

RC系床版の輪荷重走行試験におけるS-N線と階段载荷について

○ 株式会社 AEN 正員 橋本和夫
国土交通省 国土技術政策総合研究所 正員 西川和廣

1. はじめに

道路橋床版の輪荷重走行試験機は多くの機関で設置し、多くの報告がされている。しかし、同一の床版での一定荷重によるS-N線の報告はすくない。4点以上のデータを用いてS-N線を報告している文献には、以下の3点がある。

文献1)松井：橋梁の寿命予測、安全工学、Vol30,No6,1991
(大阪大学の輪荷重走行試験結果と呼ぶ)

文献2)内田、西川：既設道路橋床版の疲労耐久性に関する検討、第一回鋼橋床版シンポジウム講演論文集、1998
(国土技術政策総合研究所の輪荷重走行試験結果と呼ぶ)

文献3)松尾、横山、樋野、堀川：ゴムタイヤ式輪荷重走行試験機による既設RC床版の疲労特性、第二回鋼橋床版シンポジウム講演論文集、2000
(ショーボンド建設の輪荷重走行試験結果と呼ぶ)

これらの報告では P/P_0 と载荷回数(n)を両対数で整理したものと、 P/P_{sx} と载荷回数(n)を両対数で整理したものを載せているが、おのおのS-N線は異なっていることが報告されている2)3)。

統一されたS-N線を求めるために、別な観点から求め直す検討を実施した。

2. 輪荷重走行試験におけるRC系床版の破壊形状

RC系床版を輪荷重走行試験で破壊すると、走行方向に平行に斜に床版内の剥離が発生して破壊している。この破壊形状は、曲げ破壊ではなくRC梁のせん断破壊の形状を示している。配力鉄筋の影響は大きく、直交異方性版として力の分散がなされ、主鉄筋方向のせん断力の低減に寄与している。主鉄筋方向の梁として、配力鉄筋方向への力の分散で主鉄筋方向のせん断力の低減を受けつつ、疲労によりせん断破壊していると考えることが出来る。

3. 片対数グラフでのS-N線

3.1 大阪大学の輪荷重走行試験結果

大阪大学にあるの輪荷重走行試験を用いて実施したFAシリーズとFBシリーズの供試体の結果1)を、走行回数のみ対数とする、片対数グラフで整理した。結果を図-1に示す。一定荷重での荷重と破壊までの関係は、载荷回数のみを対数とする片対数グラフで整理するとほぼ直線になっている。荷重が0となる $\log(n)$ は土木学会のコンクリート標準示方書4)の梁のせん断疲労強度としての数値(11)にほぼ一致し、2本の線が荷重0で交わっている。

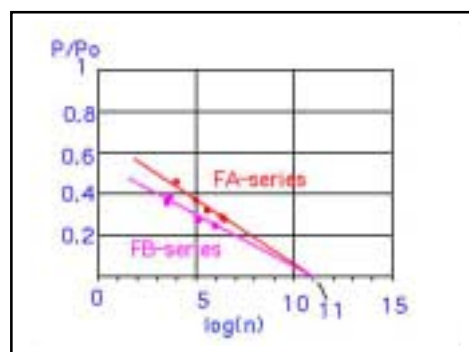


図-1 大阪大学の輪荷重走行試験結果
(FAシリーズとFBシリーズでは鉄筋量が異なる)

3.2 国土技術政策総合研究所の輪荷重走行試験結果

国土技術政策総合研究所にある輪荷重走行試験を用いて実施したRC-39供試体の結果2)を、走行回数のみ対数とする、片対数グラフで3.1と同様に整理した。結果を図-2に示す。荷重が0となる $\log(n)$ は11である。

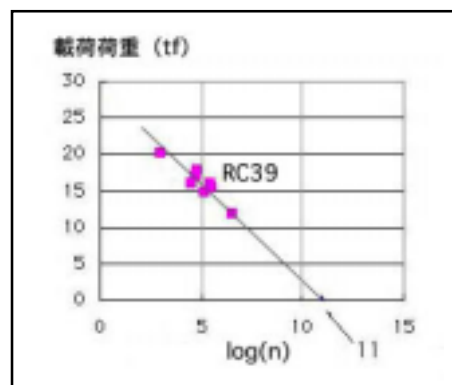


図-2 国土交通省土木研究所の輪荷重走行試験結果
(昭和39年示方書で設計した床版)

キーワード：床版 橋梁 S-N 輪荷重走行試験 疲労

住所；郵便番号167-0021 東京都杉並区井草3-21-18 TEL 03-3397-6098 FAX 03-3397-6081

3.3 ショーボンド建設の輪荷重走行試験結果

ショーボンド建設にある輪荷重走行試験を用いて実施した S-39 道示供試体の結果 3) を、走行回数のみ対数とする、片対数グラフで 3.1 と同様に整理した。結果を図-3 に示す。荷重が 0 となる $\log(n)$ は 11 とみなせる。この試験装置の特長はゴムタイヤが直接床版の上を走行することである。他の 2 例は鉄輪が分割した載荷板の上を走行する。

