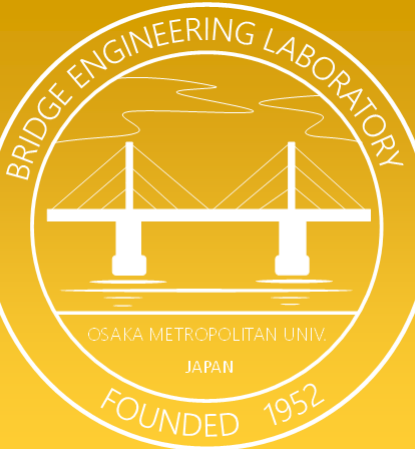


エンドプレート接合部を有する仮設橋の主桁荷重分担メカニズムに関する解析的研究

大阪公立大学大学院 工学研究科都市系専攻 橋梁工学研究室 李 若曦



仮設橋におけるエンドプレート接合部の構造詳細が荷重耐力および荷重再分配に与える影響の評価

BACKGROUND

- 近年、災害復旧や老朽化橋梁の更新工事に伴い、**エンドプレート接合部を有する仮設橋** (Fig.1) の需要が高まっている。
- この接合形式は構造が**簡易**である一方、**ボルトの降伏や破断が橋梁全体の荷重分担や耐荷性能に与える影響**は十分に解明されていない。
- 現場では過載荷や繰返し載荷、点検の遅れなどにより、ボルト損傷後も仮設橋が使用され続ける可能性があり、**使用限界状態を超えた挙動**の把握と残存耐力の評価が重要である^[1]。

