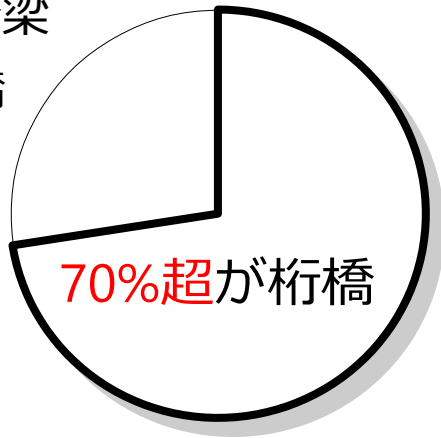


非合成連続多主桁橋の主桁数が 冗長性に及ぼす影響

構造強度学研究室

加藤 慶一

国内の橋梁
約17万橋



損傷事例 **多**

部材損傷後の耐荷性能
(= **冗長性**)
を評価することが重要

一般的な考え

冗長性は 多主桁橋 > 少数主桁橋

⇒ 主桁数が**冗長性**に及ぼす影響は不明

冗長性に関する研究

- ・ 非合成 **5** 主桁橋 (竹田ら)
- ・ 合成 **3** 主桁橋 (岩坪ら)
- ⋮

モデル化方法などがバラバラで、
これらを比較できない

多主桁橋の**主桁数**が**冗長性**に及ぼす影響を明らかにする

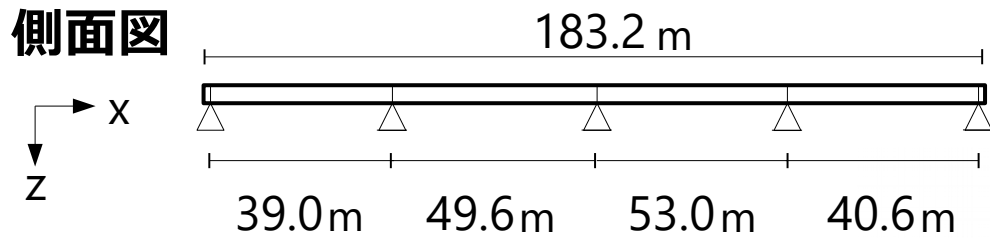
健全時には同程度の耐荷性能を保持する **5主桁橋** **4主桁橋** **3主桁橋**

供用中

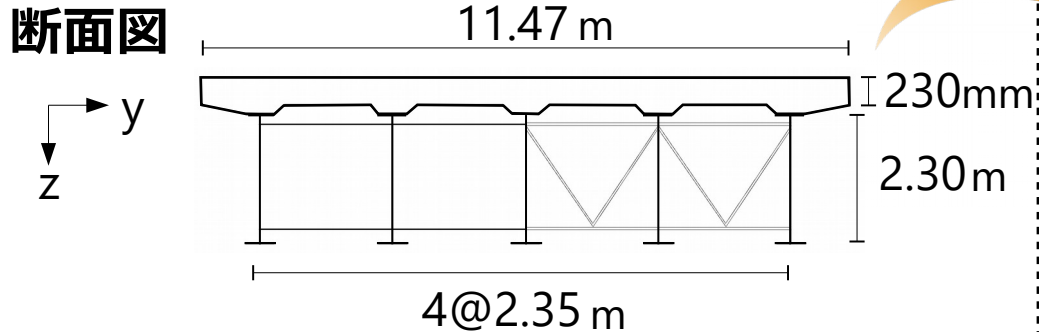
加藤が設計

4径間連続非合成 **5主桁橋** (宮城県)

