

身近な構造物を見る

- ローカルな腐食環境と維持管理 -

松江工業高等専門学校 環境・建設工学科

松崎靖彦

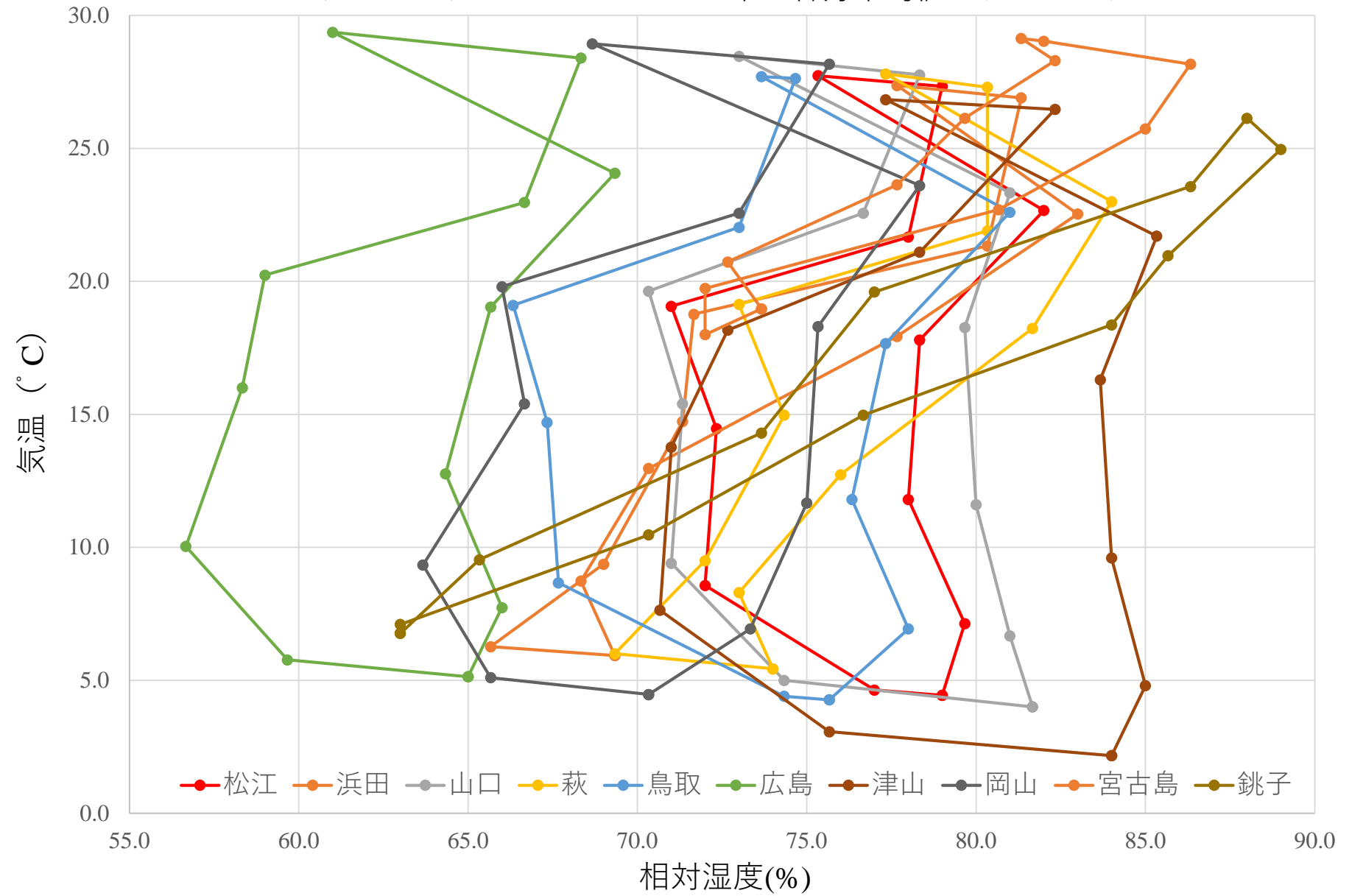
目次

1. ローカルな腐食環境
 - (1)日本海側と瀬戸内側の温湿度
 - (2)島根県内の飛来塩と松江市内の構造物
2. 維持管理【疲労】
 - (1)SN線図
 - (2)望ましくない現場溶接
 - (3)照査の省略できる5条件
3. 維持管理【腐食】
 - (1)分かってきたこと
 - (2)局所の環境を改善する？
4. 今後の点検・維持管理

