

1. はじめに

近年、多くの道路橋が高齢化・老朽化し、RC 床版の補修・補強が行われている。これに対して、RC 床版の重量に対して約 1/5 のアルミニウム床版で RC 床版を取り替えるという考えが出された。アルミニウム床版と鋼桁との連結構造を図-1 に示す。アルミニウム床版は鋼桁に頭付きスタッドで連結されているため、両者の間に合成作用が発生する。アルミニウム床版上板と鋼桁上フランジとの間に水平せん断バネが仮定され、軸力に関する微分方程式が誘導され、両者の合成作用が調べられた<sup>1)</sup>。しかし、水平せん断バネの値は、未だ明確にされていない。本研究は、三次元 FEM 解析により、水平せん断バネの値を与える。そして、得られた水平せん断バネの値を用いて、実橋の合成度を明らかにする。

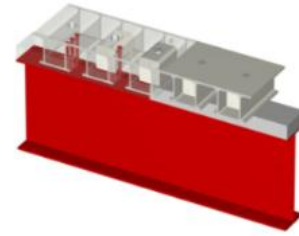


図-1 アルミニウム床版と鋼桁との連結構造

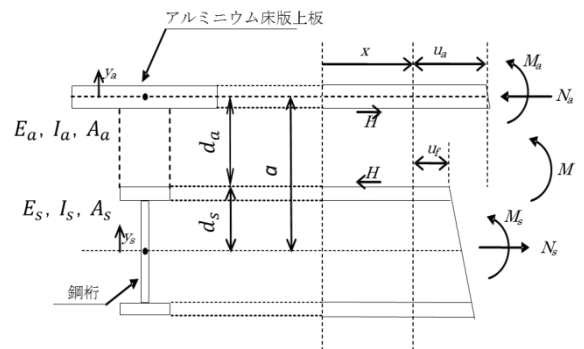


図-2 アルミニウム床版上板および鋼桁上フランジに生じる水平せん断力と水平変位

2. 水平せん断バネと合成度の定義

図-2 を参照して、アルミニウム床版上板と鋼桁上フランジとの間の水平せん断バネは次式で定義される<sup>1)</sup>。

$$H = k(u_f - u_a) \tag{1}$$

ここに、

$H$  : アルミニウム床版上板の下面および鋼桁上フランジの上面に生じる水平せん断力

$k$  : 水平せん断バネ

$u_f, u_a$  : それぞれ、鋼桁上フランジの上面およびアルミニウム床版上板の中立面の水平変位

アルミニウム床版と鋼桁との合成作用の度合いは次式で定義される合成度 $\phi$ によって評価される<sup>1)</sup>。

$$\phi = \frac{v_0 - v}{v_0 - v_\infty} = 1 - \frac{3}{(\lambda L/2)^2} \left\{ 1 - \frac{\tanh(\lambda L/2)}{(\lambda L/2)} \right\} \tag{2}$$

$$\lambda = \sqrt{k \frac{(A_s + \frac{A_a}{n})(I_s + \frac{I_a}{n}) + A_s \frac{A_a}{n} a d_s}{E_s A_s \frac{A_a}{n} (I_s + \frac{I_a}{n})}} \tag{3}$$

ここに、

$v_\infty$  : 完全合成時の鋼桁のたわみ

$v_0$  : 非合成時の鋼桁のたわみ

$v$  : 不完全合成の鋼桁のたわみ

$\lambda$  中の記号 : 図-2 参照

$L$  : 桁の支間長

$n$  :  $E_s/E_a$

$\phi$  は、0 に対して非合成、1 に対して完全合成である。

3. 水平せん断バネ

図-3 に示す、アルミニウム床版と鋼桁から成る桁の 3 次元 FEM 解析により水平せん断バネの値を与える。同図は、支間長 3840mm の桁を、対称性を用いて、桁の 1/4 の部分が要素分割されている。桁の断面寸法を図-4 に示す。アルミニウム床版幅  $B$  として 440mm, 880mm, 1320mm を考慮し、アルミニウム床版と鋼桁上フランジの連結部に使用される頭付きスタッドの本

数として3本、2本、1本を考慮する。FEM解析には汎用有限要素解析プログラム DIANA を用いる。使用した有限要素は、アルミニウム床版と鋼桁に対して4節点平面シェル要素、コンクリート台座、充填モルタル、頭付きスタッドに対して8節点アイソパラメトリック立体要素である。荷重として、 $P/4$ の集中荷重を支間中央のアルミニウム床版上板に作用させる。FEM解析によって算出された鋼桁のたわみを用いて、文献1)で示された方法に従って、水平せん断バネ $k$ の値を算出する。得られた水平せん断バネの値とアルミニウム床版幅の関係を図-5に示す。水平せん断バネは、アルミニウム床版幅が大きくなると増加傾向を示すが、その程度は小さい。頭付きスタッドの本数が3本から1本に減っても水平せん断バネの低下は小さい。