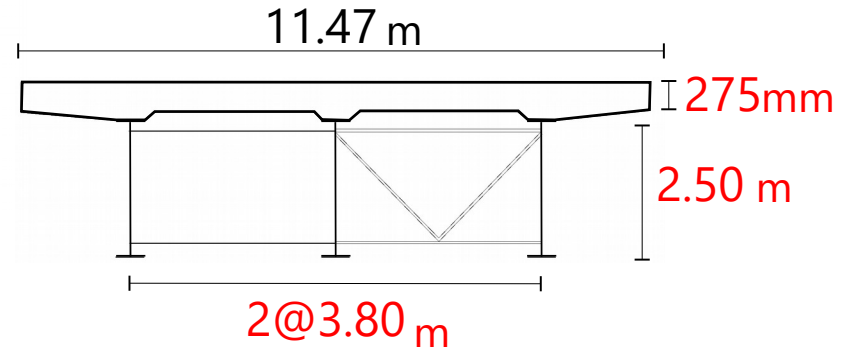
側面図



断面図



橋長・径間長・幅員は同じ
主桁数を減らす



設計の一例

5主桁橋のある区間の外桁の
曲げ圧縮応力について,

$$\frac{\text{作用値}}{\text{制限値}} = 0.5$$

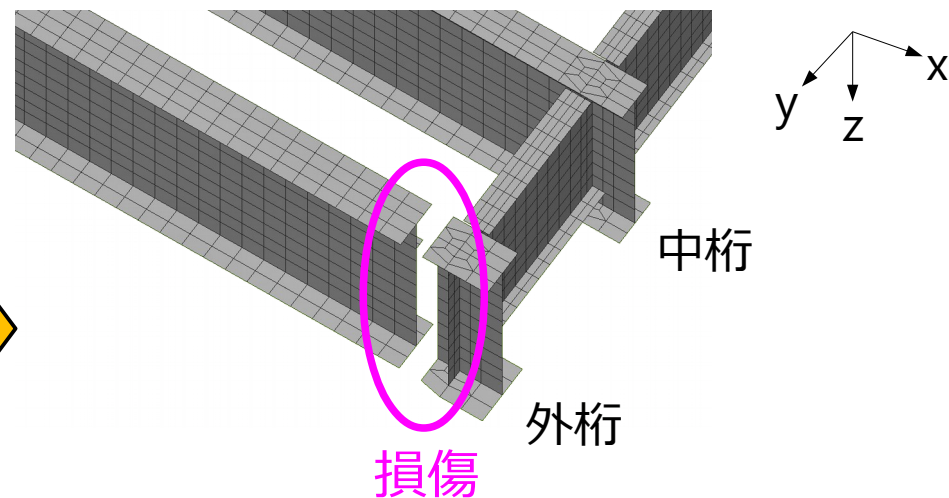
