

ハイブリット桁の水平補剛材の設計法に関する一考察

信州大学工学部

○ 丸山 一幸

信州大学工学部

正会員

山本 太郎

信州大学工学部

正会員

清水 茂

1. はじめに

本研究は、純曲げを受けるハイブリット桁の力学的挙動について解析を行い、その結果をもとにハイブリット桁の水平補剛材の設計法について考察することを目的とするものである。

近年、日本の建設費縮減に対する要求には厳しいものがある。一般に、公共事業費のうち道路建設が占める割合は大きく、その中でも鋼橋の建設コストは他に比べて高いとされている。鋼橋建設のコスト縮減のために、材料費が安く経済的であるとされるハイブリット桁を、鋼桁として使用することが望まれている。

2. ハイブリット桁について

ハイブリット桁とは、同一の断面内において、曲げ耐力に寄与するところの大きいフランジに高張力鋼を使用し、ウェブにはフランジより強度の低い普通鋼材を使用した異種鋼材混用桁である。これに対して、全断面に同種類の鋼材を使用した桁をホモジニアス桁という。ハイブリット桁は、桁断面のうち、かなりの部分を占めるウェブに低価格の鋼材を使用している。ハイブリット桁の経済性については、國宏・古庄²⁾らが研究を行った結果、ウェブに SS400 フランジに SM570 を使用したハイブリット桁が全断面に SS400 を使用したホモジニアス桁に比べて経済的であるとしている。しかし、ハイブリット桁はフランジとウェブに異種鋼材を用いているため、それぞれの降伏点が異なり、フランジにその許容応力度と同程度の応力が作用するとウェブの一部が降伏してしまう。現在の日本の道路示方書における鋼橋の設計基準は、許容応力度設計法に基づいているため、フランジよりも先にウェブが降伏してしまうハイブリット桁にそのまま適用してよいかが問題となる。よって、ハイブリット桁の力学的挙動について解析を行い、ホモジニアス桁との相違点などを明らかにする必要があると思われる。

そこで本研究では、純曲げを受けるハイブリット桁の力学的挙動について解析をし、ハイブリット桁の水平補剛材の設計法について考察を行う。

3. 解析手法

本研究では、汎用解析プログラム「LUSAS」を使用し、有限要素法による数値解析を行った。

解析には、四角形平面シェル要素を用い、鋼橋桁の垂直補剛材間の腹板について部分解析を行った。荷重増分には弧長増分法を適用し、ニュートン・ラプソン法による収束計算を行った。

