

(I - 45) 平面骨組モデルによる合成H桁の解析

(株) 富貴沢建設コンサルタンツ 正会員 大久保敏夫
同 上 正会員 沼尾 岳士
同 上 正会員 姫田 茂
宇都宮大学工学部 正会員 中島 章典

1. はじめに

合成桁橋は、コンクリート床版と鋼桁を剛なずれ止めで結合することにより、両者が一体となって働く構造物である。一般に合成桁の解析は、コンクリート床版の断面積をヤング係数比により鋼断面に換算した一体の断面として、各部分の応力度を算出する方法により行われている。一方、合成桁特有のコンクリート床版のクリープ、乾燥収縮、コンクリート床版と鋼桁の温度差の影響は、拘束を受けないコンクリートの縮み量に相当する軸力を外力として作用させ、それによる断面力をコンクリート床版と鋼桁の軸力と曲げモーメントに分配し、両者を重ね合わせて応力度を求めることが道路橋示方書¹⁾に規定されている。しかし、これらの解析方法は連続体としての解析を前提としているため、計算過程においては構造物の特性を直感的に把握し難い。

本報告は、合成桁を簡単な平面骨組モデルに変換し、コンクリート床版と鋼桁に分配される断面力を直接算定する方法を標準的な合成H桁の文献²⁾に適用して構造モデルの適合性を確かめ、合成桁の特性の把握と設計の簡素化を試みたものである。

2. 平面骨組モデルによる合成桁の解析

(1) 解析方法

コンクリート床版と鋼桁の図心間を仮定の剛部材で結合する2点支持の骨組モデルを作成し、そのモデルに集中荷重、等分布荷重を載荷し、支間中央部における各断面力を算出する。また、温度差、乾燥収縮の影響はコンクリート床版に所定の縮み量が発生するように温度変化を与えることにより、各部材に発生する断面力を直接算定する。

(2) 解析モデル (図-1 参照)

- 1) コンクリート床版と鋼桁は実剛度を有する梁部材とする。
- 2) コンクリート床版と鋼桁を結合する連結部材はそれぞれの図心間を直線で結び、コンクリート床版と鋼桁の間に橋軸方向のずれが生じないように断面積、断面二次モーメント共に仮定の大きな値とする。
- 3) 連結部材の間隔は鋼桁の桁高程度とする (単純合成桁の標準的な桁高/スパン比は1/17~1/22程度である)。なお、連結部材の間隔を変えることにより各部材に発生する断面力は若干異なるが、桁高程度に連結部材を設ければ各荷重に対して十分な精度は得られる。

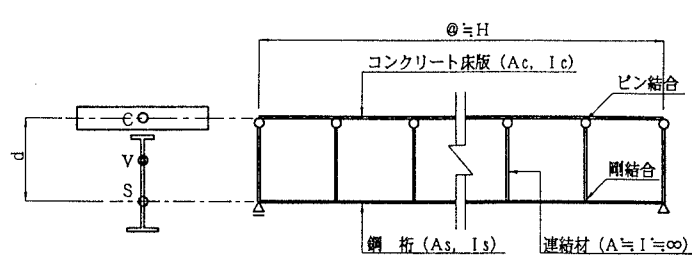


表-1. モデルに使用する諸定数

	コンクリート床版	鋼桁	連結部材
I (m ⁴)	0.00148	0.00411	1.0×10 ⁹
A (m ²)	0.4913	0.03098	1.0×10 ⁹
E (tf/m ²)	3.0×10 ⁶	2.1×10 ⁷	—
α	1.2×10 ⁻⁵	1.2×10 ⁻⁵	—

ただし、乾燥収縮におけるコンクリート床版のEは1.0×10⁶とする。

図-1. 合成H桁の解析モデル

(3) 解析結果

本モデルにより得られた単位集中荷重(10tf)、単位等分布荷重(1tf/m)、温度差(-10℃)、乾燥収縮(20×10⁻⁵)に対する各断面力を、文献2)の荷重強度に応じて実数倍したものを解析値とする。図-2は、支間中央部における応力度を文献2)による設計計算結果を100とした場合の比率で表したものである。また、参考として理論値³⁾との対比も行う。

