

膨張材併用軽量床版のはり供試体の疲労試験(その 2)

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

フェロー会員

岸 利治

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、普通骨材を用いたコンクリート（N-0）と膨張材を標準混和量の 1.5 倍混和したケミカルプレストレストコンクリート相当の軽量 RC（L-45）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。比較対象である N-0 は、道路橋の鉄筋コンクリート床版において使用されるコンクリートの設計基準強度が 27N/mm^2 であることを想定し、 $W/C=55\%$ とした（実測の 28 日の圧縮強度は 40.1N/mm^2 ）。L-45 は、 $W/B=25.8\%$ の低水セメント比の配合である。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 $\sigma_{sy}=367\text{N/mm}^2$) とし、L-45 については上段鉄筋も主鉄筋と同じ D13 (SD345) とし、また上下方向の膨張を受け止める目的で D10 (SD345) の鉛直方向鉄筋も ctc320 mm 間隔で配置した。

(2) 疲労試験

せん断スパン比は(その 1)と同じ設定である他、最大荷重は、N-0、L-45 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、主鉄筋降伏荷重の 80% となる 30kN とし、最低荷重は 2kN とした。

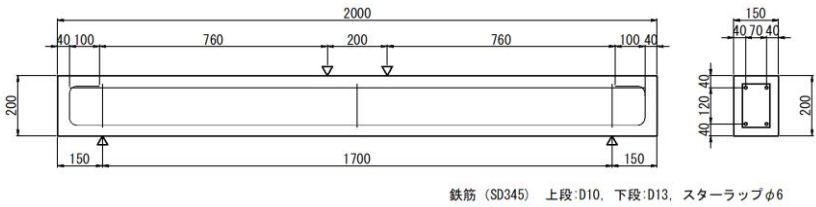


図-1 N-0 実験供試体諸元

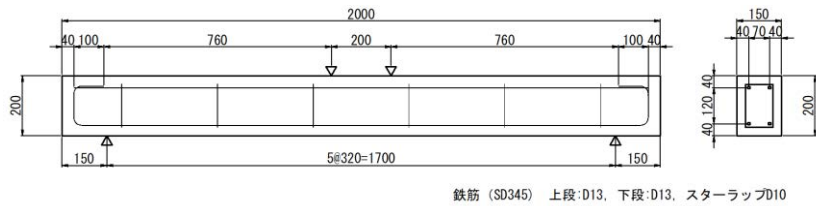


図-2 L-45 実験供試体諸元

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					
ケミカル [®] レストレス(L-45)	25.8	48.5	148	556	0	45	556	—	515	—	5.1	—	30.7	3.39	19
普通(N-0)	55	43.6	170	309	0	0	—	781	—	1036	0.3	—	40.1	3.29	30

*1：①高性能AE減水剤,②減水剤 *2：AE剤(I種) ・空気量:4.5% ・目標スランブ:①21cm以上,②18±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 〒101-8462 東京都千代田区神田錦町三丁目 22 番 パシフィックコンサルタンツ(株) TEL03-6777-4720

3. 実験結果

(1) 破壊までの経過

図-3 に疲労試験の結果を示す。N-0 は、初期載荷荷重 18kN で 2 万回から、2 万回ごとに、4kN ずつ段階的に荷重を上げていき、6 万回から、30kN で一定載荷を行った。繰返し載荷の過程で、たわみは緩やかに増加し、繰返し回数 41.1 万回で、主鉄筋が疲労破断して、試験終了となった。

L-45 は、N-0 と同様に最大荷重を与えて実施したが、鉄筋降伏荷重の 80%である 30kN 載荷で、疲労損傷が進展する徴候が見られなかったため、N-0 が鉄筋破断によって終局した繰返し回数を超えた 42 万回から、最大荷重を 34kN に上げた。その後も破壊に至る兆候が見られなかったため、最大荷重を 36kN（鉄筋降伏荷重の 95%）まで上げた段階で、破壊に至った。この時の破壊形態は、鉄筋の疲労破断であった。

