

合成床版橋の連続化に向けた一考察

住友金属工業㈱ 正会員○松野 正見

住友金属工業㈱ 正会員 利根川太郎

住友金属工業㈱ 正会員 井澤 衛

1. まえがき

鋼・コンクリート合成構造の合成床版橋であるスレンダー橋は、桁高制限、中小スパン橋及び河川改修に伴う橋梁の補修、架け替え、景観設計の要求に対応しやすく、斜角や橋端に拡幅がある場合などの複雑な橋梁形状にも対応できる橋梁形式である。これまで、橋梁の連続化が工費低減、走行性・耐震性の向上、維持管理の省力化等さまざまなメリットがあるにも関わらず、合成床版橋の連続化は避けられる傾向にあった。これは、中間支点上の床版のひび割れが懸念されるためであるが、近年では合成床版橋に対しても連続桁化の要望が増えてきている。一般的に床版のひび割れ制御は鉄筋をできるだけ多く配置することでひび割れに対処しているが、本報告では、スレンダー橋の連続化に関する中間支点上の取扱いについて、デッキプレート上にトラス鉄筋を設置することで、デッキプレートを鉄筋換算することが可能となる合理的な設計法を用いて、単純桁と連続桁の試設計を行った。

2. 設計手法

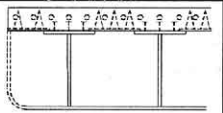
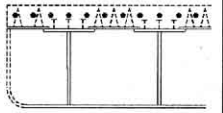
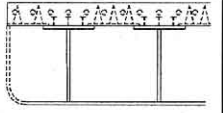
連続桁化に伴う留意点としては、「中間支点上の負曲げモーメントに対する処理」および「クリープ・乾燥収縮・コンクリートと鋼桁による温度差から生じる不静定力の処理」が挙げられる。

中間支点上の負曲げに対しては、スレンダー橋の構造は合成桁の考えを引用できると考えられることから、合成作用を表-1に示すように考える。また、負曲げ部においては、デッキプレート上にダイヤフラム間隔を床版支間としたトラス鉄筋を配置することで、デッキプレートは橋軸方向の床版のひび割れを抑制するだけでなく、合成断面に算入することが可能となる。したがって、負曲げに対する抵抗断面としては、鋼桁に橋軸方向鉄筋の他にデッキプレートも算入した断面を用いて算出する。

不静定反力による曲げモーメントに対する処理は、平面骨組解析を用いて試設計を行い、不静定力により生じる曲げモーメントの作用応力度への影響を把握することで、不静定力による影響を予測して許容応力度に考慮する設計方法を用いる。解析手法としては、不静定力の算出時に通常用いられている方法であるクリープ、乾燥収縮を温度荷重に換算する方法を用いる。クリープ、乾燥収縮による温度荷重は図-1に示すように、発生する曲げモーメントを等価な温度荷重に換算して正曲げ部のみに作用させるものとする。温度差による荷重は全長にわたって設計温度を作用させるものとする。以上の解析手法を用いて、図-2に示す解析モデルについて解析を行った。

表-2に最大、最小の曲げモーメントが生じる $0.4 \times$ 支間、中間

表-1 合成作用の取扱い

適用	合成断面
正	・鋼桁 ・床版 
負	・鋼桁 ・橋軸方向鉄筋 ・デッキプレート (鉄筋換算) 
不静定力算出時	・鋼桁 ・床版 

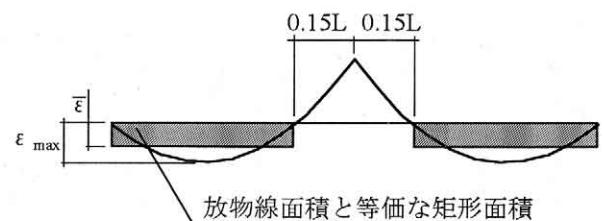


図-1 クリープ・乾燥収縮荷重のモデル化

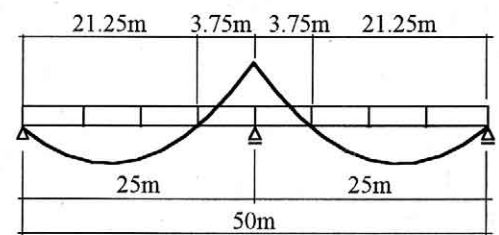


図-2 解析モデル

キーワード：合成床版橋、連続桁、トラス鉄筋、負曲げモーメント、不静定力

〒100-8113 東京都千代田区大手町1-1-3 tel 03-3282-6354 fax 03-3282-6110

支点上におけるクリープ、乾燥収縮、温度差のそれぞれの不静定力による応力度を示す。全ての応力度において、不静定力による応力度はクリープ、乾燥収縮、温度差で 10%以下となる結果となった。しかし、この結果は、本設計条件と類似した断面構成、支間長の場合において言えることであり、全ての設計条件に対し

