

CS - 107

非合成桁スラブ止めの疲労強度に関する一検討

宇都宮大学 学生員 池川真也 宇都宮大学 正会員 中島章典
トピー工業 正会員 土橋健二 足利工業大学 正会員 阿部英彦

1. まえがき

コンクリート床版（以下、RC床版とする）の合成効果を期待しない非合成桁では、RC床版と鋼桁とを密着させ、車両通過時の衝撃を床版に与えないように、また車両の加速・制動、地震等による水平力に対しRC床版が所定の位置を確保するように、鋼桁フランジ上にスラブ止めまたはスタッド等のずれ止めを設けなくてはならない。しかし、わが国の道路橋示方書¹⁾等には、スラブ止めの疲労強度はもちろん、その許容せん断強度についても明確に規定されていない。

そこで本研究では、非合成桁等に使用される実寸大スラブ止めを有する押し抜き試験体を製作し、静的押し抜き性状と疲労強度を調べた。また、大型車両1台が実橋モデルを通過する際に、スラブ止めに作用する水平せん断力の大きさを数値計算法により概算し、これを実験で得られたスラブ止めの疲労強度と比較検討した。

2. 試験体及び試験方法

実験に使用した試験体の形状および寸法を図1に、スラブ止め取り付け状況を図2に示す。スラブ止めはφ16の丸鋼を鋼フランジに溶接し、その後曲げ上げて形を整えた。なお、スラブ止め取り付け

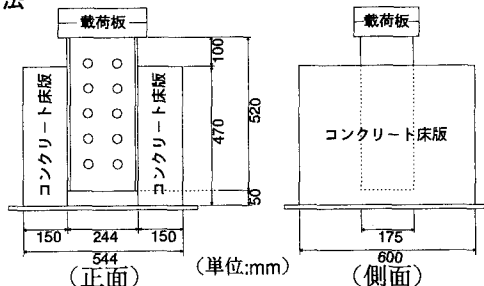


図1 押し抜き試験体形状

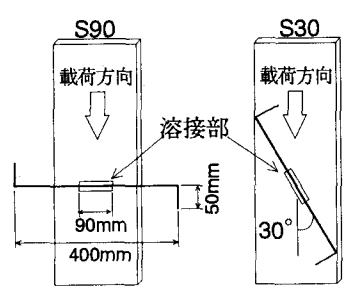


図2 スラブ止め取り付け状況

付け角度 30° の試験体を S30、90° の試験体を S90 と呼び、疲労試験では S30 を 3 体、S90 を 3 体の計 6 体使用した。疲労試験に先立ち、スラブ止めのずれ止め剛度及び試験体の降伏荷重等の性状を把握するために静的押し抜き試験を S30、S90 とともに各 1 体ずつ行った。この時、RC床版と鋼フランジのずれをクリップ型変位計を用いて測定した。一方、疲労試験における疲労荷重の載荷方法は、応力波形を正弦波、繰り返し速度を 5Hz、下限荷重を 2tf（公称せん断応力 0.4kgf/mm²）、上限荷重を 3 段階に変え、部分片振り圧縮として行った。公称せん断応力とは、スラブ止め 1 本にかかる水平せん断力をスラブ止め溶接部の接合面積で除した値を意味し、以下ではせん断応力とする。

疲労破壊の決定は荷重制御で行い、出力荷重が入力荷重の 90% 以下または 110% 以上となった時点をもって疲労破壊が生じたものとし、それまでの繰り返し回数を疲労寿命とした。

3. 試験結果

静的押し抜き試験において得られた荷重—ずれ変位曲線を図3に示す。図の縦軸はスラブ止め 1 本の水平せん断力を、横軸は RC床版と鋼フランジのずれ変位を表している。図中の S30 の点線が途中で切れているのは、載荷中に一部のクリップ型変位計が外れてし

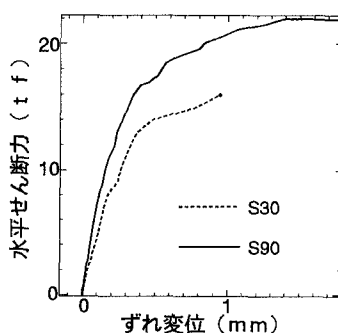


図3 水平せん断力—ずれ変位曲線

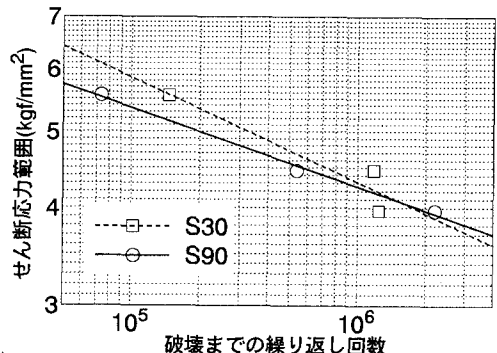


図4 スラブ止めS—N線図

まったため計測を中断したからである。この図をもとに算定した初期接線と水平せん断力 10tf 時の割線によるずれ止め剛度を表 1 に示す。同表には参考文献 3) に示された $\phi 19$ のスタッド 2 本分のずれ止め剛度を参考のために示している。

