

## 下端部が腐食した桁端部の耐力評価に関する 2, 3 の考察

東京コンサルタンツ(株)	正会員	○白倉 誠
(株)総合技術コンサルタント		金銅 晃久
大阪市立大学大学院	正会員	山口 隆司
日立造船(株) (研究当時, 大阪市立大学大学院)	正会員	畠中 彬
石川工業高等専門学校	正会員	三ツ木幸子

### 1. まえがき

近年、鋼橋桁端の支点付近に腐食が数多く報告されている。この部分は、支点上補剛材の設計に関連して、柱としてモデル化され、照査されている。腐食により断面が減少した場合の桁端部の照査は、下端部の支圧に対する照査も行われると考えられるが、この時の有効断面は、柱としてのモデル化で使用される有効断面が使用されているものと考えられる。

これに対して、すでに筆者らは、桁端部をモデル化し、弾塑性有限変位解析を行い、桁端部の下端が断面減少した場合の照査は支圧としてではなく、局部座屈も考慮して検討することを提案した。また、この研究の中でウェブの有効断面についても検討を加えた。

本研究では、まず、ウェブ下端部の局部座屈に対する耐力を考える場合に、ウェブが下フランジで部分的にでも支持されることが、耐力の向上に寄与していることを検討するため、文献 3)と同様の手法で、3次元有限変位弾塑性解析を行った。さらに、ソールプレート形状が桁端部の耐力に与える影響についても検討した。

### 2. 解析手法概要

#### (1) 解析対象モデル

対象とする一般的なモデル橋梁として、平成6年版の標準設計から、主要幹線道路橋の単純プレートガーダー橋(設計番号 0240)を選択した。対象橋梁の一般図を図-1に示す。

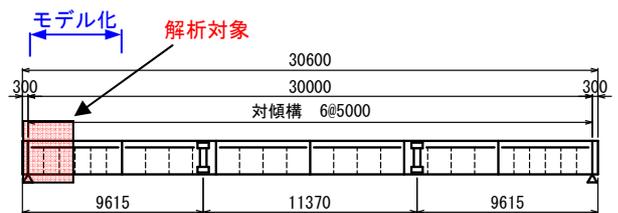


図-1 対象橋梁一般図(寸法単位: mm)

#### (2) 解析モデル

支点上付近の構造諸元を変えないことを条件に、対象橋梁の桁端部にせん断力が支配的に載荷されるように、端対傾構から隣接する対傾構間を支間とする単純桁としてモデル化した。支点上補剛材は柱の軸方向圧縮応力が下端で最大となる三角形分布を仮定して柱として設計されるので、図-2に示すように、支間中央に線荷重を載荷する解析を行った。また、腐食による断面欠損箇所は板厚をゼロとしてモデル化した。ソールプレートと載荷板はソリッド要素(弾性体)とし、それ以外は、すべてシェル要素でモデル化した。

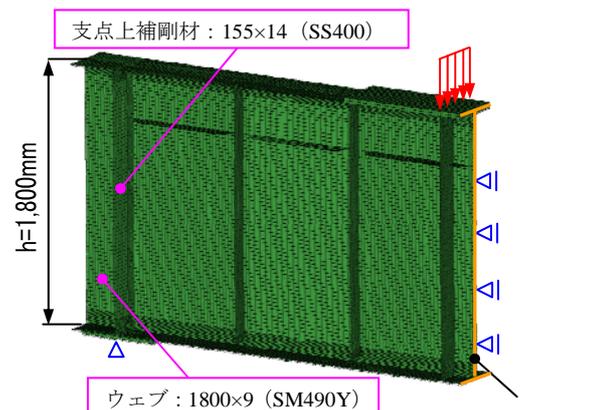


図-2 載荷モデルの概要

#### (3) 境界条件と載荷方法

対傾構間隔を支間とした桁の中央面(図-2中のオレンジ色の線部)には支間中央に対する対称条件を与えている。載荷は、鉛直荷重を想定して、垂直補剛材の直上にフランジ幅にわたって載荷板を介して線荷重を載荷した。支点部は、文献4)ではウェブの有効幅を考慮していない線支承を対象とし、支点上補剛材の直下に、ソールプレート幅にわたって回転端とする境界条件を与えた。

キーワード 腐食, 桁端部, 支点上補剛材, 3次元有限変位弾塑性解析, 耐荷力

連絡先 〒168-0063 東京都杉並区泉 3-1-8 東京コンサルタンツ(株) TEL 03-3325-7581

3. 解析ケース

本研究では、文献 3)に対して、下フランジの拘束が桁端の耐力に及ぼす影響を検討するため、表-1 の赤枠に示すようにソールプレート形状 (270×35×500) および桁端側 2 のケースについて追加解析を行った。

4. 解析結果と考察

解析により得られた最大荷重を文献 3)の結果とともに表-1 に示す。また、それらの最大荷重と文献 3)のソールプレートが 270×22×330 の場合の最大荷重との比較を図-3 に示す。縦軸の比率は、ソールプレート (270×35×500) の場合の最大荷重をソールプレート (270×22×330) の場合の最大荷重で除した値である。

