

I-528

ハイブリッド桁を用いたオートストレス設計

立命館大学大学院 学生員 五十嵐隆之
立命館大学理工学部 正員 伊藤 満

1. はじめに

AASHTOの荷重係数設計法(Load Factor Design: LFD法)の代替設計法として開発されたオートストレス設計法(Autostress Design Procedure: ASD法)は、主に橋桁の建設費の低減化を目的として、アメリカ鉄鋼協会(AISI)によって提案された設計法である。これは、既に1986年のAASHTOのGuide Spec. [1]に取り入れられている。ASD法とLFD法との大きく異なる点は、ASD法は超過荷重(Overload)時の設計に対して、負のモーメントを受ける連続ばりの中間支点上で小さな塑性回転を認めている点である。このためASD法では、超過荷重時の永久変形を制作キャンバーの中に含めてしまい、中間支点断面に対しては、十分な塑性回転容量を有する断面を要求している。このASD法は、建設費の低減ばかりではなく、鋼材の節約という利点を生み出していると言われている。

本研究は、連続合成桁の鋼桁部分に、現在わが国で使用されている各種の構造用鋼材 SM400、SM490、SM490Y、SM570 を用いた、上下対称のハイブリッド桁とホモジニアス桁のオートストレス設計を行ったものである。あわせて、オートストレス設計にハイブリッド桁を用いた場合の経済効果について、許容応力度設計法と比較して検討を加えたものである。

2. 設計条件

図-1に示す対称2スパン連続合成桁を設計の対象とした。与えられた設計条件は次のようである。

- 1) スパン長: $L = 27.6 \text{ m}$
- 2) 設計荷重: 鋼道路橋示方書 L-20 荷重 (図-1)
- 3) 荷重係数: $1.3 [D + 5/3 (L + I)]$
- 4) 衝撃係数: $I = 20 / (50 + L)$
- 5) 使用鋼材: 表-1 及び 3. 使用鋼材参照
- 6) 床版鉄筋: SD295A $A_r = 54.91 \text{ cm}^2$
- 7) コンクリート床版: $230 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$

ハンチ厚 4 cm

$\sigma_{ck} = 300 \text{ kg/cm}^2$

ヤング係数比 $n = 7, 21$

- 8) 鋼板の幅厚比: b'/t_f : 表-1 参照

$2D_{cp}/t_w$: 表-1 参照

b' : フランジの自由突出幅

D_{cp} : 負のモーメント断面における
塑性モーメント時の中立軸か
ら圧縮フランジまでの距離

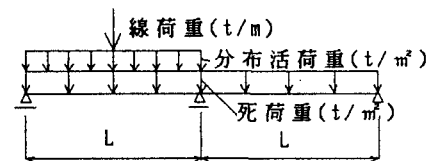


図-1 対称2スパン連続合成桁

表-1 鋼材単価と許容幅厚比

材 質	降伏点(kg/cm ²)	単価(円/t)
SM400	2400(1400)	85,500
SM490	3200(1900)	94,000
SM490Y	3600(2100)	95,000
SM570	4600(2600)	129,000

括弧内の値は、許容応力度を示す。

許容幅厚比

オートストレス設計

鋼種	SM400	SN490	SM490Y	SM570
b'/t_f	8.3	7.2	6.8	6.0
$2D_{cp}/t_w$	104.1	90.1	85.0	75.2

許容応力度設計

鋼種	SM400	SN490	SM490Y	SM570
b'/t_f	13.1	11.2	10.7	9.6
D/t_w	70.0	60.0	57.0	50.0

3. 使用鋼材

使用鋼材の単価、降伏強度、ASD法と許容応力度設計法の使用鋼材に対するフランジ、ウェブの許容幅厚比については、表-1に示した。表-1の許容幅厚比はASD法の場合、AASHTOのGuide Spec. [1]の規定に基づき、フランジには $b'/t_f = 2055/\sqrt{F_y}$ の75%、ウェブには $2D_{cp}/t_w = 19230$

$1/\sqrt{F_y}$ を用いて求めたものである(F_y は、鋼材の降伏強度(単位:psi)を示す)。フランジ幅厚比を許容値の75%にしたのは、フランジ、ウェブの幅厚比が両方とも制限値の75%を越えた場合、AASHTOのGuide Spec. [1]の提案する幅厚比に関する相関式に対しての検討が必要となるからである。許容応力度設計法に関しては道路橋示方書[2]に基づき、フランジについては、板の局部座屈を考慮しないでよい場合の許容幅厚比を用い、ウェブについては、垂直補剛材を省略しうるフランジプレート純間隔の最大値を用いた。