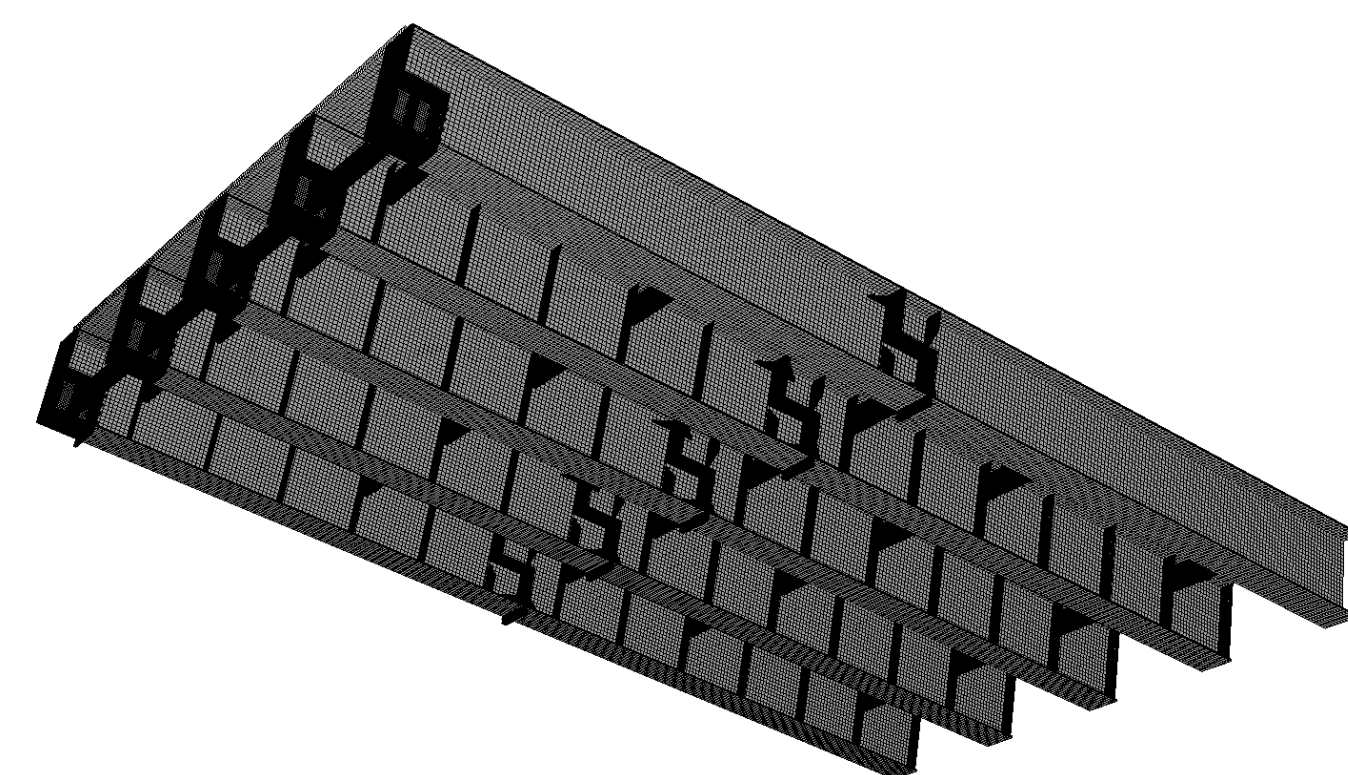
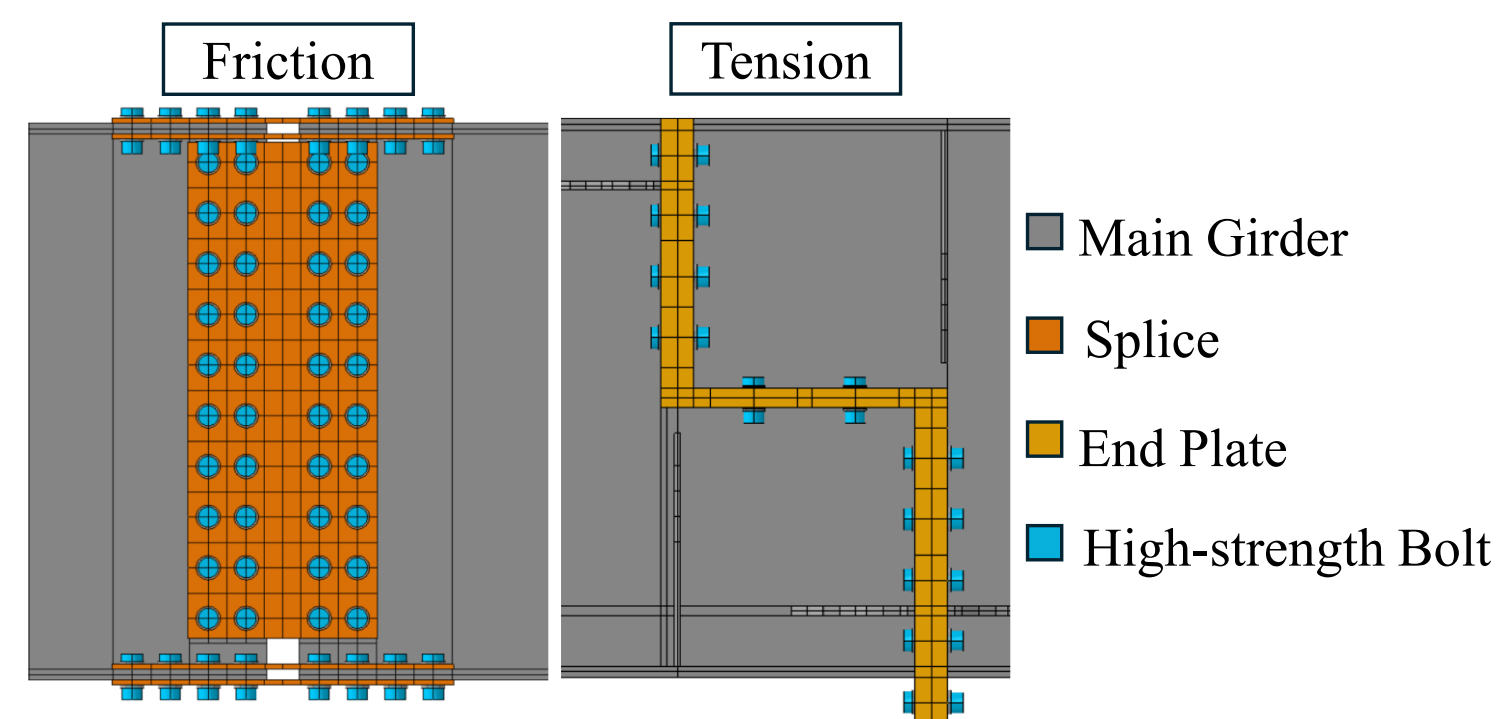