4・3主桁橋の同区間の
それを **3%** 以内に収めた

$$0.485 \leq \frac{\text{作用値}}{\text{制限値}} \leq 0.515$$

全ての部材を
この方法で設計



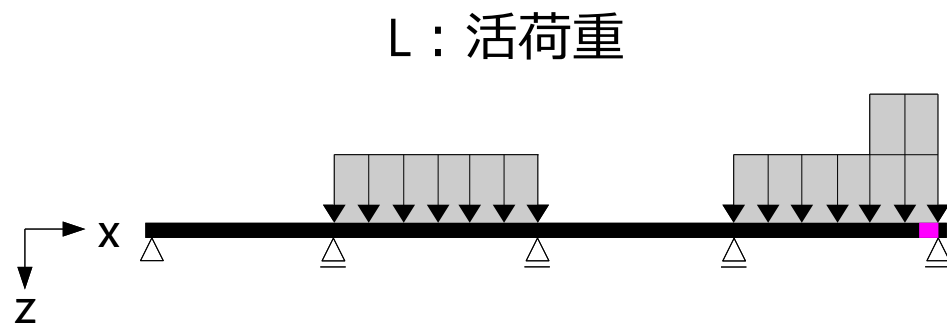
主桁の疲労き裂



外桁を橋軸方向に
1要素分除去