表－2 解析結果

(N/mm²)

		0.4×支間			中間支点上		
		コンクリート 上縁	U・FLG 上縁	L・FLG 下縁	鉄筋 (上)	U・FLG 上縁	L・FLG 下縁
(1)クリープ	作用応力度	-0.32	-0.8	3.2	0.8	4.3	-3.5
(2)乾燥収縮	作用応力度	-0.19	-0.5	2.0	0.5	1.3	-5.5
(1)+(2)	作用応力度	-0.51	-1.3	5.2	1.4	5.6	-9.0
	許容応力度	-15.00	-241.5	210.0	140.0	210.0	-210.0
	作用／許容	0.03	0.01	0.02	0.01	0.03	0.04
(3)温度差	作用応力度	-0.57	-1.4	5.8	0.9	2.3	-9.5
(1)+(2)+(3)	作用応力度	-1.08	-2.7	11.1	2.3	7.9	-18.5
	許容応力度	-17.25	-273.0	241.5	161.0	241.5	-241.5
	作用／許容	0.06	0.01	0.05	0.01	0.03	0.08

て言えるとは限らない。しかし、一般に不静定力の影響は作用応力度に対して小さいことから、本解析結果と設計条件の異なる場合においても、クリープ、乾燥収縮、温度差後の許容応力度を 1 割低減することによって、不静定力の影響を考慮した設計を行った後、平面骨組解析を用いて照査を行うという簡略化した設計手法を用いて概略の傾向をつかむことは可能であるとされる。

以上の設計手法を用いて、単純桁と連続桁の試設計を行った。

3. 試設計結果

表－3 試設計条件

表－3に示すような試設計条件下のもとで、2 径間等スパンとした単純桁モデルと連続桁 1 モデルについて試設計を行った。また、比較モデルとして連続桁でデッキプレートを合成作用に含まない連続桁 2 モデルについても試設計を行った。パラメータとしては上・下フランジおよびウェブの板厚のみとしている。

橋長	51m
活荷重	B活荷重
端部の桁高	350mm
縦断勾配	←2% VCL=橋長→

なお、本形式の適用例として桁高制限を受ける場合が多いことから太鼓橋形状としている。

表－4 断面構成の比較

(mm)

		単純桁			連続桁 1		
		橋台部	支間中央部	中間支点上	橋台部	支間中央部	中間支点上
上フランジ厚	t_f	21	29	14	13	19	32
ウェブ厚	t_w	10	10	10	9	9	9
下フランジ厚	t_{f2}	30	37	19	13	16	22
ウェブ高	h_w	293	470	566	318	503	545
桁高	H_1	350	542	605	350	544	605
構造高	H_2	600	792	855	600	794	855

表－4に単純桁モデルと連続桁 1 モデルの断面構成の比較を示す。

中間支点上におけるフランジの板厚を除く全ての板厚で、連続桁の方が薄くなる結果となった。この要因としては、次の 2 点が挙げられる。1)連続桁では単純桁に比べて最大曲げモーメントが 3 割程度低下するため支間中央部

表－5 単位面積当たりの鋼重比較

	単純桁	連続桁 1	連続桁 2
m ² 鋼重 (kN/m ²)	4.98	3.56	3.78
／単純桁	1.00	0.71	0.76
／連続桁 2	---	0.94	1.00

での断面の剛度を小さくできる。2)本モデルは太鼓橋で設計しており、連続桁では最もウェブ高が高くなる中間支点上の負曲げにより断面が決定するために、剛性に無駄の少ない設計となっている。表－5に全モデルの単位面積当たりの鋼重比較を示す。単純桁モデルに対して連続桁 2 モデルは、鋼重が 24%程度低下する結果となった。またデッキプレートを合成断面に算入した連続桁モデル 1 ではさらに 6%程度低下する結果となった。

4. まとめ

スレンダー橋における連続桁の主な設計方針を次に示す。1)デッキプレート上にトラス鉄筋を配置することで、デッキプレートを鉄筋換算することが可能となる合理的な設計法を用いて行う。2)スレンダー橋の合成作用は連続合成桁の考えを引用する。3)クリープ・乾燥収縮・温度荷重の不静定力による応力度の低下は 10%として設計に反映させる。

本試設計結果では、連続桁化することにより鋼重が 24%程度、デッキプレートを合成断面に算入したことでさらに 6%程度の鋼重低下を示した。

【参考文献】 1) (社) 日本橋梁建設協会：PC床版を有すプレストレスしない連続合成桁 設計要領 (案) 1998.3.31. 2) 合成床版橋研究会：合成床版橋 設計・施工指針 (案)、1998.8.