

鋼・コンクリート合成床版の支間部のせん断疲労強度評価

川田工業 正会員 ○街道 浩 大阪工業大学 フェロー 松井繁之

1. はじめに 本報告は、写真-1に示すようなロビンソン型の鋼・コンクリート合成床版（以下、合成床版と略す）を対象として、これまでに実施した輪荷重走行試験^{1),2)}（以下、走行試験と略す）から押抜きせん断により破壊した試験結果を抽出し、合成床版の支間部の疲労強度評価用のせん断強度評価式を誘導することを目的としている。

2. RC床版の押抜きせん断強度 文献3)においては、RC床版の走行試験では載荷荷重が移動し、配力鉄筋方向の間隔 $b+2\cdot d_d$ で貫通ひび割れが発生するため、疲労破壊に対しては図-1に示すように貫通ひび割れ間の主鉄筋断面だけで抵抗するものと考え、その静的押抜きせん断耐力を式(1)により計算できるとしている。式(1)の右辺第1項はコンクリートの圧縮領域のせん断抵抗を表し、第2項は引張鉄筋のかぶり部分のコンクリートの引張抵抗を表す。

$$P_{sx} = 2 \cdot \tau_{smax} \cdot x_m \cdot B + 2 \cdot \sigma_{tmax} \cdot C_m \cdot B \quad (1)$$

ここで、 τ_{smax} : コンクリートの最大せん断応力度、 σ_{tmax} : コンクリートの最大引張応力度、 x_m : 主鉄筋断面の圧縮側コンクリート表面から中立軸までの距離、 C_m : 主鉄筋のかぶり厚さ、 $B = b + 2 \cdot d_d$: 疲労に対する床版の有効幅、 b : 載荷板の配力鉄筋方向の辺長、 d_d : 配力鉄筋の有効高さ

さらに、載荷荷重を式(1)の押抜きせん断強度により除した無次元量と荷重の繰返し回数が式(2)に示す疲労寿命曲線で説明できるとしている。

$$\log(P/P_{sx}) = -0.07835 \cdot \log N + \log 1.51965 \quad (2)$$

ここで、 P : 載荷荷重、 N : 繰返し回数

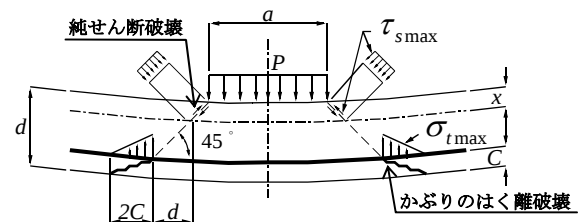
3. 合成床版の破壊形態 一方、合成床版のせん断破壊時のひびわれ状況を写真-2に示す。この写真は試験終了後に主鉄筋断面および配力鉄筋断面の中心線に沿って切断したものである。なお、合成床版の配筋については、上側の主鉄筋と配力鉄筋のみ配置し、下側には鉄筋を設置していない。

主鉄筋方向断面のせん断ひびわれは車輪直下の載荷板付近から斜め下方向に伝播し、下鋼板の上縁まで到達している。この破壊形態を観察すると、ひびわれについてはRC床版と酷似しており、式(1)の右辺第1項については合成床版も同様な評価が可能であると推定できる。

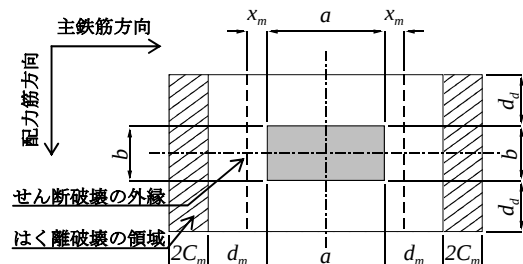
4. 破壊時の下鋼板の抵抗力 合成床版では下側鉄筋の役割を下鋼板が担当しており、式(1)の右辺第2項に相当



写真-1 輪荷重走行試験の状況



(a) 切断面の破壊モデルと応力分布



(b) 走行試験における破壊形態と抵抗モデル（平面図）

図-1 RC床版の破壊形態の模式図³⁾

写真-2 合成床版の破壊時の切断面

キーワード：鋼・コンクリート合成床版、輪荷重走行試験、押抜きせん断強度、疲労寿命曲線

〒550-0014 大阪市西区北堀江 1-22-19 TEL 06-6532-4897 FAX 06-6532-4890

する下鋼板の効果を評価する必要がある．ここでは合成床版にせん断破壊が発生した時点における下鋼板の抵抗力について検討を行う．コンクリートにせん断ひびわれが発生し鋼板のみが連続している状態は図-2のようにモデル化できる．すなわち，スタッド間隔を支間として一端を回転および鉛直変位に対して，もう一端を回転に対して固定としたはりに置換える．図中の記号により下鋼板の降伏荷重を表すと式(3)のとおりとなる．

$$Q_y = \frac{2 \cdot M_y}{\ell} = \frac{2 \cdot \sigma_y \cdot \lambda \cdot t^2}{6 \cdot \ell} \quad (3)$$