1. ローカルな腐食環境

(1) 日本海側と瀬戸内側の温湿度

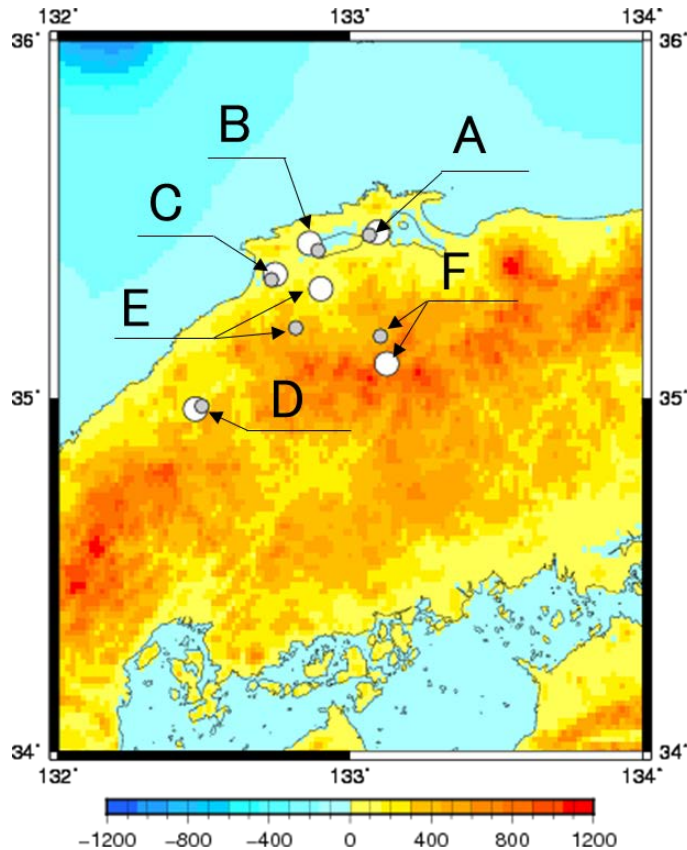
アメダスデータによる2016~2018年の各月平均値のクライモグラフ



1. ローカルな腐食環境

調査概要

(2) 島根県内の飛来塩と松江市内の構造物



● 対象橋梁 ○ 気象観測所

2017年10月から2018年9月の1年間

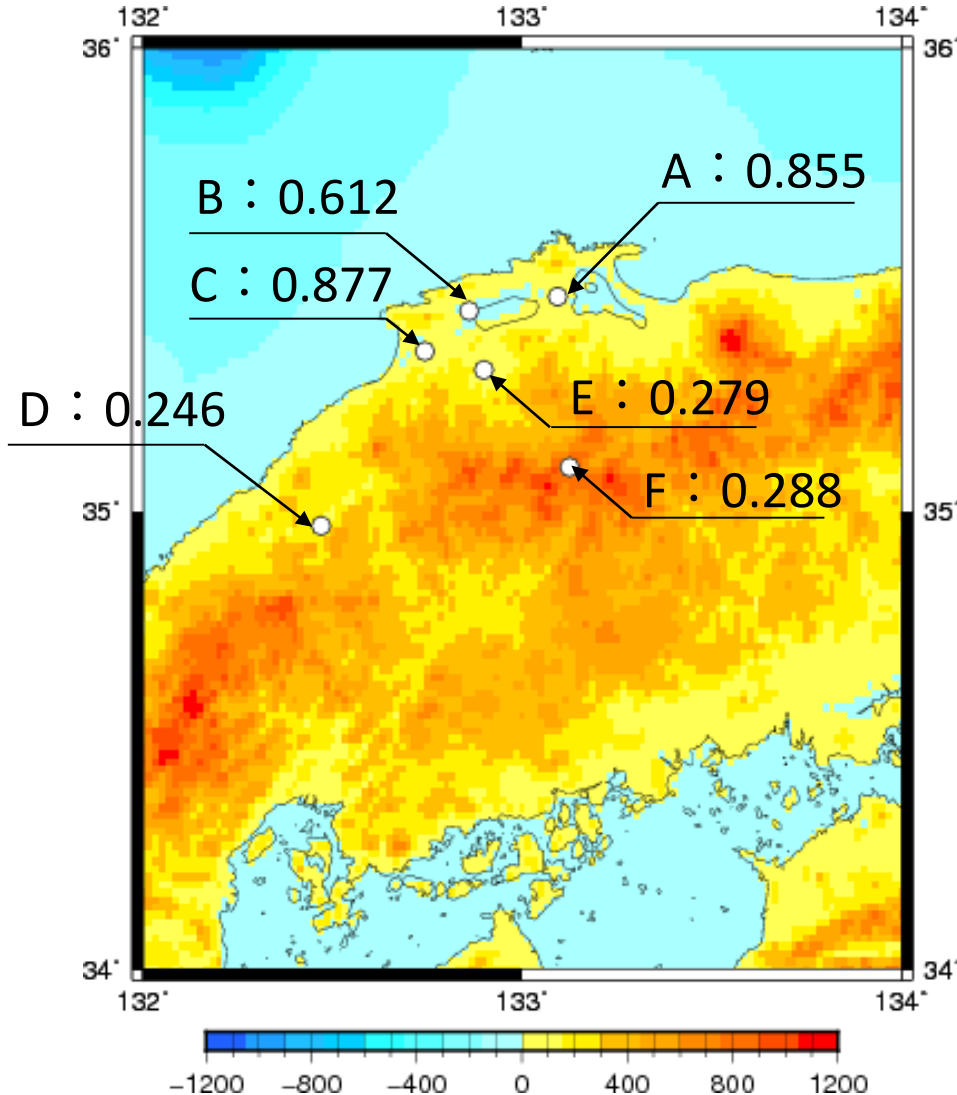
対象橋梁	ガーゼ面方向	気象観測所	距離
A	W-E	松江	約3km
B	W-E	斐川	約3km
C	NW-SE	出雲	約2km
D	NNE-SSW	川本	約2km
E	NE-SE	掛合	約14km
F	NNW-SSE	横田	約9km



