

膨張材併用軽量床版のはり供試体の疲労試験(その1)

国士舘大学 学生会員 ○道幸 拓哉
 パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 中澤 治郎
 東京大学 生産技術研究所 正会員 鎌田 知久
 国士舘大学 正会員 津野 和宏

1. はじめに

本稿は、別稿の「膨張材併用軽量床版のはり供試体の静的曲げ試験」の後続の試験として、静的曲げ試験供試体と同一ロットにて製作したはり供試体を用い、疲労破壊のメカニズムを究明することを目的として実施した疲労載荷試験の結果をもとに、膨張材の混和のない軽量 RC (L-0) と膨張材を収縮補償程度混和した軽量 RC (L-20) の2つの実験結果の比較について報告するものである。

2. 実験方法

(1) 実験供試体

「膨張材併用軽量床版のはり供試体の静的曲げ試験」と同様に、床版を橋軸直角方向に切断したと仮定したはりモデルを用い、ひび割れと骨材の関係を確認するために、供試体側面をグラインダーで切削して骨材が露出する形とした。供試体の諸元を図-1 に示す。コンクリートは、表-1 に示方配合を示す2種類とした。いずれも軽量Ⅱ種で、水結合比 (W/B) はともに 37%であり、L-20 には、標準混和量 20kg の膨張材を内割り置換で混和した。主鉄筋は、実際の道路橋床版における鉄筋比を考慮して D13 (SD345 : 降伏点強度 σ_{sy} =367N/mm²) とし、中央部表裏にひずみゲージを設置した。

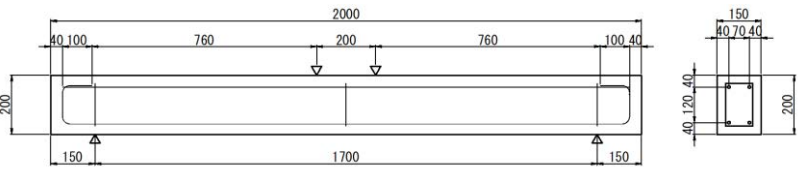
(2) 疲労試験

せん断スパン比は、過去の土木研究所で実施された疲労載荷試験の供試体の RC8 シリーズ¹⁾にに合わせて $a/d=4.7$ 程度とし、中央2点の支点間の距離は 200 mm である。疲労載荷は、後述する最大荷重を与えるものとし、5Hz のサイン波で繰返し載荷として実施した (載荷位置は図-1 参照)。ここで、最大荷重は、L-0, L-20 とともに初期の設定としては、静的曲げ試験の結果を踏まえ、最大耐力の 70% となる 26kN とし、最低荷重は 2kN に設定した。

3. 実験結果

(1) 破壊までの経過

図-2 に疲労試験の結果を示す。L-0 は、初期載荷荷重 18kN で4万回、22kN で4万回載荷したのち、26kN 載荷の段階で、斜めせん断破壊の様相を呈した。その後、載荷 12.5 万回で、引張鉄筋の定着部付近のかぶり部分が剥離破



鉄筋 (SD345) 上段:D10, 下段:D13, スターラップφ6

図-1 実験供試体諸元

表-1 供試体の配合及び強度等

供試体種類 (呼び名)	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)								AD*1 (Px%)	AE*2 (Px%)	28日強度 (N/mm ²)		弾性 係数 (kN/mm ²)
			W	C	膨張材Ex		細骨材S		粗骨材G				圧縮	引張	
					低添加型	標準型	軽量	普通	軽量	普通					
収縮補償(L-20)	37	48.6	170	439	20	0	585	—	540	—	0.5	0.001	43.6	2.99	19
軽量(L-0)	37	48.6	170	459	0	0	585	—	539	—	1.1	—	61.1	3.32	20

*1 : AE減水剤標準型(Ⅰ種) *2 : AE剤(Ⅰ種) ・空気量:4.5% ・目標スランブ:18±2.5cm

キーワード はり供試体, 軽量コンクリート, 膨張材, 疲労試験, 破壊形態

連絡先 〒154-8515 東京都世田谷区世田谷 4-28-1 国士舘大学理工学部理工学科まちづくり学系 TEL03-5481-3264

壊し、終局に至った。これは、静的曲げ試験の結果とほとんど同じ破壊形態である。

L-20 は、L-0 と同様に最大荷重を与えて実施したが、最大耐力の 70% である 26kN 荷重で、疲労損傷が進展する徴候が見られなかったため、繰返し回数 58 万回にて、最大荷重を 30kN に上げた。その後、34kN（静的曲げ耐力の 90%）まで上げた段階で、破壊に至ったが、L-0 のような剥離を伴うような状態にはならなかった。

(2) ひび割れの進展状況と鉄筋ひずみ

L-0 は、1/4 支間の位置に発生した曲げひび割れのうち片側が、荷重点側に伸びた後、引張鉄筋に沿うように支点側に向い、図-3 の赤いハッチング箇所に大きく剥離が生じた。