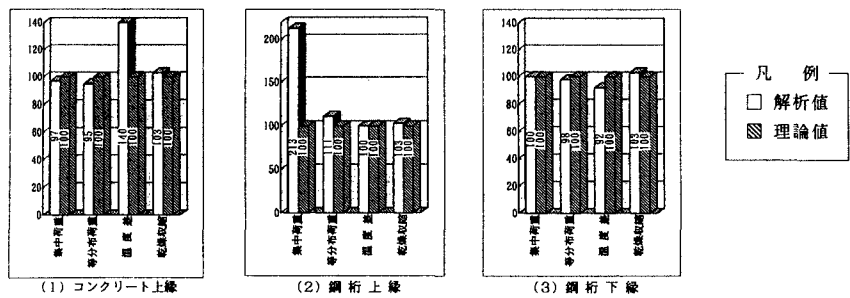


図-2. 本解析結果と文献2)との比較

上図より、コンクリート上縁温度差と鋼桁上縁集中荷重の場合大きな差を示す以外はほぼ正確な近似値を示している。温度差における応力度の差は0.2kgf/cm²であり、構造系全体に対してはほとんど問題になるものではない。また、集中荷重に対する差は、分担軸力が8%程度と他の荷重ケースに比べ大きくずれているためだと思われる。この場合の応力度の差は34kgf/cm²であり、許容応力度(2,100kgf/cm²)に対して1.6%程度となる。

3. 弾性合成桁への適用

非合成桁のコンクリート床版と鋼桁はスラブ止めで連結されているが、相互に応力は伝達しないものとして設計は行われている。しかし、スラブ止めの合成効果により弾性合成桁の構造体となっていることが文献4)等により報告されている。前項の合成H桁と同一断面で、連結部材の断面二次モーメントを下式(1)によりスラブ止め剛度と同等の値に換算した構造モデルで試算を行った結果を表-2に示す。

$$I = \frac{d^3}{3E} \cdot k \cdot \frac{H}{b} \quad \text{----- 式(1)}$$

ここに、E：弾性係数
k：スラブ止め剛度
(=5.0×10⁴tf/m/本⁴⁾)
H：連結材間隔
b：スラブ止め間隔

表-2. 解析値と理論値との比較

	解 析 値				理 論 値			
	コンクリート床版		鋼 桁		コンクリート床版		鋼 桁	
	距f-ノット M(tf・m)	軸力 N(tf)	距f-ノット M(tf・m)	軸力 N(tf)	距f-ノット M(tf・m)	軸力 N(tf)	距f-ノット M(tf・m)	軸力 N(tf)
集中荷重	1.195	-44.500	23.465	44.500	1.190	-44.620	23.154	44.620
分布荷重	0.945	-50.963	20.067	50.963	1.016	-50.802	19.773	50.802
温 度 差	0.577	20.141	11.210	-20.141	0.572	20.360	11.135	-20.360
乾燥収縮	0.249	28.545	14.515	-28.601	0.264	27.156	15.352	-27.156

4. おわりに

本報告では、平面骨組モデルを用いて2点支持の合成H桁と弾性合成桁のコンクリート床版及び鋼桁に生じる曲げモーメント及び軸力を直接算出し、設計値及び理論値と対比して本モデルの精度を確認した。その結果、集中荷重に対してはやや精度は低くなったが、実施設計に適用する場合には特に問題になる程度のもではなく、設計の簡素化に役立つと考えられる。また、プレキャスト床版による部分合成桁、橋軸方向のプレストレスの検討、連続合成桁の設計においても有効な方法であると考える。

参考文献 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 II. 鋼橋編 1994. 2
2) 新日本製鐵株式会社：H-BB-C, CT-BB-C設計資料 1988. 8
3) A. ハウラネック／O. シュタインハルト：鋼橋の理論と計算, 橋・小松共訳, 山海堂, 1957, 12
4) 中島・森内・西園・大江・阿部：車両走行に対する非合成桁橋スラブ止めの疲労強度の検討, 橋梁交通振動に関するコロキウム論文集 PART B 1995