁(2m以上)の割合は、現在は18%であるが、10年後には43%、20年後には67%へと増加

道路管理者別ごとの施設数



建設年度別施設数

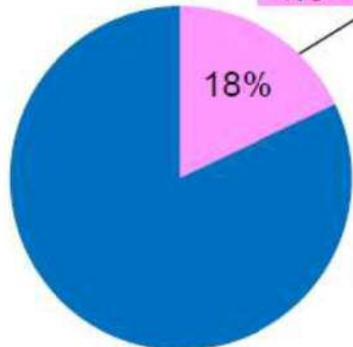


現在
(2013)

50年経過橋梁
(約71,000橋)

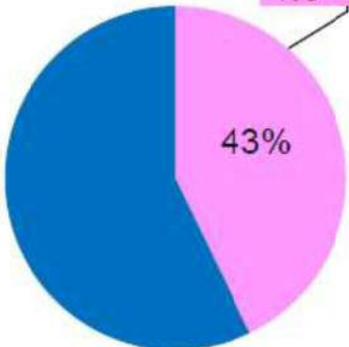
50年経過施設の割合

※建設年度不明を除く



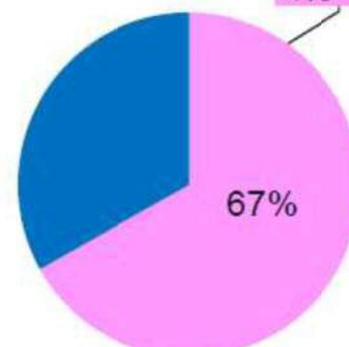
10年後
(2023)

50年経過橋梁
(約171,000橋)



20年後
(2033)

50年経過橋梁
(約267,000橋)

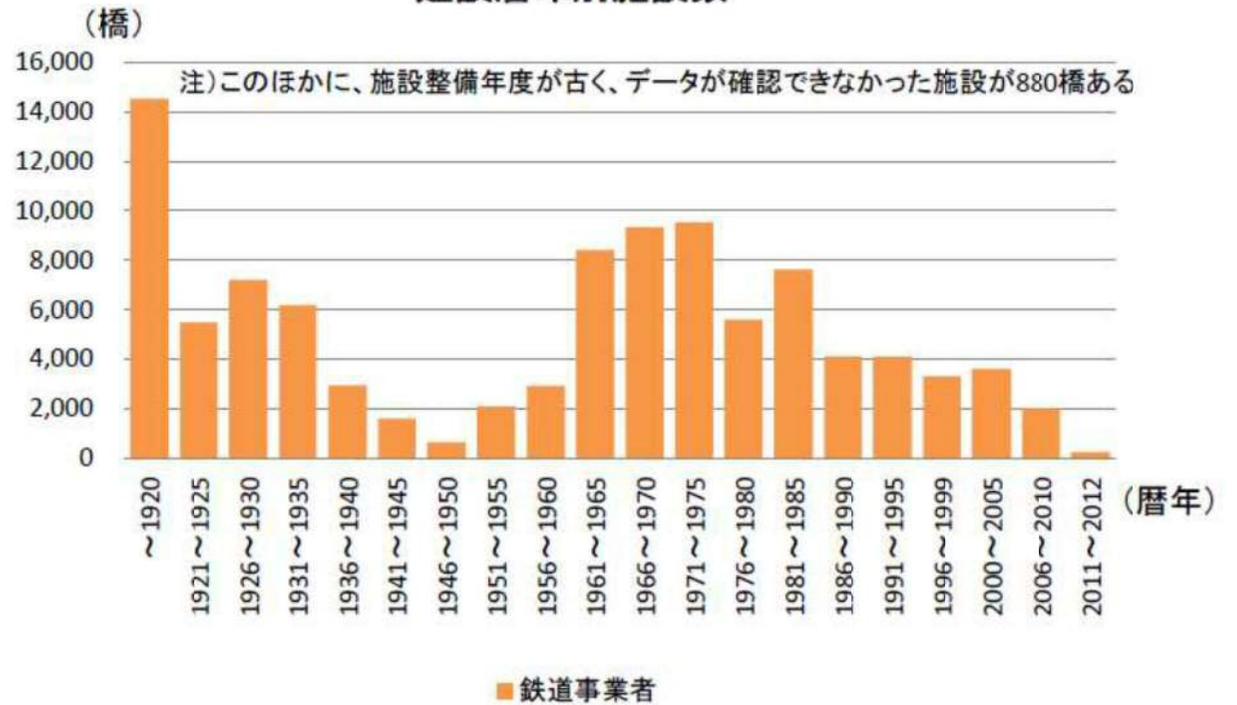


鉄道(橋梁)