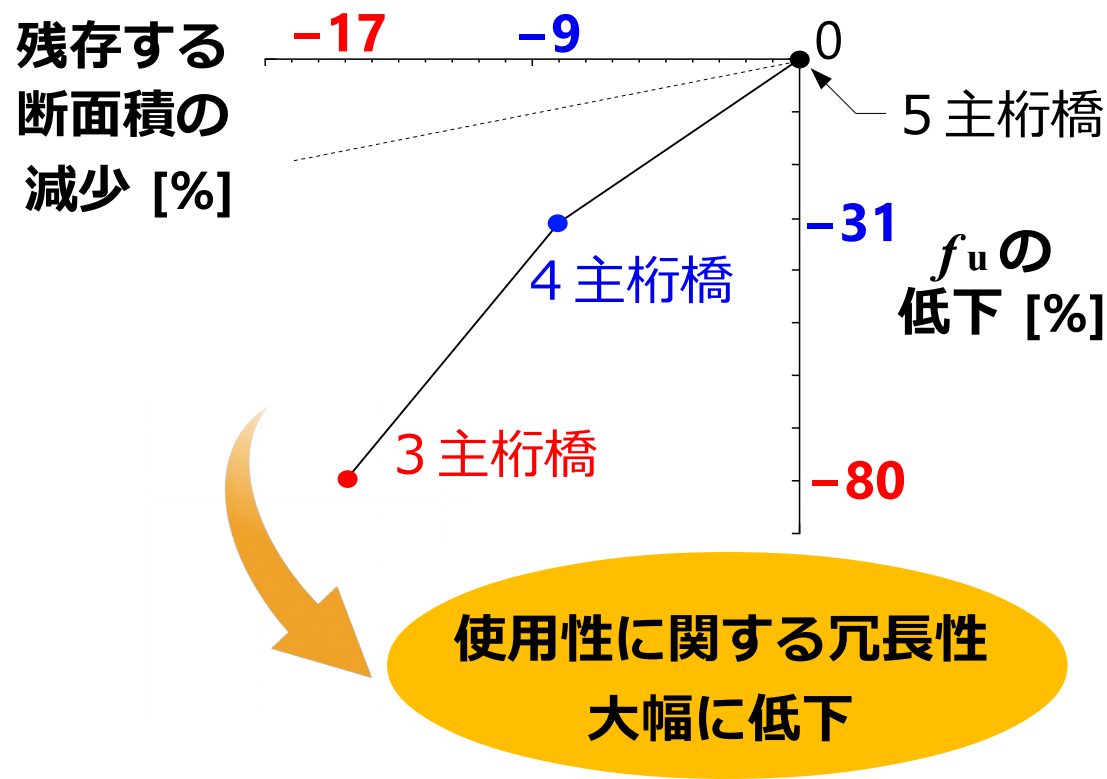
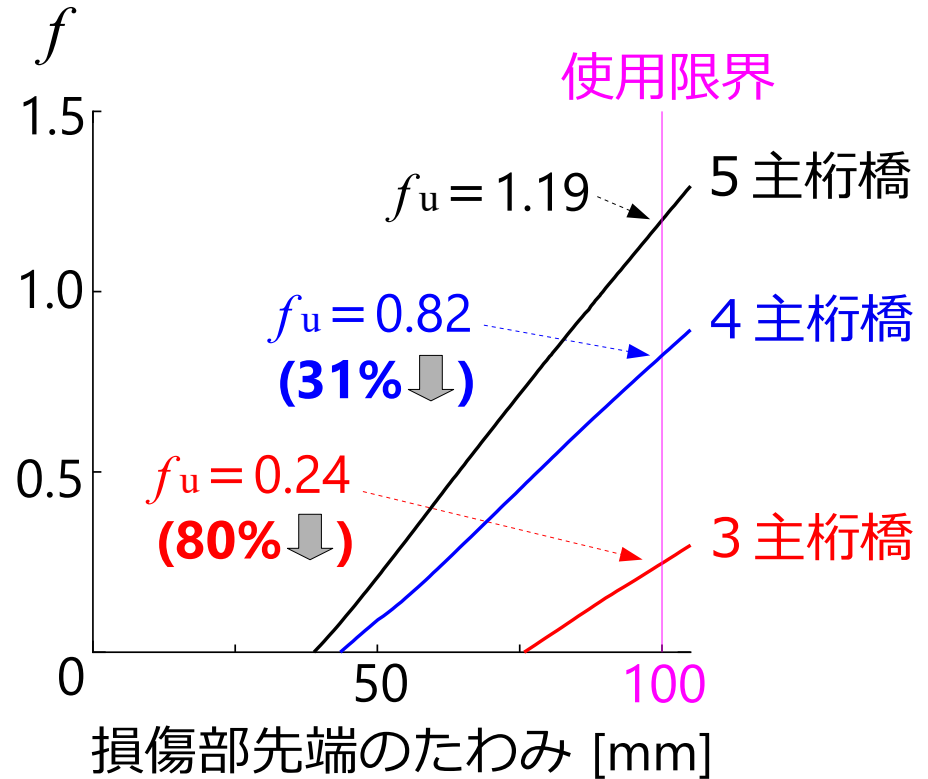
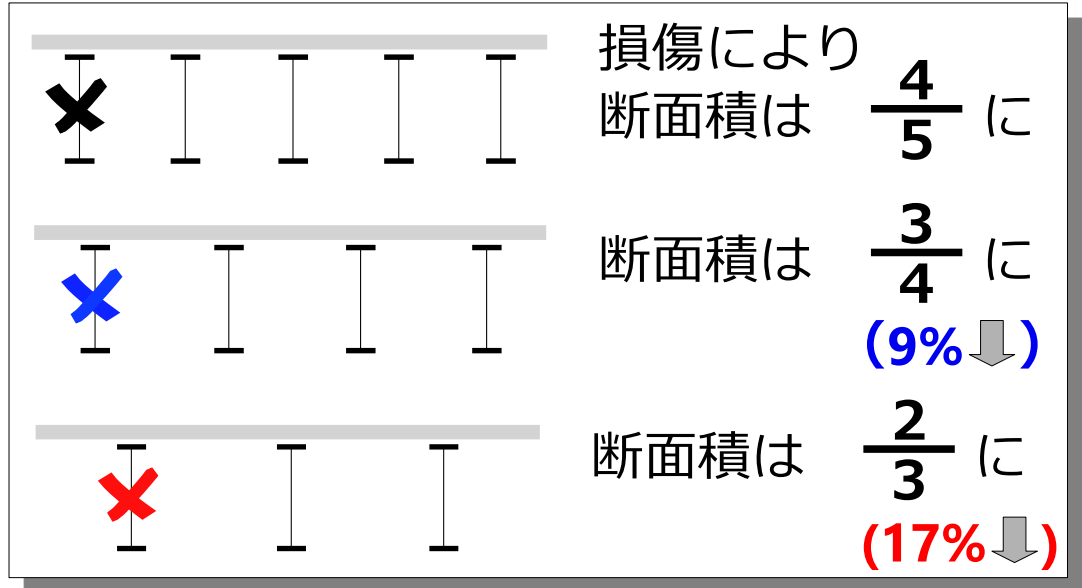
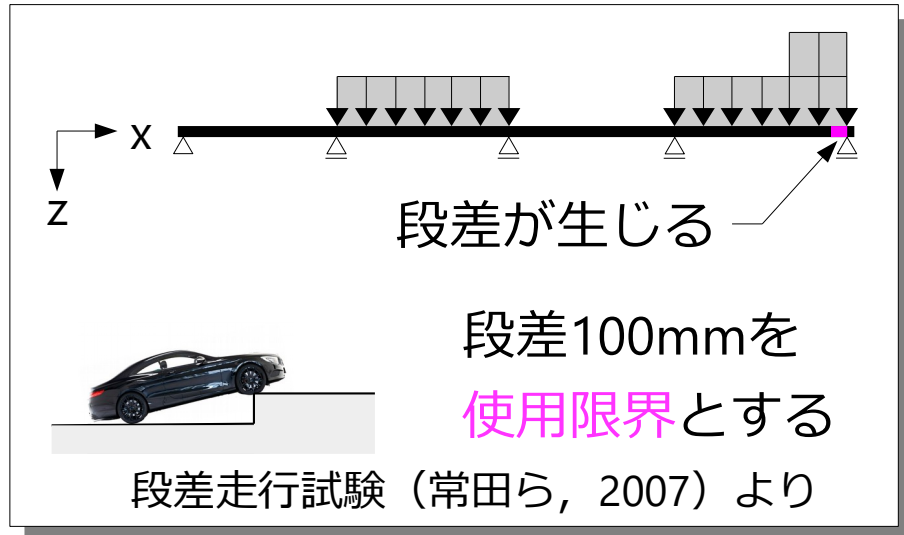
$D + f \cdot L$
D : 死荷重
L : 活荷重
f : 荷重パラメータ

