トラス橋主構に対する構造形式と設計法の比較検討

東北学院大学工学部　環境建設工学科　○学生会員　篠原　聡志
東北学院大学　　環境建設工学専攻　　非会員　　李　東建
東北学院大学工学部　環境建設工学科　　正会員　　李　相勲

1. はじめに

現在，国内外に多くトラス橋が存在している．トラス橋はデザイン性や耐震性に優れており車道橋や鉄道橋，歩道橋などの構造形式にたびたび使われている．一方トラス橋の中でもその断面形状が長方形の一般トラスと異なり三角形の形をした三弦橋と呼ばれる構造形式がまれに適用されており，主に鉄道橋と歩道橋に使われている．トラスの上弦材は圧縮部材であり座屈に対する抵抗を考えると確かに左右両側の主構の上弦材を一つにするのが構造的には有利であろう．しかし，断面構造を三角にすると建築限界が縮小されるので主構の高さは大きくなりかねない．本研究では，上部工の断面構造を四角にした場合(一般トラス橋)と三角にした場合(三弦橋)に対して許容応力度設計法を用いて設計し主構の数量を比較することで主構形式の合理性を検討した．また，トラス橋と三弦橋それぞれを限界状態設計法でも設計を行い許容応力度設計法と比較することで設計法における構造形式の合理性を比較検討した．

2. 検証方法

検証対象は，道路橋溶接トラス橋の設計例[1)]を基にし，基本的な条件を変えずに許容応力度設計法と限界状態設計法を用いて設計した後，これらの主構の鋼材の数量を比較することで主構形式の合理性を検討した．三弦橋についても同様に二つの設計法で設計を行い主構の鋼材の数量を求め比較検討した．なお，継手部の添接板やボルト本数，縦桁，床げたは数量変化の影響が少ないと判断し，検討の対象から除外した．

3. トラス橋に対する設計法の比較

1)　設計条件

設計条件はトラス橋の設計例同様，A 活荷重，支間は 50m，幅員 6m，使用鋼材 SM400 材とする．なお，床組の設計は省略する．

2)　トラス橋の断面寸法と全体構造

全体構造とその断面寸法についても設計例のものを使用した．本検討で用いたトラス橋の骨組図を図 1 にその断面図を図 2 に示す．

3)　主構の設計

設計のやり方として許容応力度設計法は応力と応力の比較であり，各部材の応力度がその部材の許容応力度以下になるように検討する．また限界状態設計法[2)]は荷重と荷重の比較であり，許容応力度設計法で一括して考慮した安全係数の代わりに部分安全係数を用いて照査する．両設計法を適用して求めた．各部材の緒元をそれぞれ表−1 と表−2 に示す．

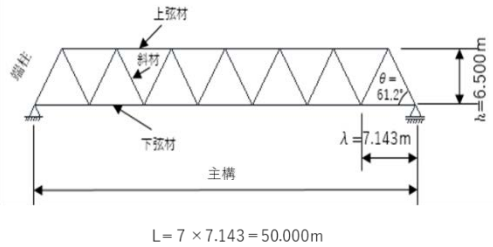

図 1　トラス橋の骨組図

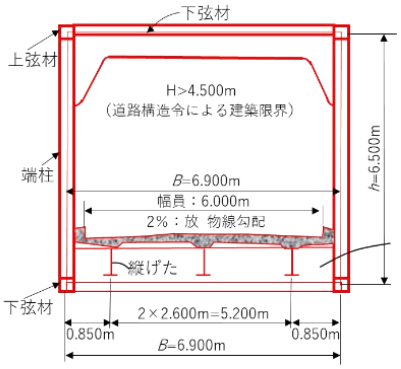

図 2　トラス橋の断面図

キーワード：トラス構造、三弦橋、許容応力度設計法、限界状態設計法
連絡先　〒986-8537　　宮城県多賀城市中央 1-13-1　　TEL:022-368-7213

表-1 トラス橋の許容応力度設計法による部材厚さ

単位(mm)

	部材名称													
	U1	U2	U3	L1	L2	L3	L4	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Top	9	14	16	9	10	14	14	10						
Web	9	13	16	9	9	12	14	16	12	10	10	9	9	9
Bott	9	14	16	9	10	14	14	10						
Flg									15	9	10	9	9	9