“気象データを用いた飛来塩分量の空間分布予測”

松江工業高等専門学校 大屋 誠, 武邊勝道, 広瀬 望, 糸賀俊輝, 白子喜悠
令和元年度全国大会 第74回年次学術講演会概要集

飛来塩分C[mdd]の空間分布



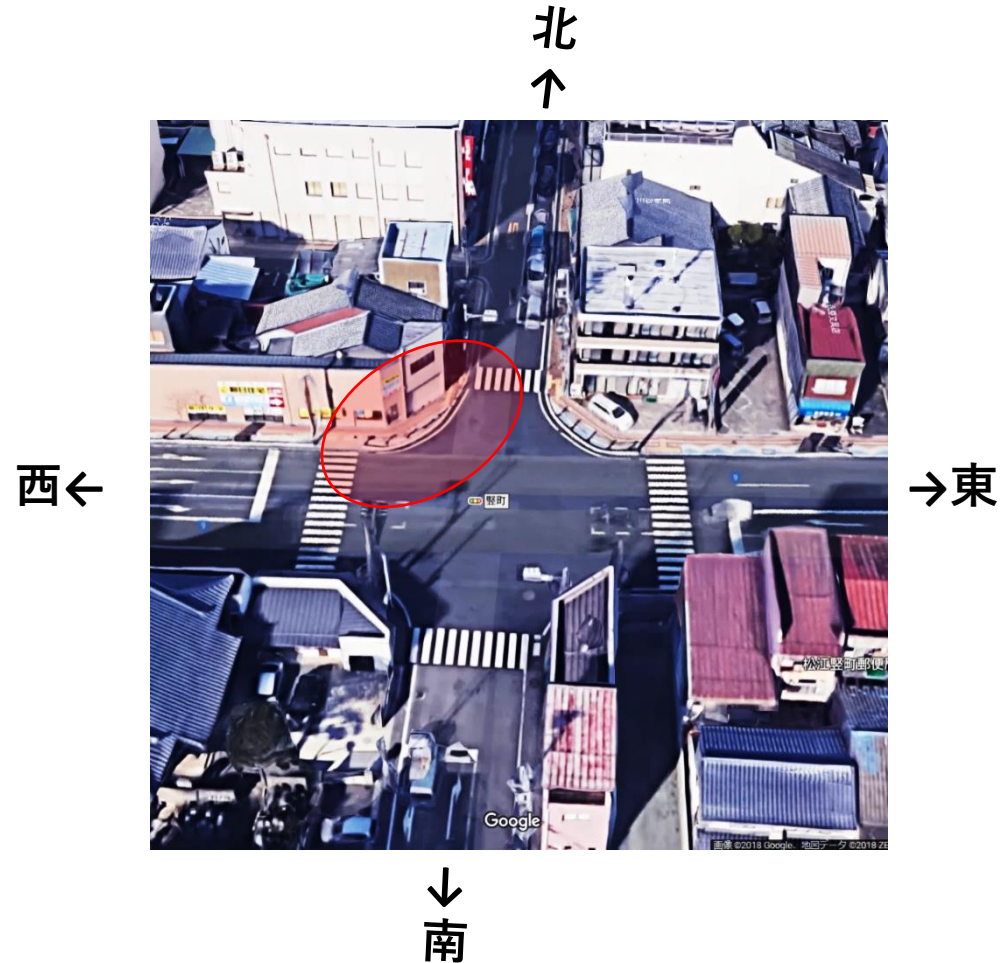
- 出雲から松江の平野部の飛来塩分量は、同程度の非常に高い値を示す。
(橋梁AからC)
- 橋梁DとEは、それぞれ1級河川の江の川と斐伊川の上流部で、平野部に比べ飛来塩分量は小さくなっている。
- 橋梁Fは島根県と広島県の県境に架かる橋で、離岸距離が約50kmであるが、飛来塩分量は0.288mddと橋梁DやEと同程度の値を示している。

