

送出し架設される桁の合理的設計法についての研究開発

信州大学 非会員 ○大谷礼央

信州大学 正会員 清水 茂

日本橋梁建設協会 正会員 古田富保

1、研究の背景と目的

鋼橋の架設工法の一つとして、送出し工法がある。この工法の特徴は、架設中に、桁が本来支点ではない部分で支持されるという点がある。この時、送り出し装置上の腹板パネルはせん断力と曲げモーメントに加えて、支点反力である局所荷重が複合的に作用するため、厳しい条件下に置かれる事となる。このような事から、腹板の座屈には十分な注意が必要である。

この種の問題に関しては、1)など欧州を中心にして多くの研究がなされている。しかし、その多くは、送り支承としてローラーを用いた桁、あるいは移動式クレーンの車輪を載せるための桁を想定したものが多い。しかし我が国では、しばしば問題となるのは送り装置上の桁であり、装置として油圧ジャッキなどを使用するため、その載荷幅は欧州のものよりはるかに大きいのが普通である。

過去に我が国では、この送出し架設される桁の腹板の座屈強度について規定化されていなかった。そのため橋梁施工会社は、送出し架設する際の腹板パネルの座屈強度について、各社の独自の照査方法によって照査していた経緯がある。

現在、局所荷重を受ける桁の設計に関して、「鋼構造物の終局強度と設計」²⁾、また「座屈設計ガイドライン」³⁾などの基礎資料がある。また指針として、鋼構造架設設計施工指針⁴⁾があり、設計者はこれらを参考にし、設計を行っている。

その中で2)は、森脇ら^{5),6)}の研究成果をもとに、腹板パネルに曲げモーメントやせん断力のほかに局所荷重が複合して作用する場合の応力状態を、提案している。これは、腹板内の応力状態を図—1(a)のように仮定し、腹板に作用するせん断力と支点反力による局所荷重、また曲げモーメントをそれぞれ独立である、とした考えに基づいている。そして、

4)は、2)を設計指針として具体化したものである。

一方、3)では、腹板パネルはせん断力、支点反力としての局所荷重、曲げモーメントを図—1(b)のように受けるものとし、局所荷重を受ける腹板パネルの座屈を照査する場合には、図—1(b)の応力状態を基本として照査をしなければならない、としている。これは、図—1(b)に示した腹板パネルの左右辺に作用するせん断力の合計が、支点反力すなわち局所荷重と釣り合うものであり、支点反力とせん断力は独立でない。とした考え方によるものである。これに関する研究としては、清水ら⁷⁾⁸⁾⁹⁾がある。

2、問題点

一般に、2軸応力状態での降伏条件を基にした照査では、式(1)が基本となる。

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau^2} \leq 1.0 \cdot \cdot (1)$$

ここに、 σ_x : 曲げによる直応力

σ_y : 支点反力による直応力

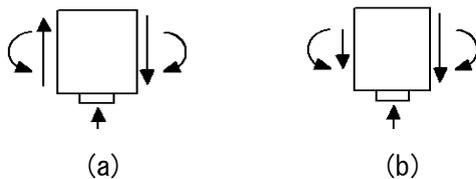
τ : せん断応力

この中で、 σ_x と、 τ が卓越し、 σ_y がわずかである場合には、式(1)の照査式は相関式として表せる。このような理由から、局所荷重下の腹板の応力状態を図—1(a)と考え、せん断応力、曲げ応力、支点反力の相関式での座屈照査式によって照査をしているのが2)と4)である。ところが実際には、送り支承は一般に、図—2のような、連続ばりの中間支点として機能するため、送り支承付近では、図—3のように、せん断力の符号が変化する。このことを考慮すると、送り支承付近での曲げモーメントとせん断力は、図—4のように作用していることとなる。すなわち、送り支承上では σ_x と σ_y が卓越し、 τ はわずかである。また、送出し架設される桁の座屈強度を相関式に基づく2),4)によって照査しようとする場合、設計者が送り支承上のせん断応力を求めることに腐