Fig. 1 Diagram of Friction Joints and Tension Joints

Fig. 2 Analysis Model and Mesh Division

METHOD

- Fig.1,2,3により、**スパン長11,750mm**の仮設橋を対象とし、**5本の主桁（間隔2,000mm）と6本の横桁**で構成された橋梁構造をモデル化した。
- 主桁は**M24・S10T高力ボルト**を用いた**L形切欠き付きエンドプレート接合部**で連結され、床版は**鋼製覆工板48枚**で構成され、弾性体としてモデル化されている。**活荷重はクレーン荷重（1,350kN + 450kN, 係数λ）**を想定し、最も不利な載荷位置で載荷を再現した。
- 解析ケースはFig.4に示すように、オリジナルモデルの**降伏順に従って**ボルトを無視することで損傷を再現し、Case-Fullを基準に**2×2, 2×4, 2×6**の段階的な損傷ケースを設定した。材料特性をTab.1に示す。

Table.1 Material Properties

部材	要素	鋼材	ヤング率 E(N/mm ²)	ポアソン比	降伏点 (N/mm ²)	メッシュ サイズ (mm)	構成則
エンドプレート		SS400			235	10	完全弾塑性
ボルトセット	ソリッド	S10T			973	3	降伏後のひずみ硬化を考慮
I-girder		SM490YA	200,000	0.3	365	50	完全弾塑性
床版		SM490			/	50	弾性
垂直補剛材	シェル	SS400			235	50	完全弾塑性