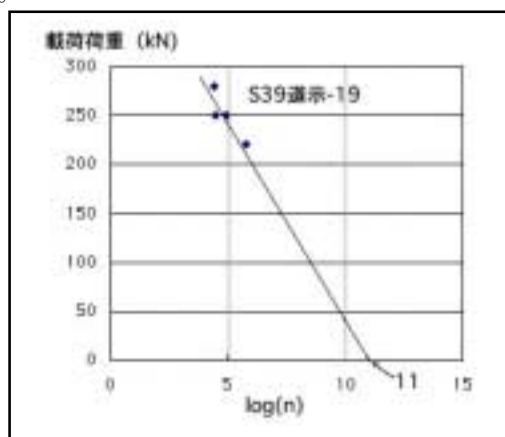


図-3 ショーボンド建設の輪荷重走行試験結果
(昭和39年示方書で設計した床版)

4. 輪荷重走行試験における荷重と破壊の関係

上記 3 例の結果から、一定荷重での荷重と破壊までの関係は、載荷回数のみを対数とする片対数グラフで整理すると、ほぼ直線になっている。荷重が 0 となる $\log(n)$ は土木学会のコンクリート標準示方書の梁のせん断疲労強度としての数値 (11) にほぼ一致している。このことは破壊が梁状態のせん断型であることと矛盾しない。

以上のことから、載荷装置、供試体の大きさや断面性能が異なっても、破壊の形が RC 梁のせん断破壊と同じであるならば、一定荷重での荷重と載荷回数の疲労関係 (S-N 線) は、荷重が 0 で $\log(n)=11$ を通る直線とみなせると思われる。

5. S-N 線の適用範囲

破壊モードがコンクリートの、せん断破壊であることが必要である。実験の実績から載荷回数が 200 万回までは十分適用範囲内であろう。初回は静的押抜き強度で、この S-N 線の適用範囲外である。静的押抜き強度には、松井の式 1) が提案されている。静的押抜き強度からこの S-N 線に移行する低サイクルの範囲は、実験データがないので S-N 線の適用範囲外である。ただ、S-N 線より大きくなることはあっても、小さくなることはないので、この S-N 線で検討すれば、安全側の検討となる。3 例の実験ではスパンが短く死荷重の影響が少ない状態である。スパンが長く死荷重が大きい場合には、その影響を土木学会のコンクリート標準示方書 4) で検討すべきである。

6. 階段載荷での利用

荷重が 0 で $\log(n)=11$ を通る S-N 線では、一点が決まっているので、どんな階段載荷においても、一点でも輪荷重走行試験結果があれば、一定荷重での荷重と破壊までの関係にマイナー則を利用して変換することが可能である。変換の例として、16tf から 4 万回ごとに 2tf づつ荷重を増加した場合の変換グラフを図-4 に示す。

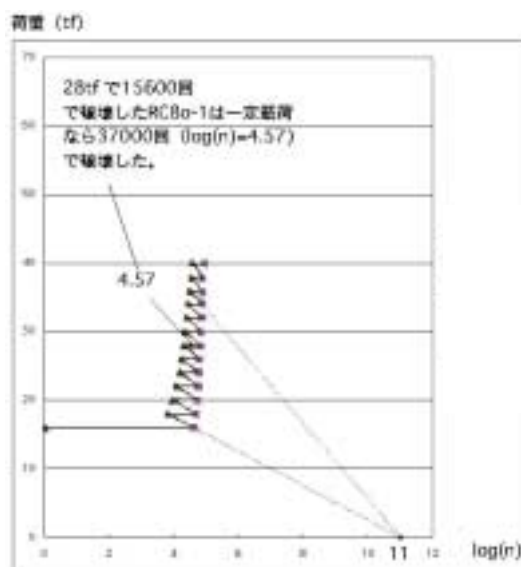


図-4 階段載荷を一定荷重での荷重と破壊までの関係に変換する例

7. まとめ

- ・ RC 系床版の輪荷重走行試験で、一定荷重での荷重と破壊までの関係は、載荷回数のみを対数とする片対数グラフで整理すると、ほぼ直線になっている。
- ・ 荷重が 0 となる $\log(n)$ は土木学会のコンクリート標準示方書の梁のせん断疲労強度としての数値 (11) にほぼ一致している。このことは破壊が梁状態のせん断型であることと矛盾しない。
- ・ 以上のことが成立するならば、階段載荷において、一点でも輪荷重走行試験結果があれば、一定荷重での荷重と破壊までの関係に、マイナー則を利用した変換を行うことが可能である。(マイナー則の適用範囲を考慮のこと)

参考文献

- 1) 松井：橋梁の寿命予測、安全工学、Vol30, No6, 1991
- 2) 内田、西川：既設道路橋床版の疲労耐久性に関する検討、第一回鋼橋床版シンポジウム講演論文集、1998
- 3) 松尾、横山、樋野、堀川：ゴムタイヤ式輪荷重走行試験機による既設 RC 床版の疲労特性、第二回鋼橋床版シンポジウム講演論文集、2000
- 4) 土木学会：コンクリート標準示方書 設計編 (平成8年度版)