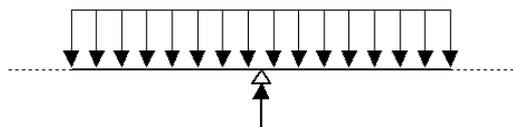
心しているという実態がある。

以上から、送り支承上の腹板パネルが受けている力をより正確に捉えようとするならば、**図—1 (a)** または**図—4** の応力状態がより現実的であり、3) の設計ガイドラインを基にした、設計指針を確立する必要がある。

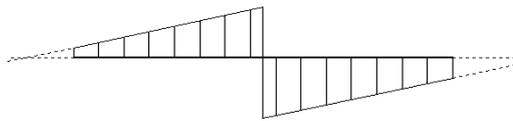
そこで本研究では、局所荷重を受ける腹板パネルの応力状態を極力現実的なものとし、3) を基にした設計指針を確立することを目的としている。



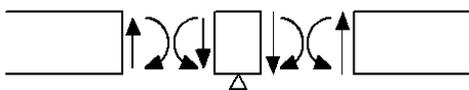
図—1 腹板パネルの応力状態



図—2 中間支点としての送り支承



図—3 送り支承付近のせん断力



図—4 送り支承付近の断面力

3、新たな設計法の提案

上述の通り、局所荷重下の腹板パネルの応力状態を**図—1 (b)** のようにしたとき、生じる応力は、曲げ応力と鉛直方向応力であるので、相関式の形として表すことは極めて難しい。このことから 8) では、相関式によらない照査式が提案されている。本研究では、それをもとに、設計法を提案することとした。

座屈係数の決定に関しては、まず、腹板パネルにせん断力と支点反力による局所荷重のみが作用している状態を考え、この状態で座屈係数を決定する(式(2)中の k_r)。さらに、この座屈係数に曲げモーメントの大きさによる補正を行う事で、局所荷重下の腹板の座屈強度を決定する。すなわち、これらを

式として表すならば、以下のようになる。

$$k = \mu \cdot k_r \cdot \dots \cdot (2)$$

ここに、 μ : 曲げモーメントによる座屈係数の低減係数

k_r : 局所荷重としての支点反力のみを受ける場合の座屈係数

現在、3)および8)をもとにした設計指針は、日本橋梁建設協会できりまとめ中である。これら設計指針の条文はほぼ完成しているため、現在は、条文に対する解説を作成している。

4、まとめ

本研究が実用化されれば、より現実に近い状態で腹板パネルの照査をすることとなるので、送装置上の腹板パネルの座屈照査に関して、よりの確な照査ができることとなる。

5、参考文献

- 1) Calos Graciano : Patch-Loading. Resistance of Longitudinally Stiffened Steel Girder Webs, Luea University Of Technology. Doctoral Thesis, 2002
- 2) 土木学会 : 鋼構造シリーズ 6, 鋼構造物の終局強度と設計, 1994, pp122-127 および pp177-186,
- 3) 土木学会 : 座屈設計ガイドライン[2005 年版], pp201-204, 第 12 編 2.4 局所荷重を受ける桁の耐荷力, 2005
- 4) 土木学会 : 鋼構造架設計施工指針[2001]
- 5) 森脇良一, 滝本哲四郎, 三村裕一 : 局所荷重を受ける桁の耐荷力, 土木学会論文集第 339 号, pp69-71
- 6) 森脇良一, 滝本哲四郎, 三村裕一 : 局所荷重を受ける桁の耐荷力算定法の拡張, 土木学会論文集第 392 号, pp281-287
- 7) Shimizu Shigeru, Yoshida Syunya, Okuhara Hidetoshi : An Experimental Study On Patch-Loaded Web Plates, ECCS Colloquium on Stability of Plate and Shell Structures 1987, pp85-94
- 8) 清水茂, 吉田薫 : 送り支承上の腹板の座屈係数推定式, 鋼構造論文集第 6 巻第 2 号, pp111-122, 1999.
- 9) Shimizu, S. Yabana, H. and Yoshida, S. , A new collapse model for patch-loaded web plates ; Jour. Constructional Steel Research, Vol.13, pp.61-73, 1989,