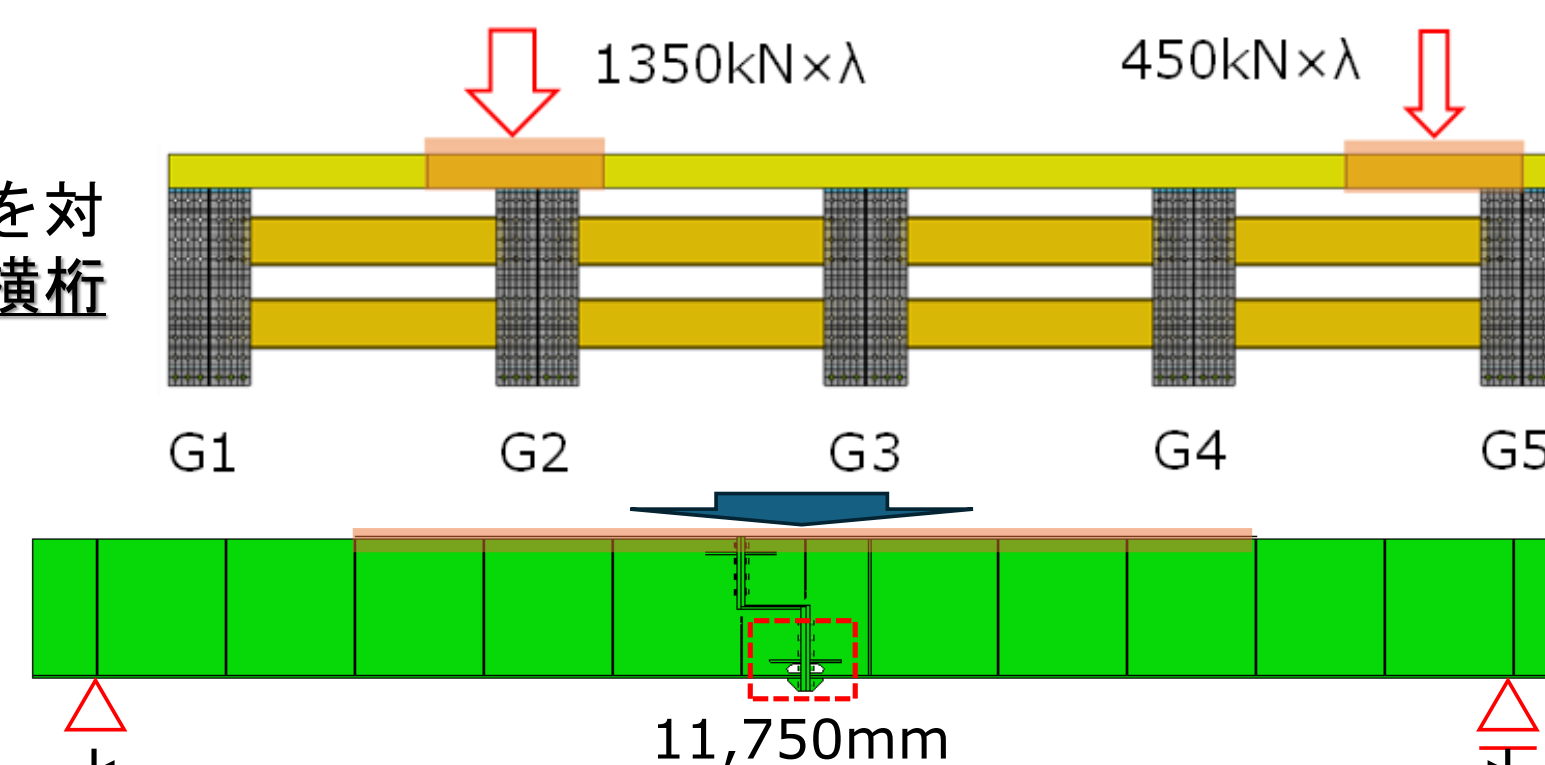


Fig. 3 Loads and Boundary Conditions

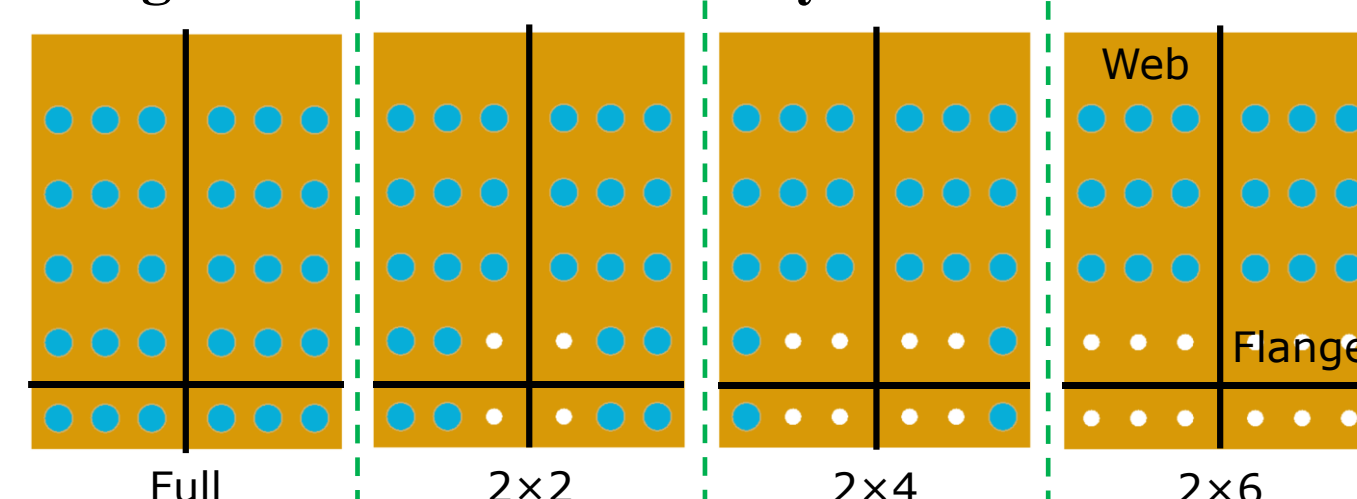


Fig. 4 Analysis Case and Yield Bolt Position

RESULTS