L-20 は、同様に繰返し回数の増加とともに斜めせん断ひび割れに進展するが、ひび割れの角度は L-0 に比べると、やや浅いように見える。最終的には、タイドアーチ機構に移行し、図-4 に示すようなひび割れ分布となった。このとき、はり正面から見ると、左右均等に破壊が進展しているのがわかる。また、支間中央に配置した鉄筋ひずみ（図-5）は、繰返し回数 10 万回以降、破壊までほとんど増加が見られなかったのが特徴的である。これは、曲げ挙動からせん断引張挙動への移行によるものと推察される。

(3) 実験結果の考察

岸田ら²⁾によると収縮補償程度の膨張材であっても、軽量骨材の内部養生効果により、供試体には、ケミカルプレストレスが導入されることが明らかになっており、この効果によって、供試体の疲労進展が抑制されたと考えられる。この効果により、最大荷重の 70% 程度の荷重では、膨張材を混和しない供試体で生じたような破壊は発生せず、また、荷重荷重を上げて、破壊に至らせた場合でも、脆性的な破壊にはならないことが確認された。

4. まとめ

床版の部分モデルを模擬したはり供試体の疲労試験において、静的曲げ耐力がほぼ等しい 2 つのはり供試体の耐疲労性は大きく異なる結果となった、即ち 2 つの供試体の差は、膨張材の収縮補償程度の混和の有無のみであるが、これが、疲労進展を大きく遅らせる効果があることが確認された。最後に、実験の実施に当たってご指導ご鞭撻をいただいた東京大学生産技術研究所の羅氏、コムスエンジニアリング土屋氏、メサライト石川氏、デンカ本間氏他関係諸氏に謝意を表します。

参考文献

- 1) 道路橋床版の疲労耐久性評価に関する研究, 国総研資料, 第 472 号
- 2) 岸田, 田嶋, 宮口, 中澤: 膨張材を混和した軽量 RC 床版の膨張特性に関する検討, 日本コンクリート工学会年次論文集, 2018, 40 巻, 1 号

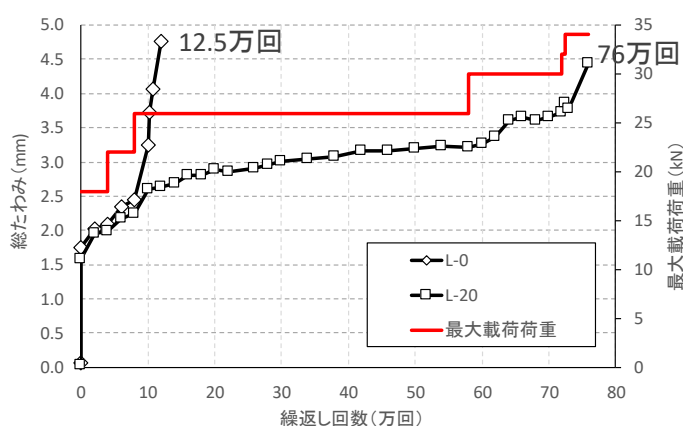


図-2 疲労試験結果（繰返し回数－18kN 総たわみ曲線）

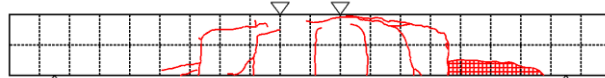


図-3 L-0 終局時ひび割れ図（12.5 万回）

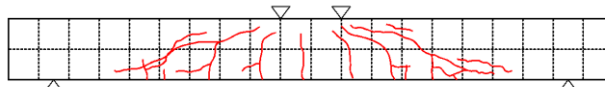


図-4 L-20 終局時ひび割れ図（76 万回）

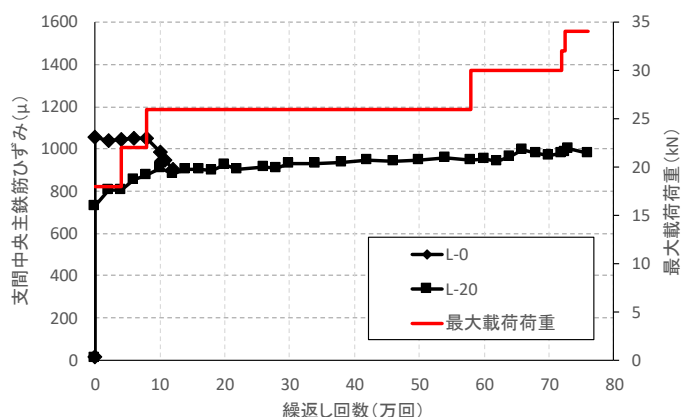


図-5 疲労試験結果（繰返し回数－18kN 主鉄筋ひずみ）