f を漸増させながら非線形解析を行う
(幾何学的・材料非線形性を考慮する)

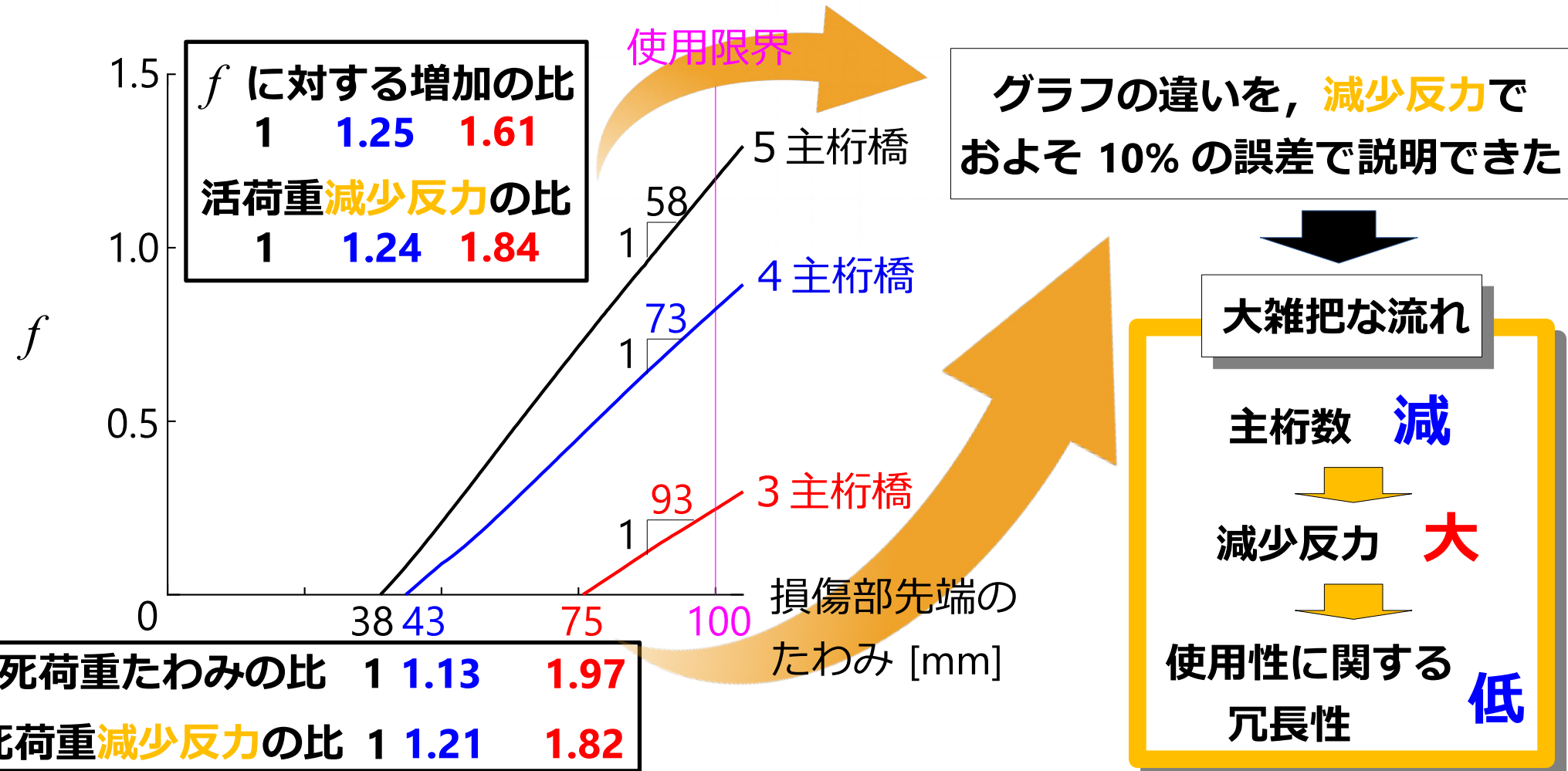
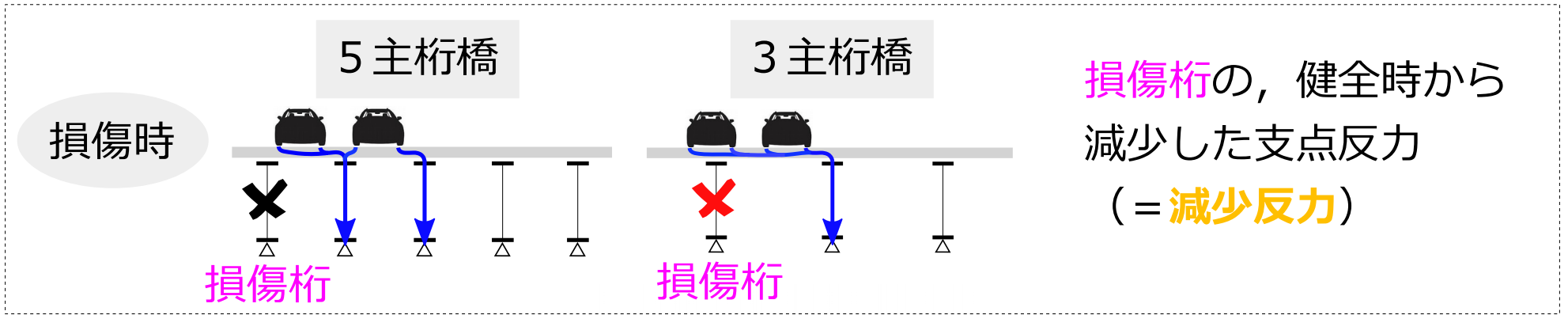