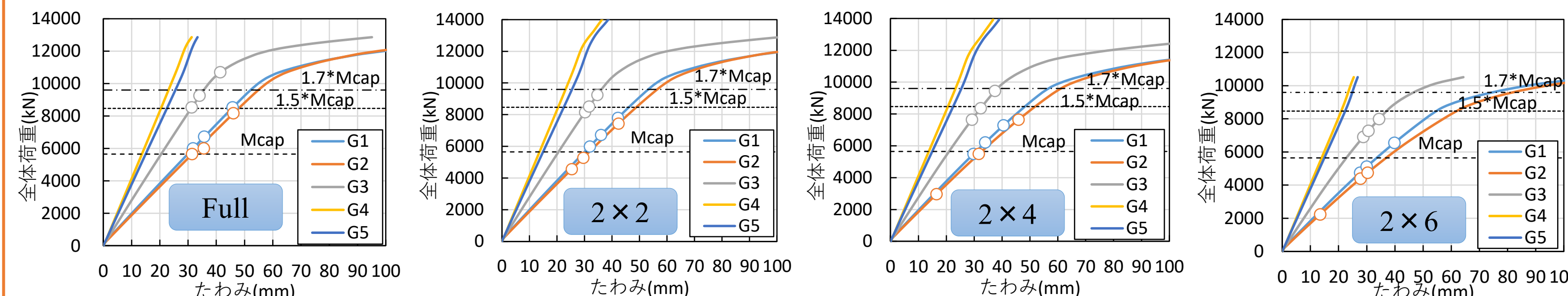


Fig. 5 Full Load - Deflection Relationship of Each Girder

- Fig.5より、**G2主桁のたわみ増加が最も顕著**であり、最大たわみは約30mmに達した。この影響で、隣接するG1とG3主桁も早期に剛性低下が生じ、**非線形挙動**へ移行した。

