

繰り返し荷重を受ける合成床版の力学的挙動

九州大学 正会員 太田 俊昭 九州大学 正会員 今井富士夫
九州大学 学生員 〇井口 雅彦 九州大学 学生員 安田 泰二

1. まえがき

トラス型ジベルを有する鋼とコンクリートの合成版構造は、底部鋼板を永久型枠として使用でき、しかもコンクリート打設時に一定の剛性を保持するため、架設バント等が不要となる他、完成系でも板厚(桁高)を低減できるなど、種々の特色を有する。著者らは、この構造について一連の実験的、理論的研究を行いその静力学的特性について明らかにしてきたが、この種の構造を橋梁に用いるには繰り返し荷重下の疲労性状と疲労強度を把握することが重要である。そこで、その基礎的資料を得るため、計8体の供試体を作成して疲労曲げ試験を行い、得られた成果を以下に報告する。

2. 実験概要

今回実験に用いた供試体は、A～Dの4タイプあり、Aタイプは3体、B、Cは2体、Dは1体について実験を行った。供試体の寸法、断面等については図-1、図-2に示す。A～Cタイプについては、死荷重低減の目的で空洞部を設けている。(図-1、図-2のドット部分) 図-3には、各タイプのジベル形状が示してある。図中、A、Bタイプはジベル脚部の下に、それぞれ(幅25mm、高さ9mm)(幅16mm、高さ4.5mm)のフラットバーが挿入されており、この上にAタイプではジベルが直接に、Bタイプではガゼットが溶接されている。底部鋼板、フラットバー、圧縮筋、及びジベルの材料の性質を表-1に示す。試験方法としては、図-1に示すように、スパン中央部付近のジベル材頂部に2直線載荷を行い、疲労試験を実施した。表-2に各供試体の繰り返し荷重、繰り返し回数、試験時のコンクリート強度及び弾性係数を示す。また、試験中、適当な疲労回数の時に、一時疲労試験を停止し静的試験を行い、データを収集した。

3. 底部鋼板の応力(ひずみ) 振幅推定式

繰り返し荷重を受ける合成床版の構造が、外的に静定系であれば、その鋼板の応力(ひずみ)と曲げモーメントとの間には図-4に示すような関係がある。すなわち、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、OABとして与えられ、2回目以後の繰り返し荷重に対しての応力とモーメントの関係は、直線CBで表される。この時、直線CBの傾きは、処女載荷OABに費やされる補正エネルギーと等価な補

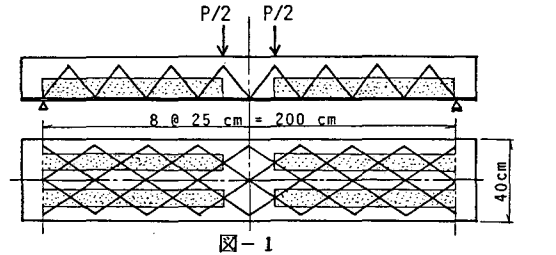


図-1

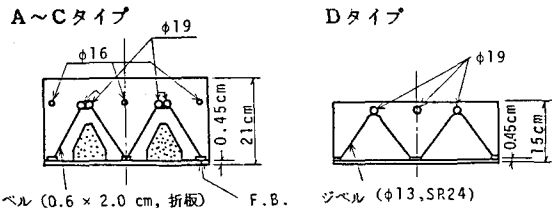


図-2

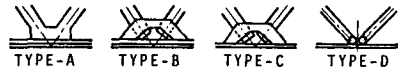


図-3

表-1

	$E_y(\mu)$	f_y	$E(\text{kg/cm}^2)$
SS41	1530	3320	2.1×10^5
SD30	2070	3900	1.9×10^5

表-2

NAME	Pmax ton	Pmin ton	COUNT	f_c kg/cm ²	$E_c(x10^5)$ kg/cm ²	W_o cm ²	W_i cm ²
A-1	17.0	4.0	767166	543	3.05	688	415
A-2	22.0	4.0	264744	535	3.18	697	416
A-3	10.2	4.0	2000000	529	3.05	683	415
	12.2	4.0	2000000	529	3.05	683	415
	17.0	4.0	160000	529	3.05	683	415
B-1	17.0	4.0	600000	573	2.96	617	348
B-2	14.0	4.0	712079	534	2.91	610	348
C-1	8.0	3.0	1000000	587	2.98	589	316
	15.0	3.0	317890	587	2.98	589	316
C-2	13.0	3.0	700000	576	3.25	608	317
D-1	8.0	2.0	250000	584	3.03	367	218
	10.0	4.0	200000	584	3.03	367	218
	12.0	6.0	300000	584	3.03	367	218
	14.0	4.0	150000	584	3.03	367	218