#### 4. 実橋の合成度

水平せん断バネの値を実橋に用い、アルミニウム床版と鋼桁との合成度を求める。対象とする実橋を図-6と表-2に示す<sup>2)</sup>。設計荷重はB活荷重とし、アルミニウム床版と鋼桁とは非合成として設計されている。図-5の $B=440\text{mm}$ の水平せん断バネの値を式(3)に用いて算出された $\lambda$ の値を式(2)に代入して合成度が算出される。 $\phi$ と $\lambda L$ の関係を図-7に示す。 $\phi$ の値は1に近いので、支間長が15m以上の実橋の合成度は完全合成に近い。

#### 5. 結論

アルミニウム床版と鋼桁との連結構造の水平せん断バネの値は、頭付きスタッドの本数が1本から3本の間で、 $0.593\text{kN/mm}^2 \sim 0.648\text{kN/mm}^2$ であり、あまり変化しない。支間長が15m以上の実橋の合成度は完全合成に近い。

#### 参考文献

- 1)大倉一郎, 稲見豪: アルミニウム床版と鋼桁との合成作用, 構造工学論文集, Vol.57A, pp.870-880, 2011.
- 2)石川敏之, 高木真広, 大倉一郎, 武野正和: アルミニウム床版-鋼桁橋の合成作用および温度変化応力, 第7回復合構造の活用に関するシンポジウム, 論文番号 63, pp.1-6, 2007.

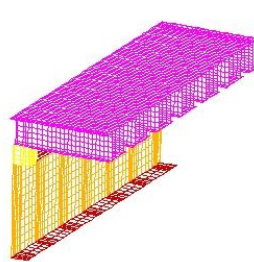


図-3 要素分割

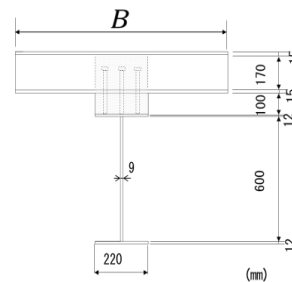


図-4 桁の断面寸法

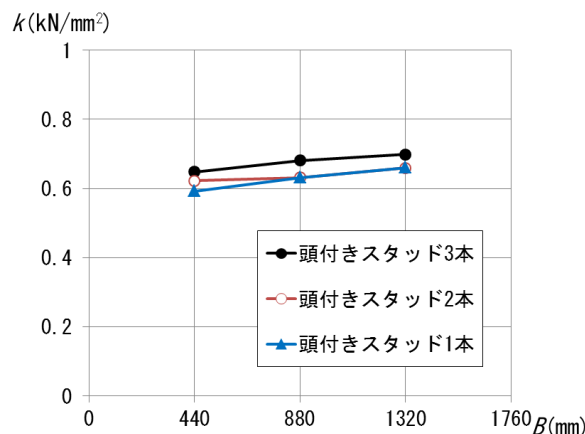


図-5 水平せん断バネとアルミニウム床版幅の関係

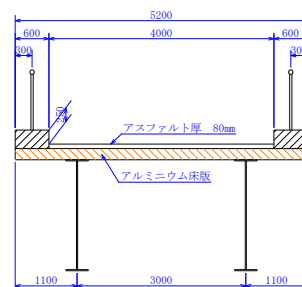


図-6 実橋の断面

表-2 実橋の寸法

支間長 (m)		15	20	30	40
上フランジ	幅 (mm)	280	280	280	290
	厚さ (mm)	12	14	16	32
下フランジ	幅 (mm)	250	260	260	280
	厚さ (mm)	13	14	17	33
ウェブ	高さ (mm)	1300	1700	2500	2600
	厚さ (mm)	9	9	9	9
アルミニウム床版の有効幅 (mm)		2463	2551	2600	2600

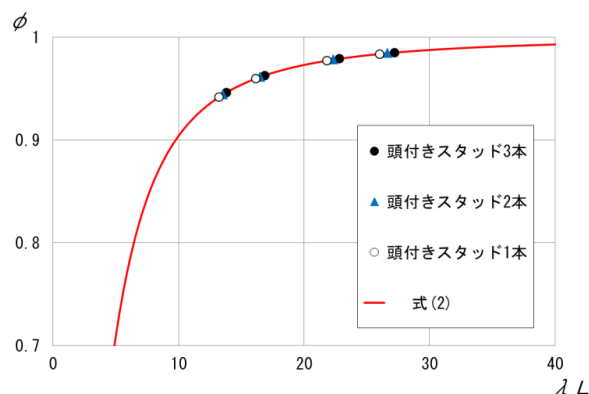


図-7  $\phi$  と  $\lambda L$  の関係