損傷部のせん断力が最大

結果：使用性に関する冗長性



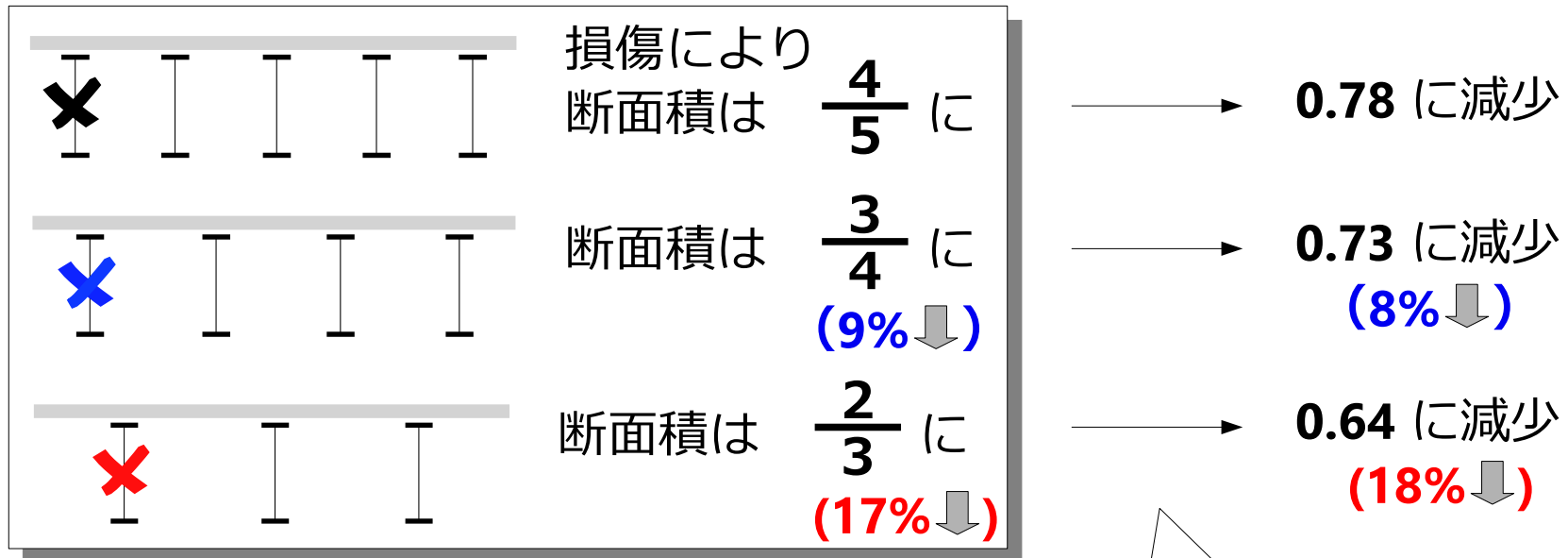
支点反力の減少による，冗長性低下のメカニズム



- 多主桁橋の主桁数が冗長性に及ぼす影響を定量的に明らかにした.
- 5主桁橋に対する4主桁橋および3主桁橋の使用性に関する冗長性の低下は、主桁数が減少する影響以上に大きくなってしまふ.
- この理由を、減少反力でほぼ説明できた.

主桁 1 本の損傷の, 主桁数による影響の違い

5・4・3主桁橋で主桁を1本損傷することの影響は順に大きくなり, その影響の違いを, **残存する断面積の減少の程度**で定量化した.