管理者ごとの施設数

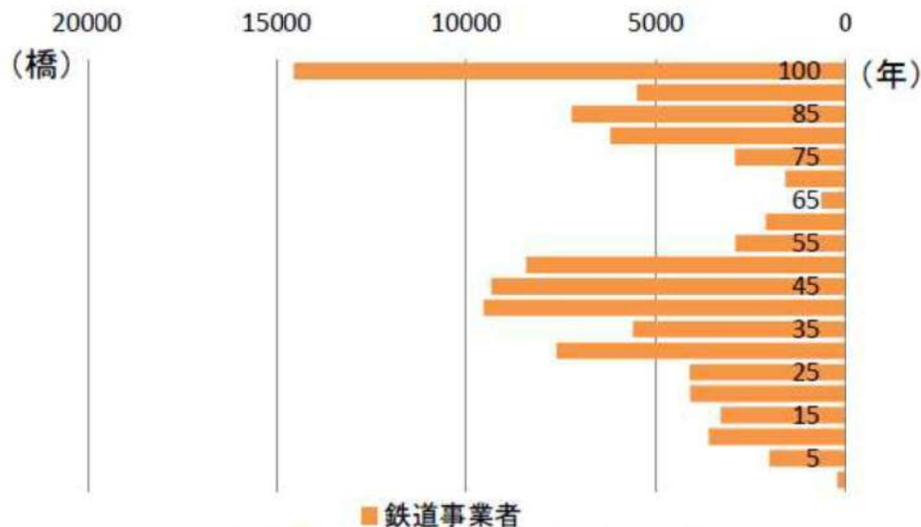


建設暦年別施設数



平均年齢:56年

ストックピラミッド



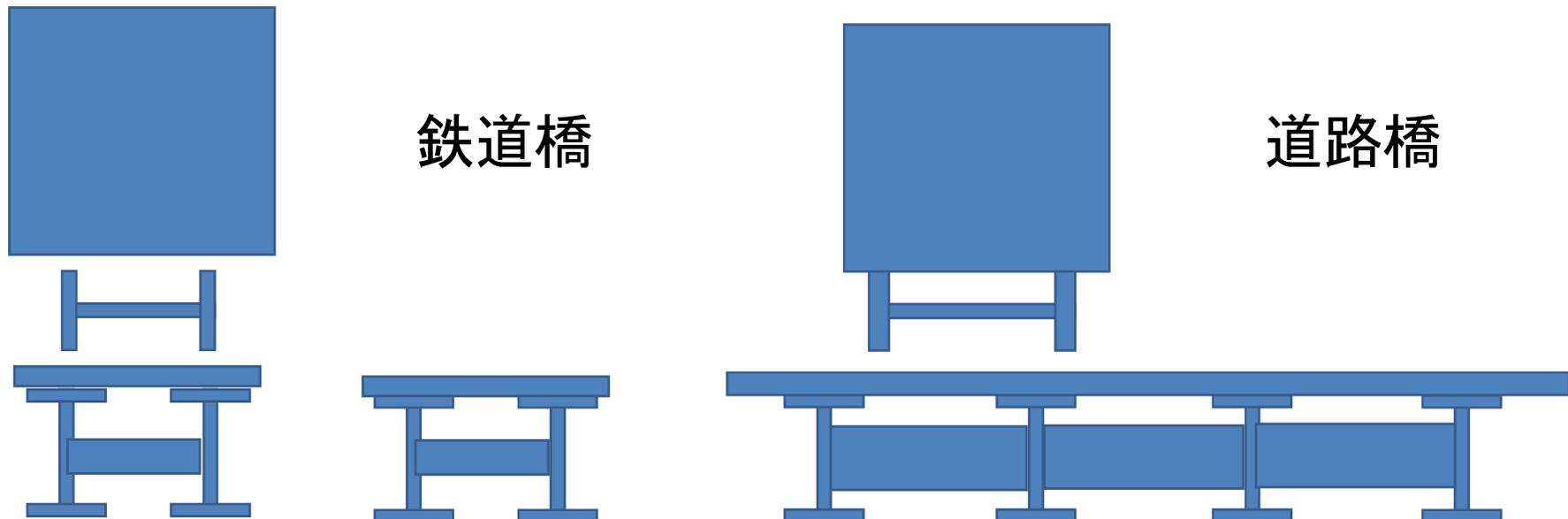
注)平均年齢は、建設年度が把握されている施設の平均

鉄道橋は縦、道路橋は横

- 鉄道橋は活荷重と構造体が1対1
- 道路橋は複数の構造体が分担する構造
- 余力は大きいがたわみによる2次応力が大きい

いつまで『2次応力』で済ませておくのか！

発見！ 平面内の構造として設計する教育課程の橋梁設計（工学）は鉄道橋のもの、
このまま道路橋には適用できない（とくに疲労設計）



