

繰返し荷重を受ける合成版の力学的特性(第2報)

九州大学工学部 学生員○ 原 利弘 正 員 太田 俊昭
九州大学工学部 正 員 松下 博通 学生員 井口 雅彦

1. まえがき 立体トラス型ジベル付合成版は架設系における剛性が高いため、支保工なしの場所打ち工法が可能であるなど種々の特色を有する。著者らは、この新しい合成版の疲労挙動について実験的研究を行っており、その成果の一部は既に報告した¹⁾²⁾。本論文は、その後の研究の成果について述べるものである。

2. 実験概要 今回実験に用いた供試体はDタイプ2体とEタイプ3体であり、その形状寸法は図-1に示す通りである。両タイプともトラスはφ13の丸鋼で形成し、Dタイプはスパン方向に2列、Eタイプは1列施している。底部鋼板厚はDタイプが4.5mm(降伏応力 $f_{sy}=3320\text{kg/cm}^2$ 、引張強度 $f_{su}=4600\text{kg/cm}^2$)、Eタイプが6mm($f_{sy}=2510\text{kg/cm}^2$ 、 $f_{su}=3330\text{kg/cm}^2$)である。載荷方法は2点線載荷の1方向曲げ試験とし、スパン中央の鋼板応力とコンクリート上縁ひずみおよび疲労寿命の推定式を得ることを目的として行った(表-1)。疲労破壊はいずれの供試体も底部鋼板の曲げ脆性引張破壊であった。

3. 底部鋼板の応力振幅推定式

スパン中央部に作用する曲げモーメントと底部鋼板の応力には図-2に示すような関係がある¹⁾²⁾。即ち、A点を初期曲げクラック発生点とすると、処女載荷曲線は折線OABと与えられ、2回目以降の繰返荷重に対するモーメントと応力の関係は直線FBとなる。ここで、直線ABの切片を M_0 とすると、実験的に直線FBの切片は $-M_0$ に一致する。これより、鋼板の応力振幅 σ_s の簡易推定式として次式が提案されている。

$$\sigma_s = \kappa \cdot \frac{M_L}{W_1} \quad (1)$$

$$\kappa = \frac{M_{\max} - M_0}{M_{\max} + M_0}, \quad M_0 = n \cdot f_b \cdot (W_0 - W_1)$$

f_b ; コンクリートの曲げ強度($=0.9f_c'^{2/3}$)

f_c' ; コンクリートの圧縮強度、 n ; 弾性係数比

W_0 ; 断面係数(全断面有効)

W_1 ; 断面係数(引張部無視)

$M_{\max}$; 作用最大モーメント、 M_L ; モーメント振幅

しかし、この式は $M_{\max}/M_0$ が比較的小さい範囲で断面剛性を過大評価するため、図-3で示すような精度上の問題が残っていた。そこで、 $M_{\max}/M_0$ に関する実験定数 ρ を用いて、次式のように補正すれば、実験値とよく一致する(図-4)。

$$\sigma_s = \rho \cdot \kappa \cdot \frac{M_L}{W_1} \quad (2)$$

$$\rho = \begin{cases} 1 & (M_{\max}/M_0 > 5) \\ 2.15 - 0.23 \times (M_{\max}/M_0) & (M_{\max}/M_0 \leq 5) \end{cases}$$

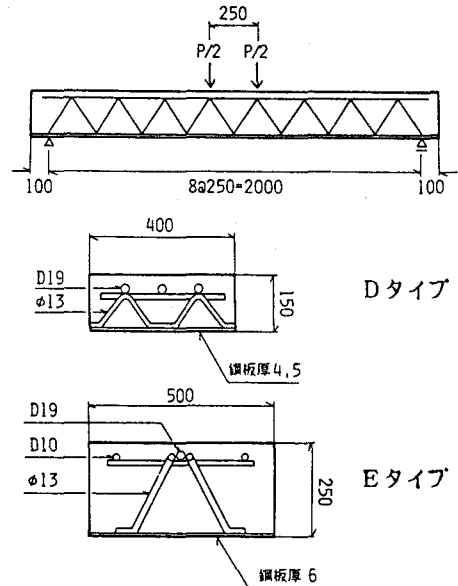


図-1 載荷方法および供試体寸法

表-1 疲労試験概要

*)繰返回数 N=1

供試体	載荷荷重 (ton)	疲労寿命 (千回)	圧縮強度 (kg/cm ²)	底部鋼板 応力振幅 ¹⁾	コンクリート上縁 ひずみ振幅 ¹⁾
D-2	6.0 - 2.0	2,000→	575	590kg/cm ²	392 μ
	8.0 - 2.0	1,232		783	539
D-3	10.0 - 2.0	497	584	1161	716
E-1	13.5 - 2.0	1,400	491	588	359
E-2	18.0 - 2.0	315	491	998	517
E-3	12.0 - 2.0	2,292	491	483	262