$$\text{mdd} = \frac{\text{塩分量}(\text{mg})}{\{\text{計測期間}(\text{日}) \times \text{捕集面積}(\text{dm}^2)\}}$$

1) 車両防護柵

○南東面（一日中直射を浴びる面）で塗膜劣化が激しく進行
：紫外線？

○ビーム下面で腐食が進行
：西風による飛来塩？



2) 付近の鋼部材

○紫外線の影響

○潮風の影響（雨がかりのない最も過酷な腐食環境）

歩車道境界防護柵

ガードビームの脱落

極度の腐食の進行

+

衝突荷重？



景観対応の防護柵：そう古くない？



2) 付近の鋼部材

紫外線の影響

地上機器（電線共同溝）



2) 付近の鋼部材

潮風の影響

宍道湖大橋橋台部 桁下

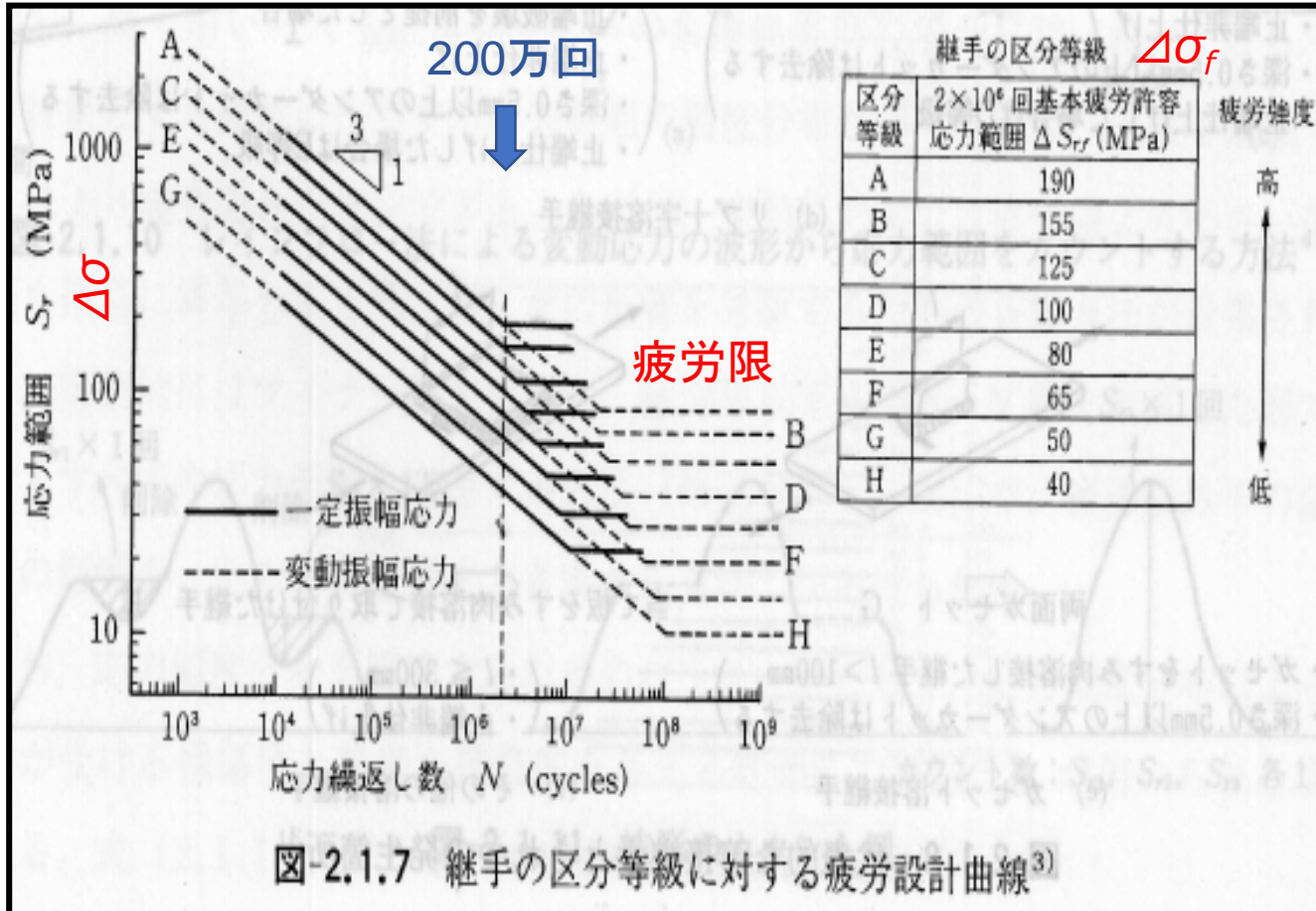


雨あたりがなく、
過酷な環境（竣工後18年）
○亜鉛めっきの消耗
○塗膜下での腐食進行