5. 橋梁メーカーは橋を最後まで造っていない

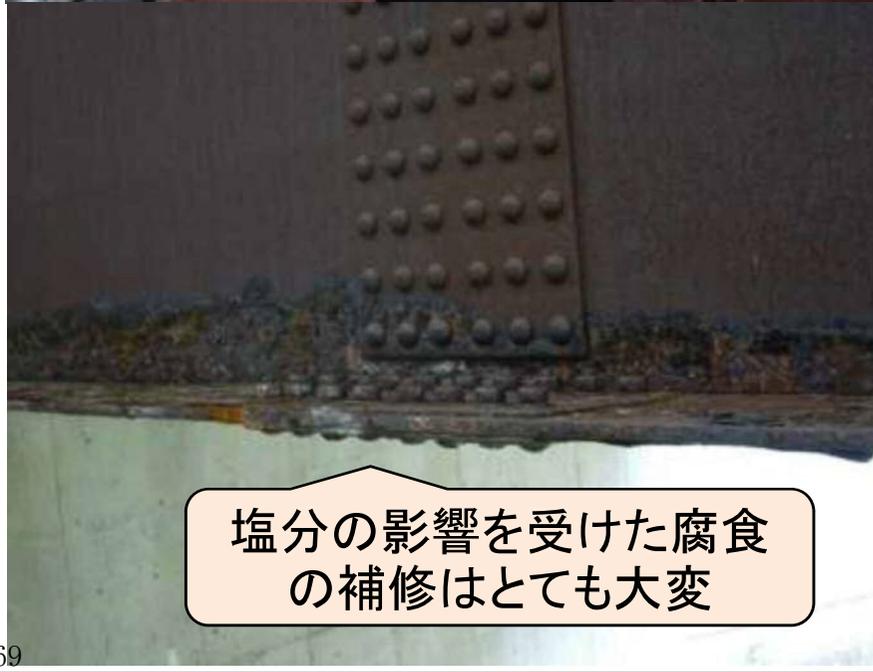
- 床版を打設し、舗装を敷設し、かつ排水設備が整って初めて橋として供用できる
 - ✓ 桁の架設までで引き上げてしまう橋梁メーカーは橋を完成させていない
 - ✓ だから製品としての新たなアイデアが出てこないのではないか
- ほとんどの橋の前後は土工区間、地震後や圧密沈下で段差を生じては橋として機能しない
- スラブドレン、舗装を浸透した水が床版の不陸による凹部に滞水、床版損傷の主因の一つに
 - ✓ 苦し紛れに滞水箇所を削孔、水が出て当たり前、副作用を考えているか