表-2　トラス橋の限界状態設計法による部材厚さ

単位(mm)

	部材名称													
	U1	U2	U3	L1	L2	L3	L4	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Top	8	13	13	8	9	12	13	9						
Web	8	13	13	8	9	11	12	9	13	9	9	8	8	8
Bott	8	13	13	8	9	12	13	9						
Flg									11	9	9	8	8	8

4. 三弦橋に対する設計法の比較

1)　設計条件

設計条件は 3 章と同じく設計例の条件にする．

2)　三弦橋の断面寸法と全体構造

三弦橋の断面寸法は道路構造令の建築限界を侵さないようにした．その断面を図 4 に示す．またトラス断面における主構の傾斜角は，60°の方が 70°に比べ経済性に加え，横からの荷重にも強く，景観的にも優れていることから，60°を採用した．底辺が 12.505m，高さ 10.828m である．以上より求めた断面寸法に基づき決めたトラス主構の骨組図を図 3 に，断面図を図 4 に示す．

3)　主構の設計

部材厚さの求め方はトラス橋と同じである．許容応力度設計法と限界状態設計法で求めた各部材の緒元を表−3 と表−4 に示す．

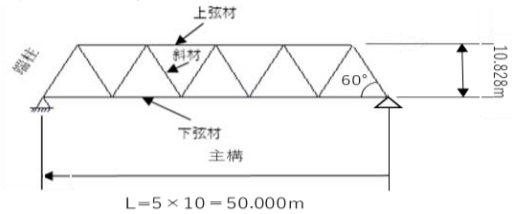

図 3　三弦橋の骨組図

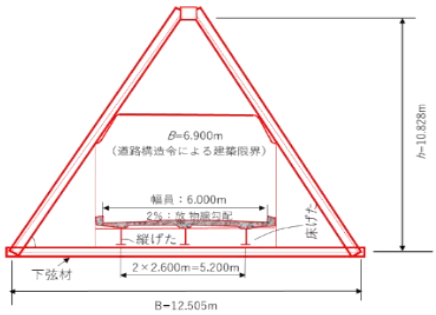

図 4　三弦橋の断面図

表-3　三弦橋の許容応力度設計法

単位(mm)

	部材名称									
	U1	U2	L1	L2	L3	D1	D2	D3	D4	D5
Top	9	12	8	8	10	12				
Web	9	12	8	8	9	14	14	12	8	12
Bott	9	12	8	8	10	12				
Flg							12	12	8	12

表-4　三弦橋の限界状態設計法

単位(mm)

	部材名称									
	U1	U2	L1	L2	L3	D1	D2	D3	D4	D5
Top	8	11	8	8	9	9				
Web	8	11	8	8	8	10	14	10	8	10
Bott	8	11	8	8	9	9				
Flg							12	12	8	12

5. 経済性の比較検討

今回求めた部材厚さと各断面の長さから主構の数量をそれぞれ算出した．なお，三弦橋の上横構はないものとし，下横構はトラス橋の面積比から部材数量を概算した．その結果を表−5 に示す．

表-5　各設計法による主構の鋼材量(単位 t)

	許容応力度設計法	限界状態設計法
トラス橋	46.9	43.0
三弦橋	43.3	38.0

6．まとめ

本研究による検討の結果，まず設計法に関してはトラス橋も三弦橋も許容応力度設計法に比べ限界状態設計法の方が約 8～13%の材料節減効果があることが分かった．次に，トラス橋と三弦橋を比較してみると，どちらの設計法を用いても約 8%～12%の鋼材が削減できることがわかった．この結果から，トラス橋よりも三弦橋の方が経済性には優れているということがわかる．しかし，三弦橋は横幅と高さにおいてより大きい寸法が必要となり，橋を架設する場所や諸条件によりその適用が制限されることが考えられる．

参考文献：

1)　新編橋梁工学[1)]，　中井博･北田敏行　著　第 5 版，共立出版株式会社，2003 年　P230～250

2) 橋高架の道路等の技術基準の改定について[2)]
国土交通省　2018 年