

鋼繊維補強人工軽量コンクリート床版の疲労寿命予測

大阪大学大学院 学生員 藤井 伸介 大阪大学大学院 フェロー 松井 繁之
 大阪大学大学院 正会員 水越 睦視

1. はじめに

人工軽量コンクリート (LC) を耐震の目的から道路橋床版への適用するにあたって、鋼繊維補強することによって耐久性を確保できることを、RC 床版との比較において実験的に明らかにした¹⁾²⁾。今回、鋼繊維補強人工軽量コンクリート (SFRLC) 床版に関する輪荷重走行試験機による疲労試験の全データから S - N 曲線の作成を試み、これを用いて SFRLC 床版と RC 床版の疲労寿命の定性的比較を行うこととした。

2. 供試体概要

供試体に用いた SFRLC の特性を表 - 1 に示す。粗骨材には比重 1.28 の LA もしくは比重 1.16 の LB の人工軽量骨材を用い、それぞれ鋼繊維補強していないものを P、鋼繊維補強しているものを F とした。輪荷重走行試験機による疲労試験の結果、鋼繊維補強した床版においては明確な梁状化が見られなかった。そこで S - N 曲線の表現には、床版の押し抜きせん断耐荷力 P_s を用いた $\log (P/P_s)$ を用いることにした。この P_s は次式のようにコンクリートのせん断強度、引張強度および中立軸の高さ (静弾性係数) の関数である。

$$P_s = t_s \{ 2(a + 2x_m) \cdot x_d + 2(b + 2x_d) \cdot x_m \} + s_t \{ 2(4C_d + 2d_d + b) \cdot C_m + 2(a + 2d_m) \cdot C_d \}$$

s : コンクリートのせん断強度 t : コンクリートの引張強度 a, b : 載荷板の主鉄筋方向、配力鉄筋方向の辺長 x_m, x_d : 引張側無視での主鉄筋断面、配力鉄筋断面の中立軸 d_m, d_d : 主鉄筋、配力鉄筋の有効高 C_m, C_d : 主鉄筋、配力鉄筋のかぶり厚

LC および SFRLC の圧縮強度に対する各強度の関係は普通コンクリート (NC) とは異なる。押し抜きせん断耐荷力を求めるのに必要な諸強度について、小型コンクリート供試体により実験を行いそれぞれの関係を求めた。その結果を図 - 1 から図 - 3 に示す。同じ圧縮強度で NC と比較すると、静弾性係数はどれも約 60%、割裂引張強度はどれもほとんど差が無く、せん断強度は鋼繊維補強していないものは約 80% であり、鋼繊維補強したものはしていないものの 1.5 倍以上の強度となり NC よりも高いせん断強度となった。

表 - 1 SFRLC の特性

供試体名	粗骨材	鋼繊維補強	単位重量 (t/m ³)
LA-P	LA	なし	1.89
LA-F		あり	1.95
LB-P	LB	なし	1.79
LB-F		あり	1.85

3. S - N 曲線の検討

S - N 曲線の横軸は、各載荷荷重での走行回数をマイナー則により 176.4kN での走行回数に換算し、その合計の対数をとった $\log (N)$

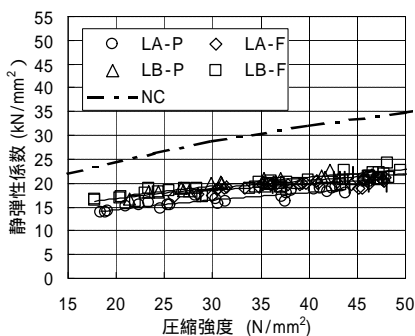


図 - 1

圧縮強度と静弾性係数の関係

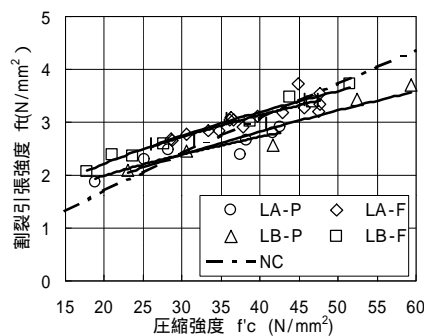


図 - 2

圧縮強度と割裂引張強度の関係

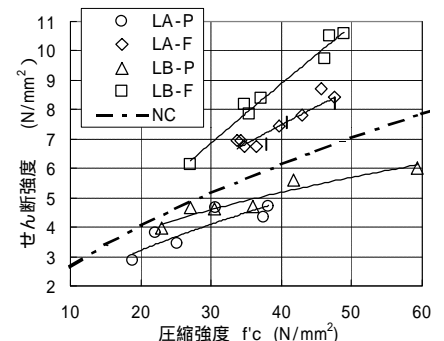


図 - 3

圧縮強度とせん断強度の関係

キーワード SFRLC S - N 曲線 疲労寿命 床版厚 重量軽減

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 建設棟 6F625

TEL : 06-6879-7618 FAX : 06-6879-7621

とした。各供試体の疲労試験結果をプロットしたものと、これらの結果から求めた S - N 曲線を図 - 4 に示す。既往の研究から、RC 型式の床版は諸元が変化しても S - N 曲線の傾きはほとんど変化しないことがわかっている³⁾。よって SFRLC 床版の S - N 曲線を決定するにあたって、その傾きは昭和 48 年示方書に準拠した RC 床版の傾きを適用した。またその切片は、LA - P1 体・LB - P2 体の計 3 体のデータを用い、最小二乗法により決定した。