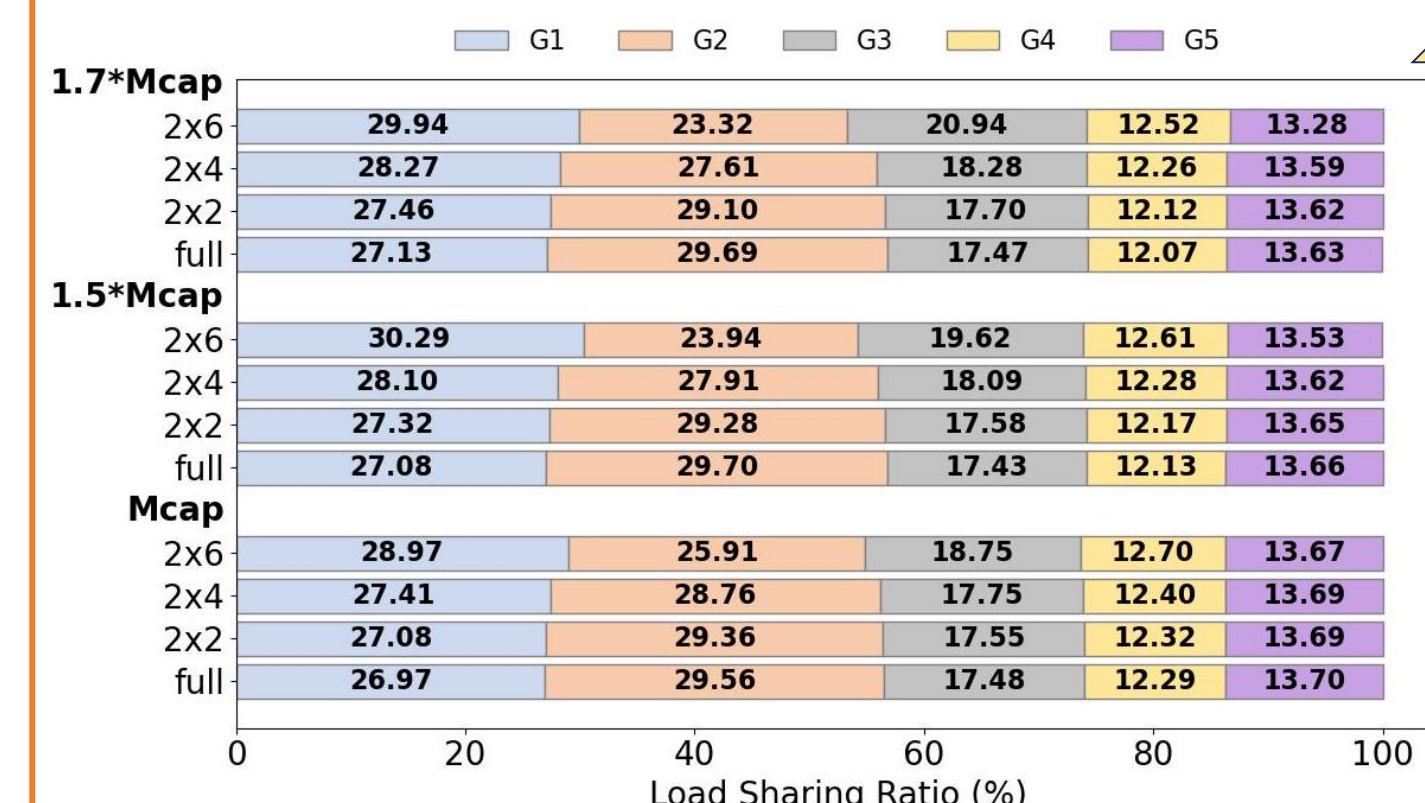


Fig. 6 Main Girder Load Sharing Ratio for Each Load

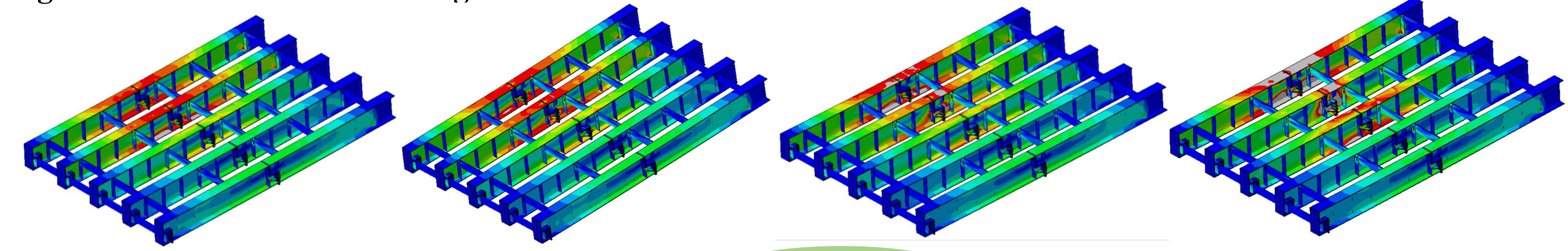


Fig. 7 Mises Stress Contour Plot at 1.7*M_{cap}

- G2主桁のたわみが30mmに達した時点**を各ケースの**限界耐力**とし、AASHTO基準^[2]に基づいて**Rating Factor (RF)**をEq.1で算出した。計算結果をTab.2に示す。
- RFを用いた簡易評価は、健全時の構造状態係数を1.0、フランジ付近全てのボルトの降伏状態を0.85で仮定し、Case-2×6を除く全てのケースでRF ≥ 1.0を満たした。

Table. 2 RF Calculation Result in Each Case

Case	Condition Factor φ _c	Ultimate Strength R(kN)	RF Value	Evaluation
Full	1	5646	1.38	Safe
2×2	0.95	5275	1.22	Safe
2×4	0.9	5121	1.11	Nearly Safe
2×6	0.85	4756	0.96	Slightly Dangerous

SUMMARY

- 本研究では、ボルト損傷が進行しても、横桁と床版を通じた荷重再分配メカニズムが仮設橋の構造冗長性を発揮し、**局部損傷下でも耐荷性能が維持**されることが確認された。
- RFを用いた簡易評価では、仮設橋の維持管理における有効な指標として活用できる可能性が示された。特に、Case-2×6ではRFが1.0未満となり、ボルトの即時補修が必要であることが確認された。

[1] 日本鋼構造協会：119鋼橋の設計・評価技術の高度化，2020.10
[2] AASHTO: Manual for Bridge Evaluation (MBE) 2011