2. 維持管理【疲労】 (1)SN線図

SN線図と疲労強度等級 応力範囲と繰り返し数の関係



$$\Delta\sigma^m \cdot N = C_0$$

$$C_0 = 2 \times 10^6 \cdot \Delta\sigma_f^m$$

Δσ : 応力範囲

m : SN線図の勾配

N : 疲労寿命

C₀ : 継手定数

Δσ_f : 2×10⁶回基本

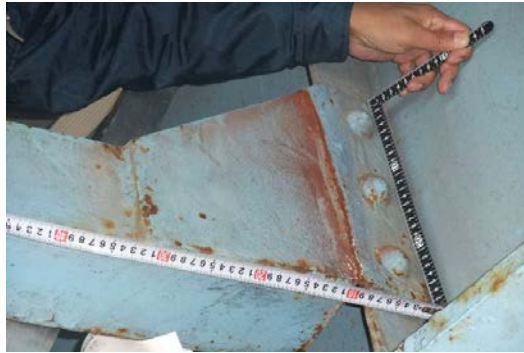
許容応力範囲

「疲労限」を上回る応力履歴は蓄積する
鋼道路橋の疲労設計指針より抜粋

Δσ → 1/2 となると N → ?回

対傾構ガセットプレートで破断

すみ肉溶接サイズ $S < 4\text{mm}$
まわし溶接がされていない



対傾構取付部V.Stiffで亀裂

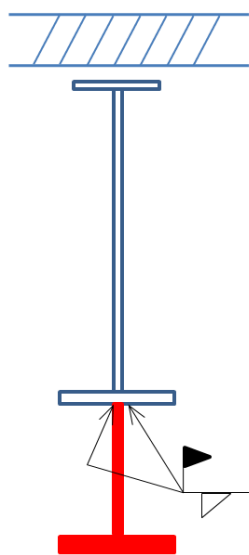


これまでに生じた亀裂
たかだか20～30年の経年？
疲労：100年～200年を