4. コンクリート上縁のひずみ振幅 図-5は、スパン中央部コンクリート上縁のひずみ振幅の一例である。コンクリート上縁ひずみ振幅は、繰返荷重による変動がなくば一定値であり、この値はRC弾性理論による値と一致する。これは他の供試体についてもほぼ同様であった(図-6)。

5. 疲労寿命推定式 図-7は 底部鋼板の応力振幅(fsr; kg/cm²)と疲労寿命(N)との関係を示したS-N曲線である。鋼材の種類によりS-N曲線は異なるが、両者にはそれぞれ高い相関が認められ、

$$4.5\text{mm鋼板}; \log(\text{fsr}) = 5.14 - 0.36 \times \log(N)$$

$$6\text{mm鋼板}; \log(\text{fsr}) = 4.79 - 0.32 \times \log(N)$$

なる関係がある。これより、SS-41規格鋼板の場合、200万回疲労強度は800kg/cm²程度と言えよう。

6. あとがき 本論では、①底部鋼板の応力振幅の簡易的な推定式として式(2)が有効であること、②コンクリート上縁のひずみ振幅は慣用の弾性理論でほぼ推定できること、③SS-41規格鋼板の200万回疲労強度は800kg/cm²程度であることなどが確認された。

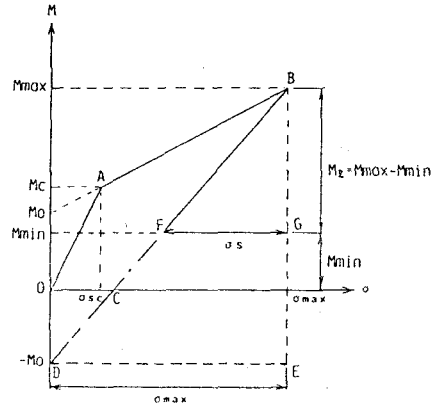


図-2 モーメントと底部鋼板
応力のモデル

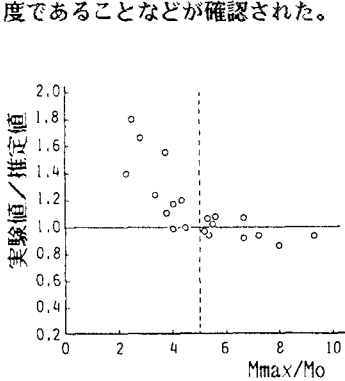


図-3

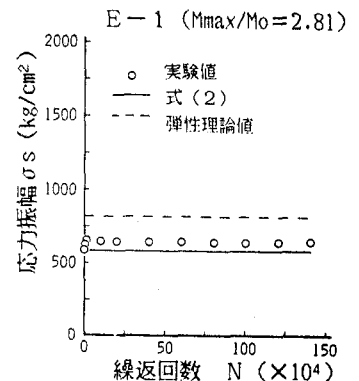
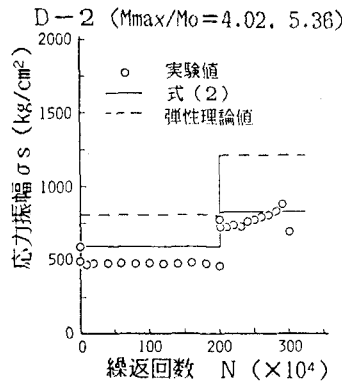


図-4 底部鋼板応力振幅

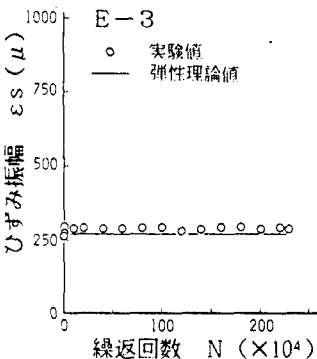


図-5 コンクリート上縁の
ひずみ振幅

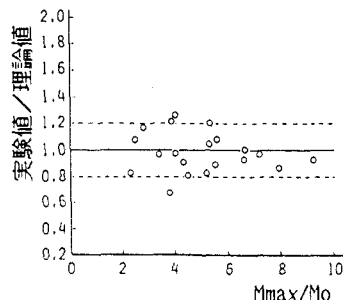


図-6

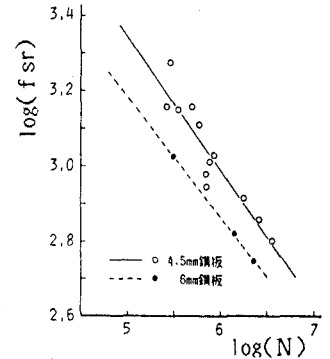


図-7 底部鋼板のS-N曲線
(スパン中央、実験値)

【参考文献】1)太田、今井、安田、井口；I-8、土木学会西部支部研究発表会講演概要集 1986

2)太田、安田、井口；V-140、土木学会第41回学術講演会講演概要集 1986