スラブドレンの不備で著しい腐食

排水パイプの不在



接続部からの漏れ



塩分の影響を受けた腐食
の補修はとても大変

配水管が道路の電柱と電線に見える



地覆、排水枘周囲の舗装

斜線部は舗装の浮き、
水が入っている疑いあり
ここも締め固め困難

排水枘周囲の舗装、
十分な締め固めは困難
雨水が浸透していないか？



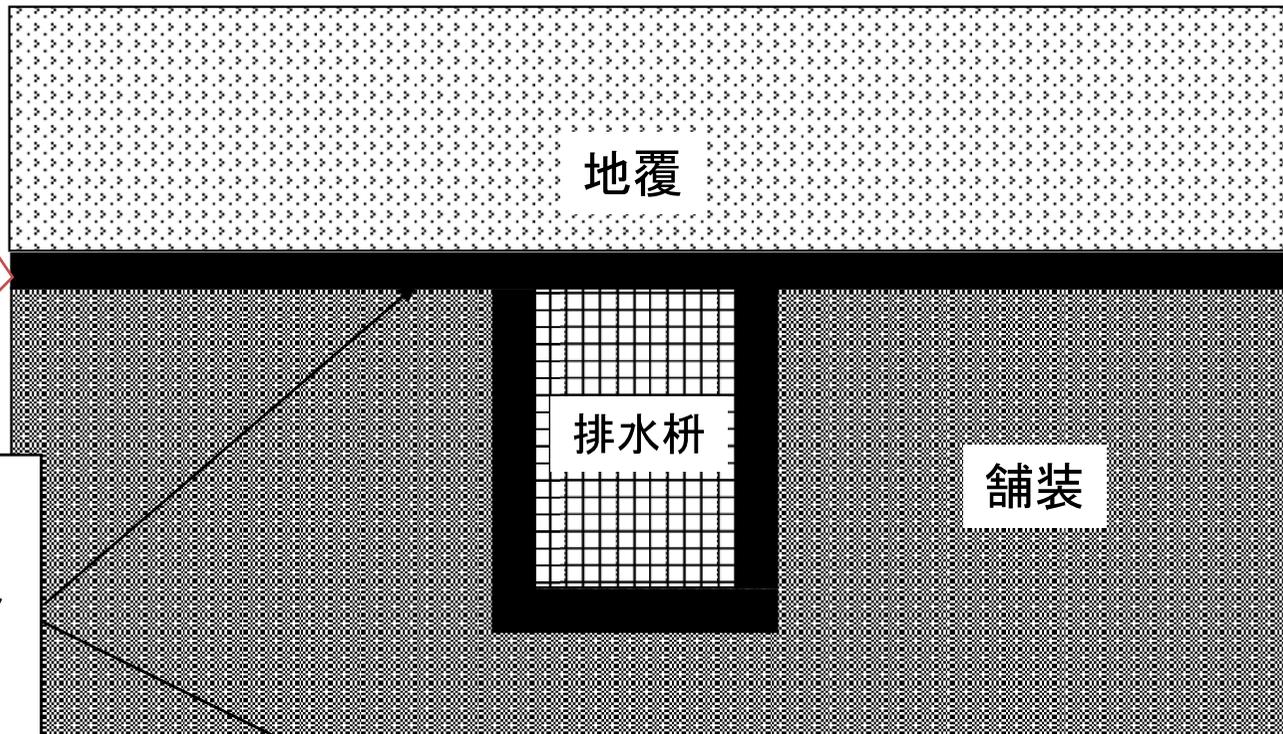
防水層があることで舗装の止水性が疎かになっていないか！

舗装の締固め困難なエリアを 加熱流し込み型のアスファルトに置換え

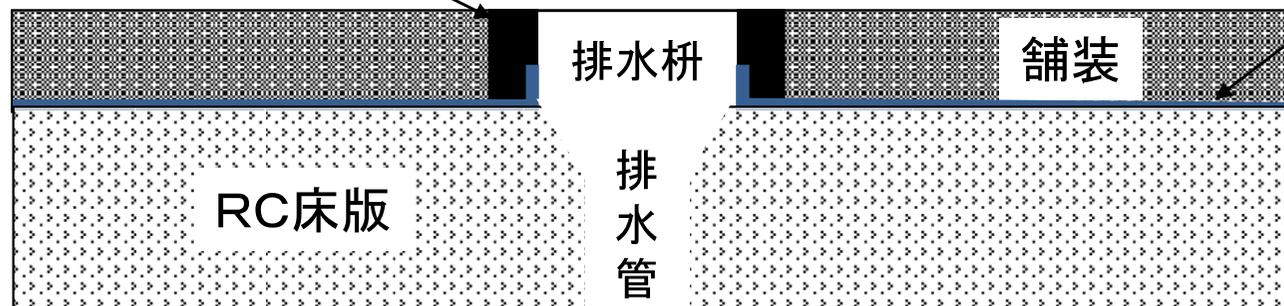
この辺りの
舗装は
強度より
も止水性

原因がわ
かれば対
処法もす
ぐに浮か
びます

流し込み
アスファルト
V字型でも



防水層



6. これから求められる鋼橋の設計

- ✓ 鋼橋である前に、橋として必要な要件を残らず備えていること
- ✓ 橋として供用するために必要な隣接技術（舗装、排水etc）についての意識と知識が不可欠
- ✓ 必然的に耐久性向上のために考慮すべきことのメニューが広がるはず
- ✓ 標準設計タイプもあって良いが、それはメーカーごとに仕様が違ってしかるべき

それでは設計法としては？

部分係数法の導入も大事ですが、

- 限界状態に応じた設計計算モデルとセットの設計法を
- 手計算時代の縛りを払拭し、精度と自由度の高い設計法の開発を
- 地震時における橋全体系の動き、挙動による局所の限界状態を表現、評価できる設計法（熊本の教訓）
- 3次元FEMの活用を進めるべきではないか

おわりに

もしかすると、『鋼橋』という言葉が発想を狭めているのかもしれない

あえて禁句にしてはいかがでしょうか

~~鋼橋~~

ご清聴ありがとうございました