見据える必要がある

2. 維持管理【疲労】

(2)望ましくない現場溶接

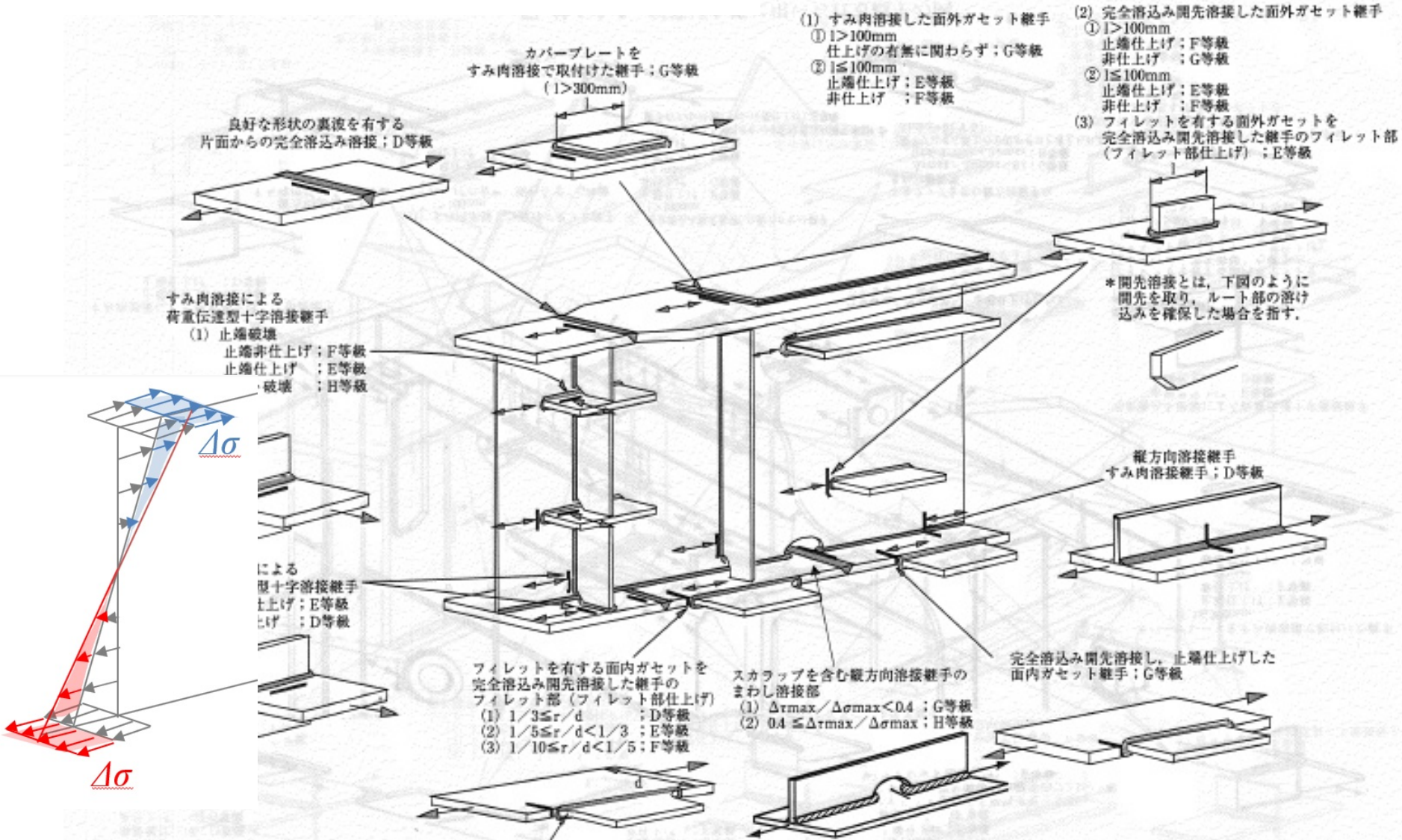
現場溶接された断面補強
なんと下フランジ下面！



- 主桁部材中で最も高い応力が生ずる箇所
- 溶接による拘束応力の発生，溶接欠陥の発生，疲労強度の低下
- 思うほど効かない（後付けの補強部材は後荷重にのみ有効）

2. 維持管理【疲労】

(3)照査の省略できる5条件



“鋼道路橋の疲労設計指針”より

図付 1.2.1 鋼鉄けた橋に用いられる継手の例

8.2 応力による疲労照査

道示 II 鋼橋・鋼部材編

8.2.1 照査の基本

- (1) 応力による疲労照査では，継手部に作用する応力範囲とその繰返し数による影響を適切に評価しなければならない。
- (2) 大型の自動車の繰返し载荷の影響に対しては，8.2.2 から 8.5 までの規定を満足すれば，疲労に対する安全性が確保されるとみなしてよい。