また、水平補剛材より下の 1 パネルに桁高の $1/250$ の $\sin$ 半波を初期たわみとして与えた。

本研究で用いた解析モデルを図-1 に、モデルの要素分割図を図-2 に示す。

解析モデルの材料諸元を表-1 に示す。ホモジニアス桁については、SS400 と SM570 の 2 種類について解析を行った。

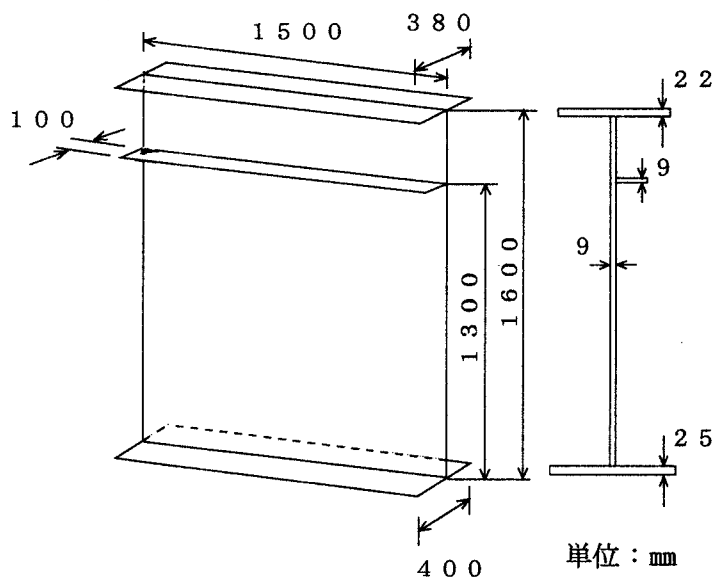


図-1 解析モデル

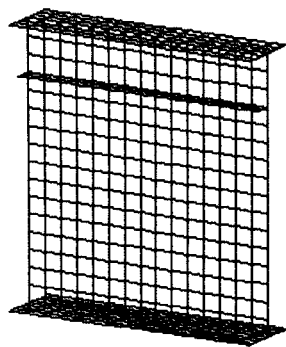


図-2 要素分割図

表-1 材料諸元

	ホモジニアス桁	ハイブリット桁		ホモジニアス桁
鋼種	SS 400	ウェブ・補剛材	フランジ	SM 570
		SS 400	SM 570	
降伏応力	240 MPa	240 MPa	460 MPa	460 MPa
ヤング率	205.8 GPa			
ポアソン比	0.3			

4. 解析結果

ここでは、使用鋼材が違う2種類のホモジニアス桁とハイブリット桁の3つのモデルの解析結果について比較する。

解析の結果得られた、荷重-面外変形量曲線を図-3に示す。グラフは、横軸が腹板の面外変形量、縦軸が曲げ荷重を載荷したときの縁応力とする。面外変形量は、ハイブリット桁のウェブが降伏し始めるとき、腹板の面外変形量が最大となる部分のものである。

図-3より、桁の全断面にSM570を使用したホモジニアス桁に比べ、フランジにSM570を使用しウェブにはそれより強度の低いSS400を使用したハイブリット桁の方が、極限強度が低いことがわかる。これは、ハイブリット桁ではフランジよりも先にウェブが降伏してしまい、フランジが降伏するときにはウェブの大部分が降伏しているためである。また、ハイブリット桁については、最大応力に達した後に応力が急に減少する。これについては、原因を究明中である。

表-2に、ウェブおよびフランジが降伏し始めるときの縁応力と、最大縁応力を示す。この表から、ハイブリット桁ではフランジよりも先にウェブが降伏することがわかる。

今回の解析では、有限要素法に弧長増分による荷重増分法を用いた。しかし、実際には降伏応力に達した後は曲げ荷重が三角形分布とならない。そこで現在は、変位増分法を使って解析を進めている。

5. あとがき

変位増分法を使った解析結果と、ハイブリット桁の水平補剛材の設計法に関する考察については当日発表する。

＜参考文献＞

1) ハイブリットゲターその力学的挙動と経済性ー 國広 哲男 古庄 通隆 橋梁と基礎 1974年 1月

応力 (MPa)

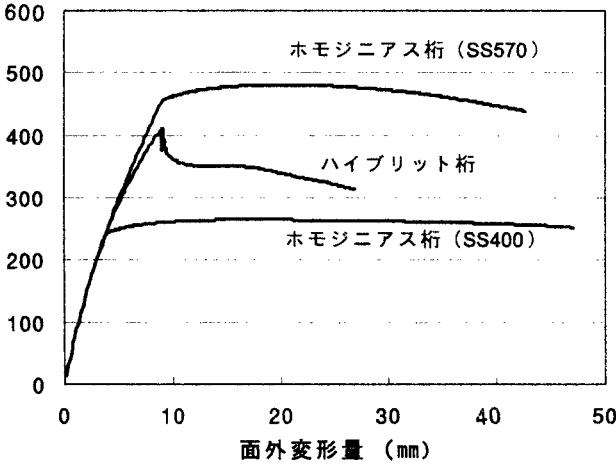


図-3 荷重-面外変形量曲線

表-2

	ウェブが降伏し始めるとき の縁応力	フランジが降伏し始めるとき の縁応力	最大縁応力
ホモジニアス桁 (SS400)	234 MPa	210 MPa	264 MPa
ハイブリット桁	234 MPa	369 MPa	411 MPa
ホモジニアス桁 (SM570)	429 MPa	393 MPa	480 MPa