ここで， σ_y は鋼板（材質SS400）の降伏応力度235N/mm²

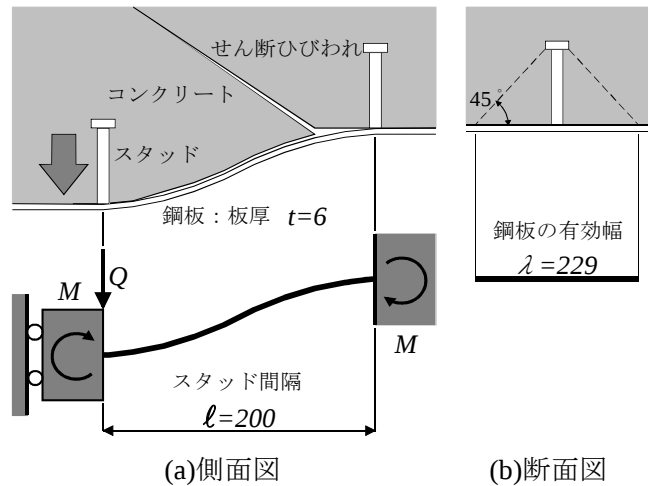


図-2 破壊時の下鋼板の構造モデル

式(3)に部材寸法および下鋼板の降伏応力度を代入するとスタッド1組当りの降伏荷重が3.2kNとなり，実際にせん断破壊が発生した配力鉄筋方向の有効幅内のスタッド分を合計しても，その抵抗力はコンクリートのせん断抵抗に対して十分に小さい．

5. 合成床版の押抜きせん断強度

以上の結果をまとめると，合成床版の押抜きせん断強度は，下鋼板の抵抗力を無視しコンクリートのせん断抵抗のみを考慮した式(4)により評価ができると考えられる．

$$P_{sx} = 2 \cdot \tau_{smax} \cdot \chi_m \cdot B \quad (4)$$

ここで， B を算出するための d_d はコンクリート版厚

この考えを裏付けるために，これまでに押抜きせん断により破壊した試験体のせん断強度を式(4)により評価した結果を表-1に示す．これらをS-N線図としてプロットすると，図-3のように2Dおよび2T-2以外の5つの試験体の結果はほぼ一直線上にプロットできることがわかった．また，図中に併記した実線は式(2)であり，合成床版のせん断抵抗強度を式(4)で表現すると，走行試験結果はRC床版のS-N曲線で表されることとなった．この理由は，両床版形式の破壊形態がともにせん断破壊を示していることによるものと考えられる．なお，図-3中の2Dおよび2T-2試験体については，両試験体の多数のスタッドにおいて基部の疲労破断が先行して発生しているため¹⁾，下鋼板の寄与度が低下することによって非合成化が進み，早期に破壊に至ったためと考えられる．

6. まとめ 本報告では，合成床版の支間部を対象として，走行試験におけるせん断強度について検討を行った．この成果として，せん断強度の評価式を提案し，支間部に関する疲労寿命の推定が可能になった．＜参考文献＞ 1) 松井,文,福本:鋼板・コンクリート合成床版中のスタッドの疲労破壊性状について,構造工学論文集,Vol.39A,1993. 2)街道,渡辺,橘,松井,堀川:鋼・コンクリート合成床版の輪荷重走行試験および3次元有限要素解析による疲労耐久性評価,構造工学論文集,Vol.50A,2004. 3)松井:移動荷重を受ける道路橋RC床版の疲労強度と水の影響について,コンクリート工学年次講演会論文報告集,9-2,1987.

表-1 合成床版の押抜きせん断強度の一覧表

試験体名称	試験機関	試験部位	床版厚 鋼板厚含む mm	破壊荷重 P kN	換算走行回数 N —	有効幅 B mm	せん断強度 P _{sx} kN	P/P _{sx}	備考
FB-1	大阪大学	支間部	126	196	11,000	360	270	0.726	クランク式
FB-2	"	"	126	147	135,400	360	275	0.535	"
2A-3	"	"	126	147	290,000	360	278	0.529	"
2A-4	"	"	126	147	360,000	360	278	0.529	"
2D	"	"	129	147	269,656	360	319	0.461	"
2T-2	"	"	159	147	801,656	420	430	0.342	"
TY-1	"	"	160	216	180,000	428	357	0.605	"
張出し部	大阪工業大学	張出し部	159	157	14,734	500*	233	0.674	自走式

*ゴムタイヤのためひびわれ間隔から有効幅Bを決定

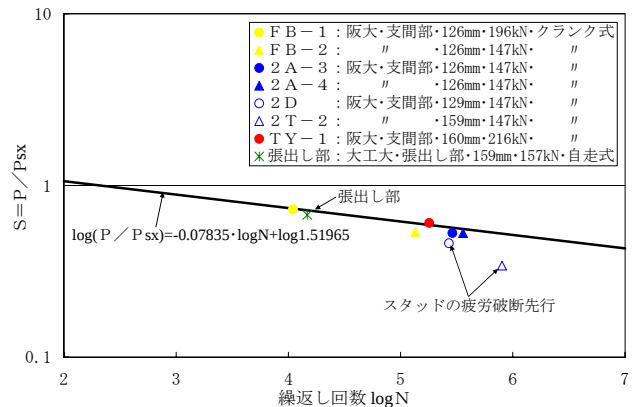


図-3 評価式とRC床版の疲労寿命曲線の比較

図-3 評価式とRC床版の疲労寿命曲線の比較
この理由は，両床版形式の破壊形態がともにせん断破壊を示していることによるものと考えられる．なお，図-3中の2Dおよび2T-2試験体については，両試験体の多数のスタッドにおいて基部の疲労破断が先行して発生しているため¹⁾，下鋼板の寄与度が低下することによって非合成化が進み，早期に破壊に至ったためと考えられる．