正エネルギーを費やす直線OB'の傾きで良く推定できる¹⁾。一方、直線ABの縦軸切片をM0とすれば、Mmax/M0の値がある一定値以上のとき、直線OB'の傾きを有する直線BCの縦軸切片D点は-M0とほぼ一致する。実際に表-2に示される各供試体の底部鋼板についてのクラック発生前の断面係数W0及びクラック発生後の断面係数W1を用いて、直線OB'と直線BDの傾きを算出すると、その誤差はMmax/M0≧5では5%以内であった。したがって鋼板の応力(ひずみ)の推定法としては、直線BCの縦軸切片は-M0であるという簡易推定法²⁾を用いることにする。よって、以下の式が成立する。

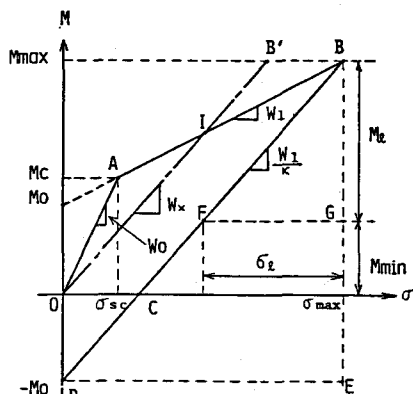


図-4

図-4において、△BDEと△BFGの相似条件より、

$$\sigma_l = M_l / (M_{\max} + M_0) \times \sigma_{\max} \quad (1)$$

直線OA及びABの式は、

$$M = W_0 \sigma, \quad M = W_1 \sigma + M_0 \quad (2)$$

A点で直線OA, ABは交わることより、

$$\sigma_{sc} = M_0 / (W_0 - W_1) = n f b'$$

$n = E_s / E_c$, $f b' = 1.00 f c^{2/3}$: コンクリートの曲げ強度

$$\therefore M_0 = n f b' (W_0 - W_1)$$

これよりM0が求めれば(2)式に代入して

$$\sigma_{\max} = (M_{\max} - M_0) / W_1 \quad (3)$$

(3)式を(1)式に代入して

$$\sigma_l = (M_{\max} - M_0) / (M_{\max} + M_0) \times M_l / W_1 = \kappa M_l / W_1$$

4. 結果

スパン中央部の底部鋼板について、上式より求まる推定値と実験結果との関係を図-5に示す。また、表-3は、実験より得られた鋼板の応力振幅を、繰返し回数により重み付けした平均値と推定値の誤差を各供試体別に示したものである。この表より、簡易推定法の誤差は、±20%程度であると思われる。

5. あとがき

今回用いた簡易推定法は、繰返し荷重による底部鋼板の応力振幅の推定に対しては、有効であると思われる。今後は、ジベル材軸力に対しての計算法を誘導し、底部鋼板とジベルとの力学的な関係を解明していく予定である。

参考文献

- 1) 太田俊昭：構造物の非弾塑性解析、新体系土木工学8
- 2) 上田多門：BEHAVIOR IN SHEAR OF REINFORCED CONCRETE BEAMS UNDER FATIGUE LOADING

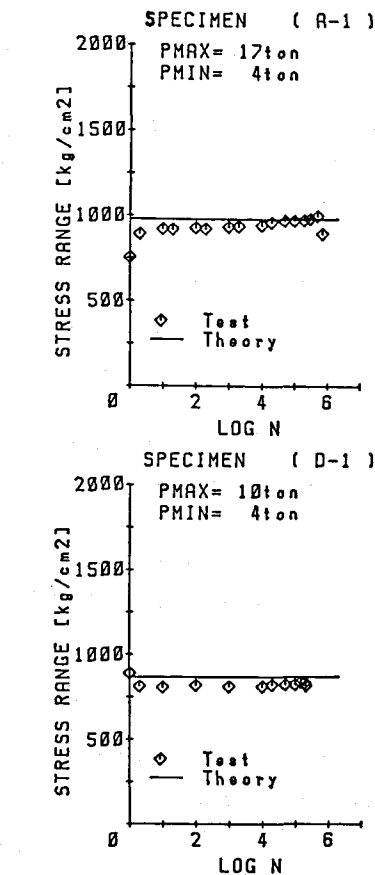


図-5

表-3

NAME	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	C-1	C-2	D-1
ERR.	1.0	1.100	850.900.97	1.06	1.050.800.870.970.90	1.05	1.12	1.04