

名古屋大学 正員 ○ 有住 康則

琉球大学 正員 浜田 純夫

1. まえがき 断続合成桁(ジベルを断続的に配置した合成桁)は、現在ほとんど実用化されていないが、AASHOの示方書では、負の曲げを受ける部分でスラブ中の鉄筋の応力を無視するという条件で規定されている。しかし、これまでの研究がう明らかに、負の曲げを受けるスラブ中の鉄筋は、断続端に充分なジベルを配置すれば有効に作用することが示されている。断続合成桁に関する研究に、前田らによる理論的、実験的研究がある。彼らの研究によると非合成区画と合成区画の境界付近でジベルに合成区画より相当大きい永平せん断力が作用することが報告されている。本研究では、理論的に断続合成桁の曲げ性状を調べる。特に、ジベルが剛に作用する場合、桁の剛性と鉄筋の応力を求め、完全合成桁との比較検討を行うことにする。

2. 解析法 Fig.1,2に示すように連続ばりの中間支付近の曲げモーメントを仮定して、片持ばりの自由端に集中荷重が作用したものとして解析する。部材1,2と3,4の二つの部材が節点2,4で剛なジベルで連結され、スラブの曲げ剛性がなくと仮定すると、釣り合い方程式は、

$$\frac{EI_s}{l^3} \begin{bmatrix} rs & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 12 & -6l \\ 0 & 0 & -6l & 4l^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ V_2 \\ V_1' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ P \\ 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

ここで、 $s = A_s \sqrt{I_s}$ $r = A_c / A_s$ である。また、節点2,4が剛なジベルで連結されているという仮定より、次の関係式が得られる。

$$U_1 = U_2 + V_2' a_y \quad (2)$$

よって、変位は、

$$U_2 = \frac{-r a P l^2}{2(1+r)(1+\bar{s})EI_s} \quad V_2 = \frac{(1+\bar{s})Pl^3}{(1+4\bar{s})3EI_s} \quad (3)$$

$$V_2' = \frac{1}{(1+4\bar{s})} \frac{Pl^2}{2EI_s}$$

ここで、 $\bar{s}$ は次に示すような断面の形状で与えられる定数である。

$$\bar{s} = \frac{r A_s a_y^2}{4(1+r)I_s}$$

スラブの応力 σ_c^p は、中間にジベルが存在しないので次式で与えられる。

$$\sigma_c^p = \frac{EU_1}{l} = \frac{a_y P l}{2(1+r)(1+\bar{s})I_s} \quad (4)$$

式(3)、(4)で与えられた断続合成桁の変位と応力は、完全合成桁のそ

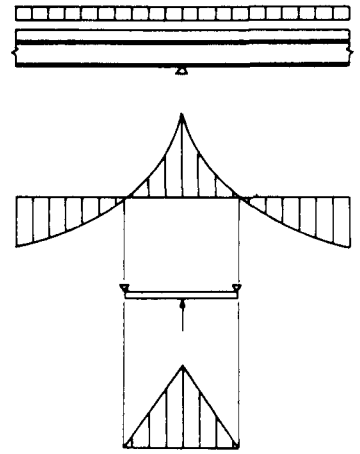


Fig.1 Bending Moment Diagrams for a Continuous Beam and Isolated Beam

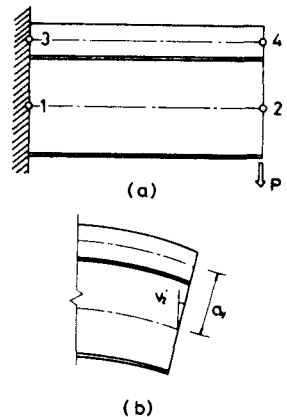


Fig.2 Nodal Points for the Analysis of a Partial Composite Beam

れと比較すると次のように示される。

$$\frac{V_2}{V_2^c} = 1 + \frac{r A_s \alpha_y^2}{4(1+r) I_s} \quad , \quad \frac{V_2^c}{V_2} = 1 \quad , \quad \frac{\sigma_c^p}{\sigma_c^c} = 1/2 \quad (5)$$