疲労試験により得られた破壊までの S-N 線図を図 4 に示す。なお、図の縦軸はスラブ止め 1 本にかかるせん断応力範囲を表す。この図から、高いせん断応力範囲（5.6、4.5kgf/mm²）では S30 の方が S90 より疲労寿命が高くなる傾向を示した

が、低いせん断応力範囲（4kgf/mm²）ではこの傾向は逆転した。これは R/C 床版のコンクリート強度の不均一性（特にスラブ止め付近でのブリージングによる強度低下）、スラブ止め溶接部の不良、あるいは固有の現象であるとも考えられる。疲労試験において、S30、S90 とともに繰り返し回数の増加につれ、R/C 床版と鋼フランジの開きが大きくなり、スラブ止め溶接部表面より亀裂が発生し、溶接内部へ進展してスラブ止めが外れるような疲労破壊性状を示した。S90 ではスラブ止め溶接下部に疲労破面が認められ、また、S30、S90 の両方の試験体では溶接部内のスラブ止め自身に疲労亀裂が発生しているものもあった。

表-1 各ずれ止めのずれ止め剛度

ずれ止め名称	ずれ止め剛度 (初期)	ずれ止め剛度 (10tf)
S30	$5.25 \times 10^4 \text{tf/m}$	$4.74 \times 10^4 \text{tf/m}$
S90	$8.49 \times 10^4 \text{tf/m}$	$6.97 \times 10^4 \text{tf/m}$
スタッド (2 本)	$9.60 \times 10^4 \text{tf/m}$	$8.20 \times 10^4 \text{tf/m}$

4. 大型車両により実橋モデルのスラブ止めに作用する水平せん断力の算定

スパン 30m、スラブ止めを 1m 間隔で付設した非合成桁上を 25tf の大型車両 1 台が走行することによって、スラブ止め 1 本に作用する水平せん断力の大きさ（振幅）を、剛体ばねモデルを用いた数値計算法によって求めた。解析に用いた実橋モデルを図 5 に示す。この水平せん断力の振幅は 25tf のせん断力を静的に桁断面に作用させた場合の水平せん断力として概算できる²⁾。その結果、この非合成桁上のスラブ止め（ $\phi 16$ ）1 本には、約 10tf の水平せん断力（振幅）が生ずることがわかった。この値は、今回の疲労試験におけるせん断応力範囲 4kgf/mm² に相当するものであり、得られた S-N 線図より疲労寿命を推定すると 200 万回程度になると考えられる。

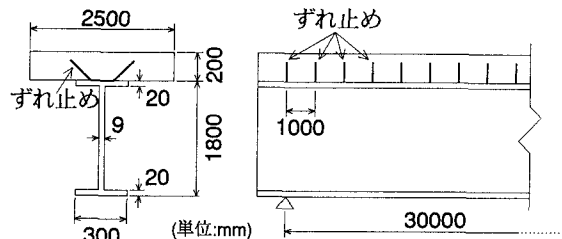


図 5 非合成桁実橋モデルの諸元

ここで、スラブ止め 1 本の代わりに $\phi 19$ （高さ 150mm）のスタッド 2 本を配置した桁について考える。この時のスタッドのずれ止め剛度は平城らの研究³⁾を参考にして表 1 に示した値を用いた。スラブ止めを用いた非合成桁と同じ条件（断面諸元、スパン長、ずれ止め付設間隔）のスタッドを用いた非合成桁では、スタッド 2 本に生ずる水平せん断力も 10tf 程度となる。この時の疲労寿命は平城らの実験結果によれば 200 万回程度になると予想される。したがって、ここで対象とした非合成桁では、スラブ止め 1 本とスタッド 2 本の疲労強度は同程度であると考えられる。

5. あとがき

本研究の実験および解析的検討から、スラブ止め 1 本と $\phi 19$ のスタッド 2 本の疲労寿命は、ほぼ同程度になるという結果が得られた。しかし、今回の実験で使用したコンクリートの疲労試験時の平均圧縮強度は 520kgf/mm² であったのに対し、平城らの実験で使用したコンクリートの疲労試験時の平均圧縮強度は 280kgf/mm² であった。コンクリート強度、試験体寸法等が異なることを考えれば、両者を単純に比較することは難しいと考えられる。したがって、両者の疲労強度を同一条件下で調べる必要がある。

本研究の一部は、科学研究費総合研究 A（代表：藤野陽三 東京大学教授）の補助を受けたことを付記し、関係方々に謝意を表す。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 II 鋼橋編、丸善、1990.2
- 2) 岡田 誉・中島章典・阿部英彦：走行車両による合成桁ずれ止めの動的伝達せん断力の評価、土木学会第 47 回年次学術講演会、pp.334～335、1992.9
- 3) 平城弘一・松井繁之：頭付きスタッドの疲労強度に及ぼすスタッド余盛り形状の影響、構造工学論文集 Vol.34A、pp.501～512、1988.3