厳密に言うと

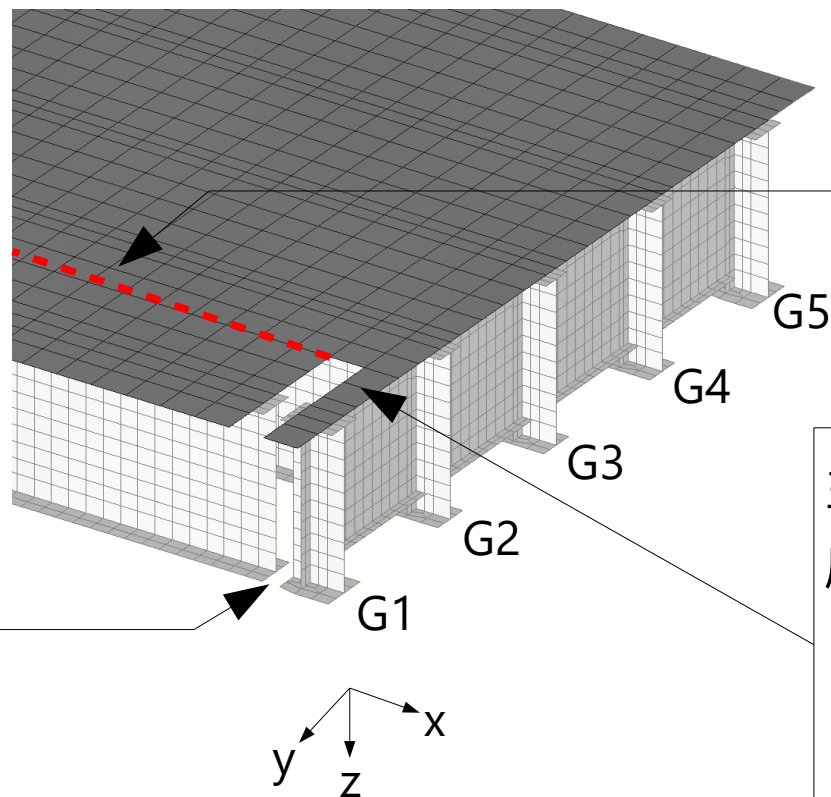
f_u の低下 (31%・80%) は, 上の青字・赤字よりも大きいため, 主桁数の減少により冗長性は低下するが, **その影響以上に冗長性は低下してしまうと判断**