(2) ひび割れの進展状況

N-0 は、図-4 に示すように支間中央から 1/4 支間の範囲に曲げひび割れが発生し、そのうち、斜めせん断ひび割れに進展するものは無かったことから、疲労載荷の過程において、純粋な曲げ挙動であったと推定される。

L-45 は、図-5 に示すように N-0 と類似した曲げひび割れの発生の形態をとったが、支間の 1/4 付近から発生したひび割れが載荷点方向に進展するものが見られた。ただし、鉛直方向鉄筋が配置された箇所で、斜めひび割れの進展が止まっていることがわかる。また、供試体下面のひび割れ発生状況を見ると、N-0 に比べて、ひび割れ間隔が小さく、ケミカルプレストレスによって、鉄筋の付着特性が向上していることが示唆される¹⁾。

(3) 実験結果の考察

L-45 において、N-0 に比べて鉄筋の破断が遅くなった理由としては、N-0 が純粋な曲げ挙動であったのに比べて、L-45 は、斜めせん断破壊が伴ったこと及びケミカルプレストレスの効果によって、主鉄筋に発生している応力の変動が小さいことが要因と推察される。この点について、L-45 の実験において、鉄筋ひずみゲージが疲労試験開始早々に機能が喪失したため、比較するデータが取れていないため、今後の確かなデータを追加したい。

4. まとめ

普通骨材を用いたコンクリートと膨張材を標準混和量の 1.5 倍混和したケミカルプレストレストコンクリート（鉛直鉄筋の配置あり）の 2 体について、床版の部分モデルを模擬したはり供試体の疲労試験を実施した結果、ともに鉄筋の疲労破断で終局に至った。その過程において、前者は、純粋な曲げ挙動であったことに対して、後者は、曲げ挙動と斜めせん断引張の挙動が混ざる形態となることが明らかとなった。今後、鉄筋の疲労破断とならない供試体での疲労実験を追加するなどし、更にメカニズムの解明に当たりたい。

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) ラクティボン，薄木，岸：一軸引張応力下における膨張コンクリートのテンションスティフニング効果とひび割れ特性，土木学会第 59 回年次学術講演会（平成 16 年 9 月）

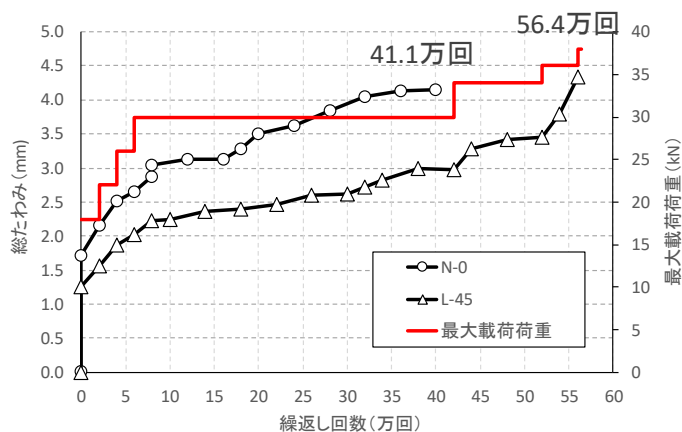


図-3 疲労試験結果（繰返し回数－18kN 総たわみ曲線）

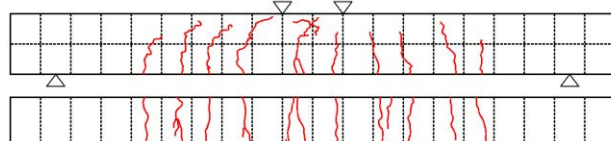


図-4 N-0 終局時ひび割れ図（下段は下面）（41.1 万回）

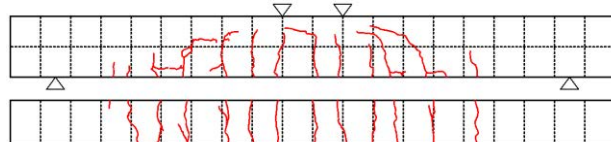


図-5 L-45 終局時ひび割れ図（下段は下面）（56.4 万回）