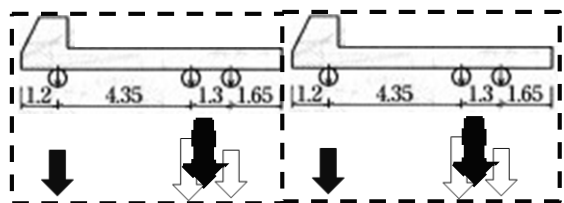
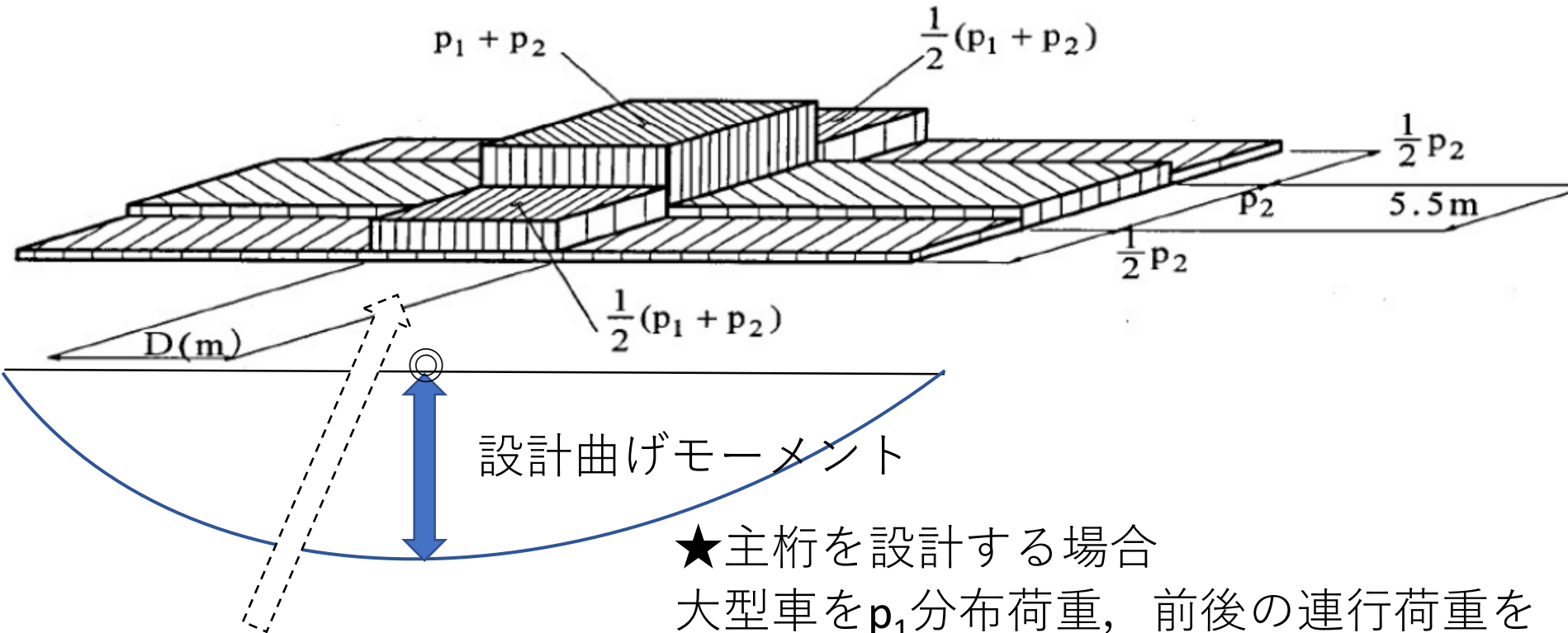
なお，表-8.2.1 の条件を全て満足する場合には，8.2.3 の規定によらず疲労に対する安全性が確保されているものとみなしてよい。

表-8.2.1 疲労に対する安全性が確保されているとみなしてよい条件

橋梁形式	コンクリート床版を有する鋼桁橋
使用継手	8.3.2 の規定において疲労強度等級 A から F 等級に分類される継手
使用鋼種	SS400, SM400, SM490, SM490Y, SM520, SMA400, SMA490, SBHS400
支間長	最小支間長が 50m 以上
$ADTT_{SLi}$	1,000 台 / (日・車線) 以下