また、スラブに曲げ剛性がある場合(PC 導入) には次のようになる。

$$\frac{\bar{V}_2}{V_2^c} = 1 + \frac{r A_s \alpha_y^2}{4(1+\mu)(1+r) I_s} \quad (6)$$
$$\frac{\bar{V}_2}{V_2^c} = 1 \quad , \quad \frac{\bar{\sigma}_c^p}{\sigma_c^c} = 1/2$$

ここで、 $\mu = I_c / I_s$ である。一方、鋼桁上下フランジの応力は、

$$\sigma_u^p = E \varphi y_u - \sigma_c^p A_c / A_s$$
$$\sigma_l^p = -E \varphi y_l - \sigma_c^p A_c / A_s \quad (7)$$

ここで、 $\varphi = (M - \sigma_c^p A_c \alpha_y) / E(1+\mu) I_s$ である。

3. 計算結果 Table-1に実験結果との比較を示す。表から明らかな様に、実験値と理論値は比較的よく一致している。Fig.3に1 tonの荷重が作用した場合の応力分布、および、有効スラブ断面積とスラブ応力、鋼桁応力との関係を示す。図から明らかな様に、スラブに作用する応力は有効スラブ断面積に逆比例的に減少しており、また、鋼桁下フランジの応力も僅かに減少している。Fig.4に有効スラブ断面積と完全合成桁とのたわみ比、および、応力比を示す。

4. あとがき 断続合成桁について次のような結論を得た。

- (1) 断続合成桁と完全合成桁のたわみ比、および、応力比に於いて、理論値は実験結果をよく説明できるものと考えられる。
- (2) 断続合成桁のスラブの応力は完全合成桁のそれの 1/2 であり、理論上スラブに対しては、影響をもたすものと考えられる。
- (3) 断続合成桁のスラブの応力が減少する割にはフランジの応力上昇しない。
- (4) 断続合成桁のたわみ、および、下フランジの応力の完全合成桁のそれに対する比は、有効スラブ断面積が主に影響するものと考えられる。

Table 1 Experimental and Analytical Results for Deflection and Stress Ratios of a Partial Composite Beam to Complete Composite Beam

Beam No.	A_c/A_s	Ratio of Deflection (Theory)	Ratio of Slab Stress (Theory)	Ratio of Lower Flange Stress (Theory)	Ratio of Ultimate Load (Theory)
4,6	0.30	1.36 (1.22)	0.46 (0.5)	1.32 (1.16)	0.97 (1.0)
5,7	0.44	1.17 (1.28)	—	1.06 (1.18)	0.90 (1.0)
8,9	0.44	1.31 (1.28)	0.61 (0.5)	—	0.93 (1.0)

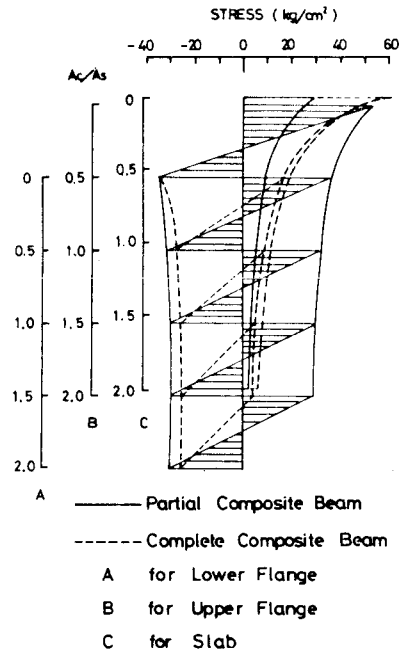


Fig.3 Stress Distribution and Relationships between A_c/A_s and Stresses

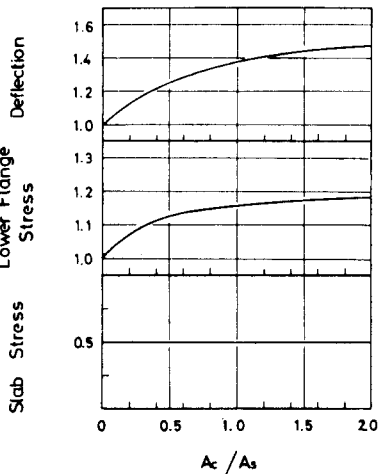


Fig.4 Stress and Deflection Ratios of Partial Composite Beam to Complete Composite Beam with Respect to Effective Slab Area