4. 設計結果

本設計は、JIS圧延H形鋼 900*300を鋼桁に用いた場合のASD法による2径間連続合成桁の最大スパン長(27.6m) [4] に対して行う。対象としたハイブリッド桁は、ウェブに SM400とSM490 を使用し、上下フランジにウェブ部材よりも高強度の構造用鋼材を用いた。また、ホモニアス桁には、全断面に SM400とSM490 を用いた。ASD法と許容応力度設計法を用いて鋼桁の鋼材費を最小にする最適断面を表-1で示した幅厚比を限定して求め、その鋼材費を比較した(表-2参照)。また、ホモニアス桁を用いた場合の最小鋼材費に対するハイブリッド桁を用いた場合の最小鋼材費の比率についても検討した(図-2参照)。ここで使用する溶接断面について、ASD法では通常のI形断面を使用したが、許容応力度設計法によって設計する場合、支点部にカバプレートを取り付けた変断面連続合成桁として設計を行った方が、カバプレートを取り付けない等断面連続合成桁より、効果的であることが比較検討をした結果明らかになったため、カバプレートを取り付けて設計を行った。図-2に示した結果は、ウェブに SM400を用いたハイブリッド桁と全断面に SM400を用いたホモニアス桁についての設計のみを載せているが、これは、ウェブに SM400を用いた方が SM490を用いたものより有利であるという結果が得られたためである。

表-2 鋼材費

鋼材	材		β	ASD C (万円)	弾性 C (万円)
	ウェブ	フランジ			
①ホモニアスゲタ	SM400	SM400	1.00	60.8	70.0
	"	SM490	1.33	51.8	60.9
②ハイブリッドゲタ	"	SM490Y	1.50	48.9	57.9
	"	SM570	1.92	46.9	60.1

β = フランジ降伏強度/ウェブ降伏強度 C: 鋼材費

鋼材	材		β	ASD C2/C1	弾性 C2/C1
	ウェブ・フランジ	ウェブ			
①ホモニアスゲタ	②ハイブリッドゲタ				
ウェブ・フランジ	ウェブ	フランジ			
SM400	SM400	SM400	1.00	1.00	1.00
"	"	SM490	1.33	0.85	0.87
"	"	SM490Y	1.50	0.80	0.83
"	"	SM570	1.92	0.77	0.86

β = フランジ降伏強度/ウェブ降伏強度 C2/C1: 鋼材費比

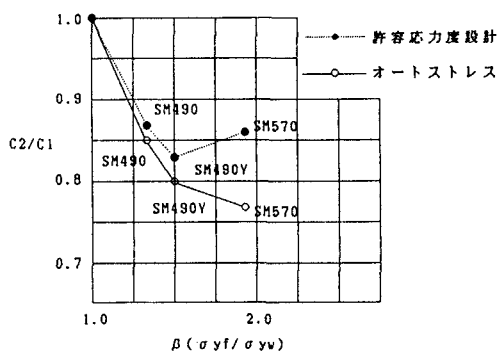


図-2 鋼材費の比

5. あとがき

鋼桁にハイブリッド桁を用いた場合の対称2スパン連続合成桁のオートストレス設計法と許容応力度設計法による比較設計を行い、オートストレス設計法の経済性についての検討を行った結果、材料費に対してオートストレス設計法を用いた場合の経済性が確認された。今後は、オートストレス設計を変断面連続合成桁に適用させた場合の経済性についても検討を加えるつもりである。

参考文献

- [1] AASHTO Guide Specification: American Association of State Highway and Transportation Officials, Guide Specification for Alternate Load Factor Design Procedures for Steel Beam Bridges Using Braced Compact Sections, Washington D.C., 1986.
- [2] 日本道路協会: 道路橋示方書(1990.2)
- [3] 国広哲男、古庄通隆著: ハイブリッドゲタ(その力学的挙動と経済性)、橋梁と基礎(1974.1), PP1-8
- [4] 五十嵐 隆之、伊藤 満: 土木学会関西支部年次学術講演会講演概要(1993.5)