活荷重：主桁を設計する場合L荷重

⇔疲労設計に用いるF荷重（T荷重）



★主桁を設計する場合
大型車を p_1 分布荷重，前後の連行荷重を p_2 荷重に模している。

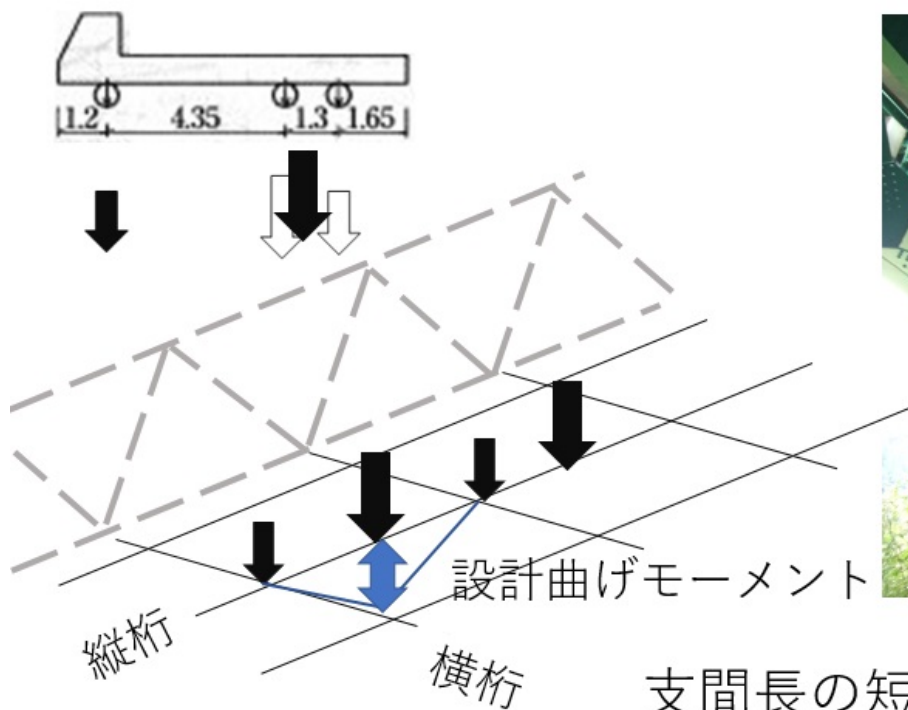
★連行荷重が1回通った時の応答値で設計する（車軸の数は問題にならない）。

“鋼道路橋の疲労設計指針”より
大型トラックの一例

大型トラック	平均重量 16.75 t 最大重量 45.20 t 最小重量 3.80 t	全長 8.50 m 車幅 1.95 m	
(LT)	分布形 対数正規 標準偏差 6.29 t		
			1軸目：14.1% 2軸目：54.8%，3軸目：31.1%

活荷重：床組を設計する場合 T荷重

支間長の短い床組（縦桁・横桁）は車軸1軸が通った時の応答値で設計する → 軸数分が繰り返し回数になる



支間長の短い部材ほど疲労の影響を受けやすい

3. 維持管理【腐食】

(1)分かってきたこと

塗り替えても新品にならない？

疲労の影響を受ける場合：蓄積する

塗り替え時の**表面状態**が耐久性を左右する（新品となれない場合が多い）

鋼構造物でも塩害に留意が必要

泥分，コケ，さらに**塩分環境のさび**は腐食速度を速める

塩化物イオンはさび底へ濃縮 ブラスト，水洗しても1回

では落ちない？ ⇒ 塩分環境の有無を知るのが重要

3. 維持管理【腐食】

(2)局所の環境を改善する？
支承周りの補修は大変

激しいさびの下は溶接線で切れていた



桁端部の環境改善



竣工後20年で補修工事がされていたが、同じ個所が
10年たち再劣化，切落すことにしました。

4. 今後の点検・維持管理

(1) 塩分環境，大型車交通量の有無による重みづけ

⇒ 近接目視や触診が省略できる可能性は？

(2) 劣化速度に配慮した補修の対応

支承周りは劣化速度が速い！要注意です

⇒ 点検時の近接目視に加え，支承周りだけでも高圧水洗浄したら？

(3) 点検経験の共有化

疲労亀裂を見たことがありますか？

⇒ 憂慮する劣化・損傷結果を希望する技術者が現場で見る機会が作れませんか？

番外 【ドイツで見かけた支承】



←ローラー沓

ゴム沓→



S橋のピン・ローラ支承



松江市内の小橋梁S56年3月竣工（38年経年）





一般外部部の塩分量は？ これでも放っておける？

支承周り：
さびと泥
腐食速度は速い

ご清聴ありがとうございました

技術相談・今後の社会人教育など，松江
高専へのご意見やご要望をお寄せくださ
い。