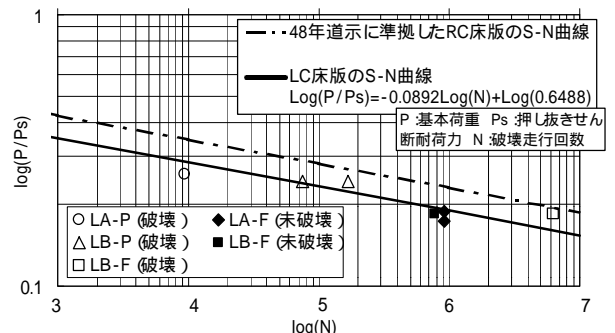


図 - 4 S - N 曲線

鋼繊維補強していない床版のみで決定することにより、LB - F (破壊) は S - N 曲線よりも右側にプロットされる。ただし大きく乖離していないのは、Ps の計算に SFRLC の強度特性を用いているためである。また未破壊の床版も、実験終了時には明確な破壊の兆候は無かったため、破壊走行回数に関しては S - N 曲線よりも右側に移動するものと予想される。よって、このようにして決定した LC 床版の S - N 曲線を用いて、SFRLC 床版の疲労寿命予測および設計を行うことは安全側であるといえる。

4. SFRLC 床版と RC 床版の疲労寿命比較

図 - 1 ~ 3 の材料特性および図 - 4 の S - N 曲線を用いて、SFRLC 床版と RC 床版の疲労寿命比較を行った。RC 床版のコンクリートの圧縮強度を、SFRLC の配合強度⁴⁾である 42N/mm²と通常設計の 30N/mm²の 2 種とした。

輪荷重走行試験機と同じ床版支間 2m で設計を行い、各床版厚においてその疲労寿命を算出したものを図 - 5 に示す。同じ圧縮強度において LA - F および LB - F は、同じ床版厚の RC 床版と比較して同等以上の疲労寿命を有しており、fc' = 30N/mm²と比較すると疲労寿命が飛躍的に伸びていることがわかる。鋼繊維補強することによりコンクリートのせん断強度が大きく向上したためである。

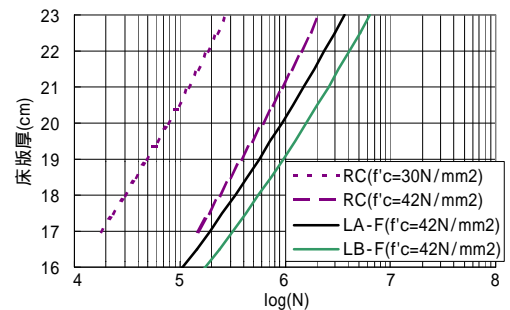


図 - 5 床版厚と疲労寿命の関係

次に床版支間 2 ~ 6m に対する RC 床版の設計最小版厚を与え、鉄筋の応力を 1200kgf/mm²となるように RC 床版を設計し、その疲労寿命を計算し、それと同様の寿命を有するために必要な SFRLC 床版の床版厚を算出した。床版支間と床版厚の関係を図 - 6 に、この時の RC 床版に対する重量比を図 - 7 に示す。床版支間が大きくなるにつれ、RC 床版に対し SFRLC 床版の床版厚を薄くすることができる結果となった。床版支間 2m においては、ほとんど床版厚を薄くすることはできないが、SFRLC を用いることにより LA - F では 13%、LB - F では 23%の重量軽減となった。床版支間 6m においては、RC 床版に対して LA - F は 2cm、LB - F は 3.5cm 床版厚を薄くすることができ、それぞれ 18%、28%の重量軽減となった。RC 床版のコンクリート強度を 30N/mm²とすると、これらの低減率はさらに大きくなる。

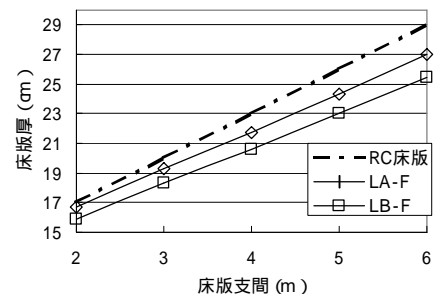


図 - 6 床版厚と床版支間の関係

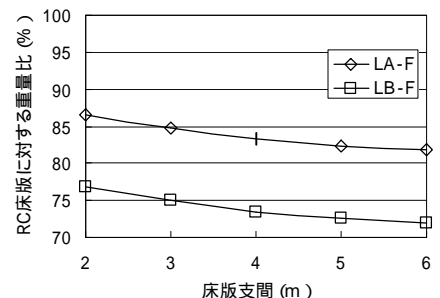


図 - 7 RC 床版に対する重量比

参考文献 1)松井繁之, 藤井伸介, 安松敏雄, 藤木英一: 人工軽量骨材の道路橋床版への適用性に関する基礎的研究, 第二回道路橋床版シンポジウム講演論文集, pp.95-100, 2000.12 2)藤井伸介: 鋼繊維補強人工軽量コンクリートの道路橋床版への適用性に関する研究, 大阪大学修士論文 2001.2 3)松井繁之: 橋梁の寿命予測, 安全工学 Vol.30, No.6, 1991 4) 人工軽量骨材協会: 人工軽量骨材コンクリート技術資料, No.13, 鋼繊維補強軽量コンクリート, 1998.11