表-1 解析結果 (最大荷重) 一覧

ソールプレート	材質	項目	単位	健全ベースモデル	ウェブ欠損				補剛材欠損	
					径間側 1	径間側 2	桁端側 1	桁端側 2	片側	両側
270	ウェブSM490 補剛材SS400	<i>P</i> <sub>max</sub> [最大荷重]	kN	2,320	2,010	1,880	1,420	2,020	1,710	1,050
		<i>P</i> <sub>max</sub> / <i>P</i> <sub>max</sub> (健全)		1.00	0.87	0.81	0.61	0.87	0.74	0.45
22	SS400	<i>P</i> <sub>max</sub> [最大荷重]	kN	1,930	1,730	1,640	1,290	1,750	1,360	770
		<i>P</i> <sub>max</sub> / <i>P</i> <sub>max</sub> (健全)		1.00	0.90	0.85	0.67	0.91	0.70	0.40
330	SM490	<i>P</i> <sub>max</sub> [最大荷重]	kN	2,640	2,400	2,300	1,850	2,360	1,930	1,040
		<i>P</i> <sub>max</sub> / <i>P</i> <sub>max</sub> (健全)		1.00	0.91	0.87	0.70	0.89	0.73	0.39
270	ウェブSM490 補剛材SS400	<i>P</i> <sub>max</sub> [最大荷重]	kN	2,480	2,000	1,920	1,510	—	1,940	1,260
		<i>P</i> <sub>max</sub> / <i>P</i> <sub>max</sub> (健全)		1.00	0.81	0.77	0.61	—	0.78	0.51
35	SS400	<i>P</i> <sub>max</sub> [最大荷重]	kN	2,100	1,760	1,690	1,350	1,760	1,550	920
		<i>P</i> <sub>max</sub> / <i>P</i> <sub>max</sub> (健全)		1.00	0.84	0.80	0.64	0.84	0.74	0.44
500	SM490	<i>P</i> <sub>max</sub> [最大荷重]	kN	2,780	2,430	2,340	1,940	2,380	2,170	1,260
		<i>P</i> <sub>max</sub> / <i>P</i> <sub>max</sub> (健全)		1.00	0.87	0.84	0.70	0.86	0.78	0.45

※補足

- 径間側 1: ソールプレート端部より支点側 30mm までの径間側の欠損
- 径間側 2: 径間側 1 よりさらに桁端部に 30mm までの径間側の欠損
- 桁端側 1: 桁端側 1 全ての欠損
- 桁端側 2: ソールプレート端部より支点側 30mm までの桁端側の欠損

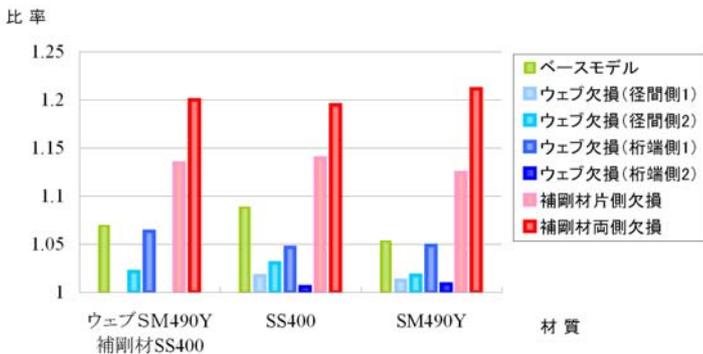


図-3 ソールプレートの形状による最大荷重の比較

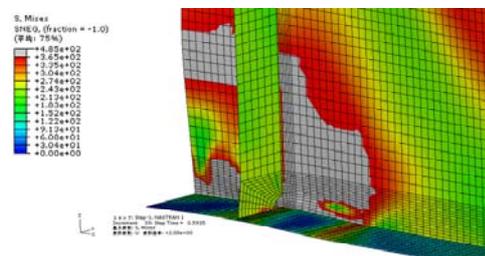


図-4 応力コンター図

(対象橋梁: 補剛材 SS400, ウェブ SM490Y, ベースモデル, ソールプレート 270×35×500)

ソールプレートの板厚を 35mm に、橋軸方向の長さを 500mm としたケースでは、健全タイプでは、SS400 だけの場合は 7%, SM490Y だけの場合は 9%, 補剛材のみ SS400 の場合では 5% 最大荷重が増加した。一方、損傷タイプでは、ウェブ欠損の場合 0~6%, 補剛材片側欠損の場合 13% 程度、補剛材両側欠損の場合 20% 程度増加し、その増加量はばらついている。ウェブがソールプレートの範囲の外にある下フランジであっても、荷重伝達が桁端部のウェブでも行われ、かつ、ウェブの座屈モードが下フランジで拘束されたモードになっているため (図-4 参照)、支点部の最大荷重が向上しているものと考えられる。

5. まとめ

支点上のウェブと補剛材の下端が腐食による断面欠損を起こした場合を想定し、欠損部の板厚をゼロとしてモデル化した桁端部の耐力を 3次元弾塑性解析によって検討した。この結果、桁端側のウェブの耐力への寄与は、下端が完全に切れた場合に対して、桁端側の端部だけでも下フランジに拘束されると、その部分が、道路橋示方書の有効断面積に計上されない断面であるにもかかわらず、耐力向上に寄与することがわかった。また、ソールプレートの厚さと橋軸方向長さを文献 3)の約 50%増しとすると、健全時の耐力は 5~9%上昇し、欠損時はタイプによってばらつき、最大で 20%程度増加し、ソールプレートの形状が桁端部の耐力特性に影響していることがわかった。今後はこれらの解析結果を参考にして、補修方法の検討を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 玉越隆史他 4 名: 鋼道路橋の局部腐食に関する調査研究, : 国土技術政策総合研究所資料 No.294, 国土交通省 国土技術政策総合研究所, 2006 年
- 2) 日本道路協会: 道路橋示方書 II 鋼橋編, 2002 年
- 3) 臼倉誠他 6 名: 鋼道路強の腐食した桁端の耐力特性とその設計法に関する 2, 3 の考察, 構造工学論文集 Vol.56A, 2010 年
- 4) 鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同解説, 鋼・合成構造物, 2009 年