疲労き裂の進展を想定

モデル化

主桁の要素を除去する



床版の荷重分配を無視

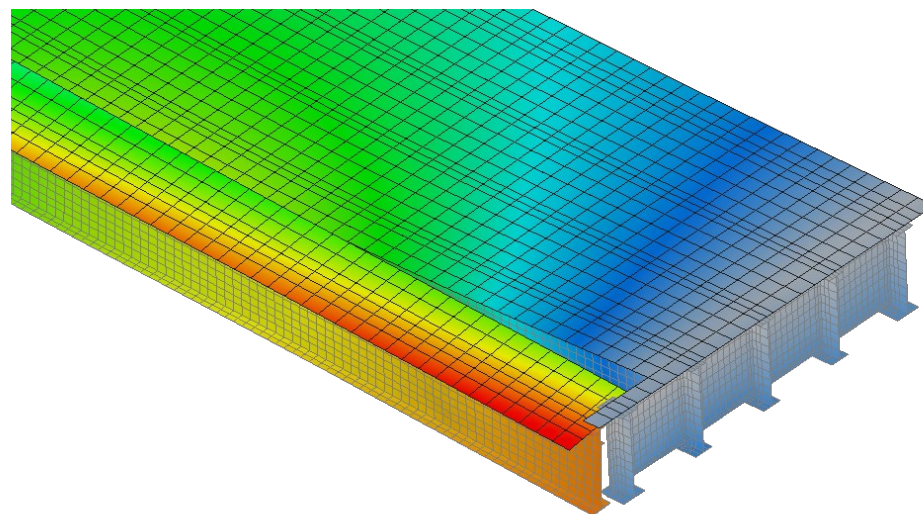
モデル化

スリットを入れる

主桁損傷部付近における床版の破壊を想定

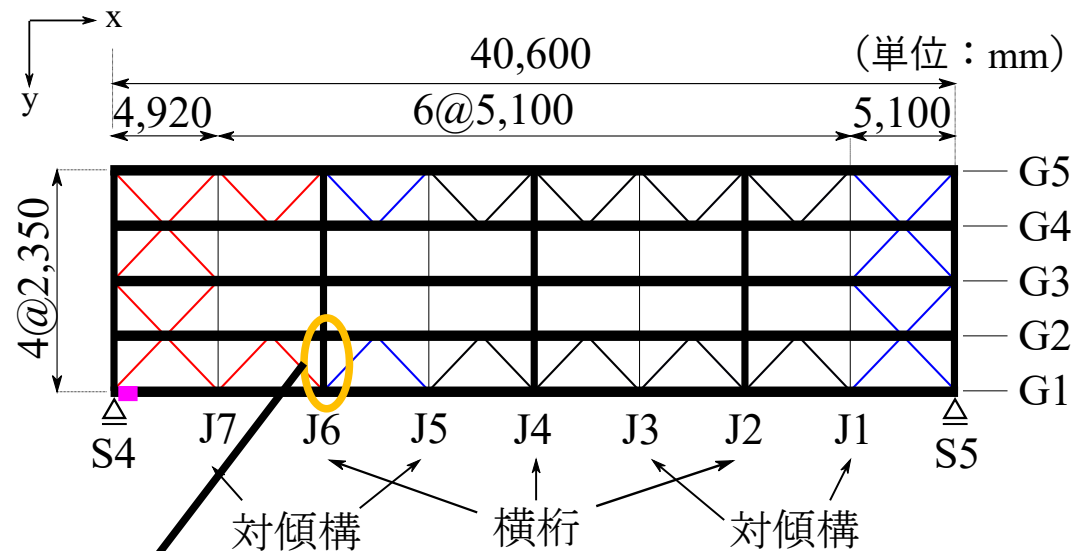
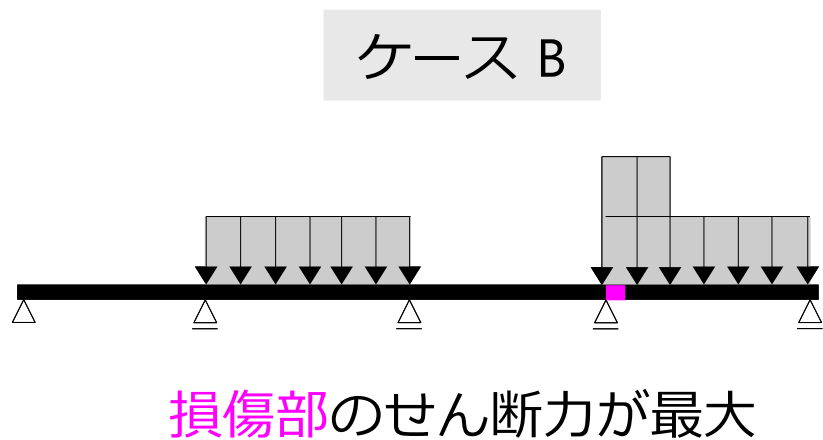
モデル化

床版の要素を除去

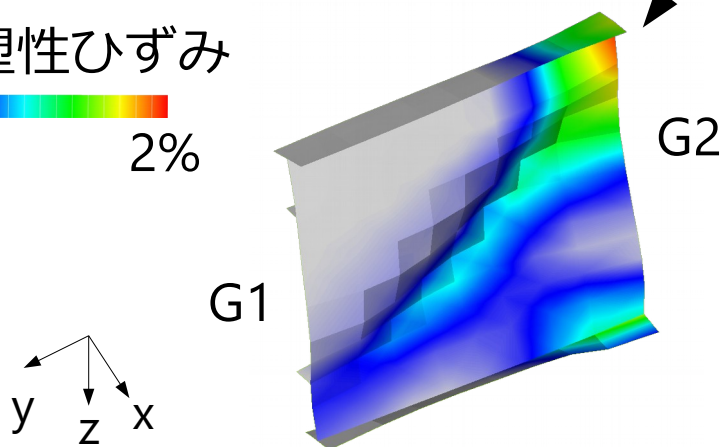


結果（２）：安全性に関する冗長性

損傷部に最も近い 横桁 の相当塑性ひずみが 2% = 終局限界



相当塑性ひずみ



終局限界に至る f は、
5 主桁橋に対して
4 主桁橋は **21%**、
3 主桁橋は **56%** も低下した