

移動輪荷重下における RC 床版の疲労耐久性評価式の提案

北海道大学 (現 鹿島建設 (株))

正会員 ○濱田 那津子

北海道大学大学院

学生会員

竹田 京子

北海道大学大学院

正会員

佐藤 靖彦

1. はじめに

近年、橋梁の長寿命化を目指した適切な維持管理が求められている。ここで言う適切な維持管理とは、過不足のない補修の提案であり、そのためには残存耐力の把握が前提となる。

本研究では RC 床版の疲労耐久性について取り上げる。床版の破壊形態としては押抜きせん断破壊が考えられる。定点荷重を対象とした研究としては、角田らの研究¹⁾²⁾がある。しかし、定点荷重試験では実床版の押抜きせん断破壊が再現できず、輪荷重走行試験によって再現できることが確認されている³⁾。

本研究は、過去のデータをもとに輪荷重走行荷重を受ける RC 床版の疲労耐久性評価式を提案する。

2. 実験データの概要

本論文では、文献 4) から 8) に示されている 93 体の輪荷重走行試験結果を用いた。それらは床版厚さ 7~22cm, 主鉄筋比 0.74~1.74%, 配力鉄筋比 0.26~1.4%, コンクリート強度 139~551kg/cm²だった。

3. RC 床版の破壊機構に基づく棒部材へのモデル化

3.1 基本とするせん断耐力式

既往の研究において、輪荷重走行試験における RC 床版は、主鉄筋方向に一種の梁のように破壊に至ることが報告されている。そこで、本研究では、棒部材から面部材までのせん断耐力を統一的に整理することを念頭に、コンクリート標準示方書における棒部材のせん断耐力式に基づく方法を考える。

$$V_{cd} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot f_{vcd} \cdot b_w \cdot d / \gamma_b \quad (1)$$

ここで、 $f_{vcd} = 0.20 \sqrt[3]{f'_{cd}}$, $\beta_d = \sqrt[4]{1/d}$, $\beta_p = \sqrt[3]{100p}$
 f'_{cd} : コンクリート圧縮強度, d : 主鉄筋方向の有効高さ, p : 主鉄筋比, b_w : 腹部の幅, γ_b : 部材安全係数

3.2 棒部材と梁状化された棒部材の差異

輪荷重により梁状化された部材間には配力鉄筋によって部材軸直角方向に、引張域では引張力が圧縮域では圧縮力が側面に作用している。これが、棒部材との大きな差である (図 1 参照)。

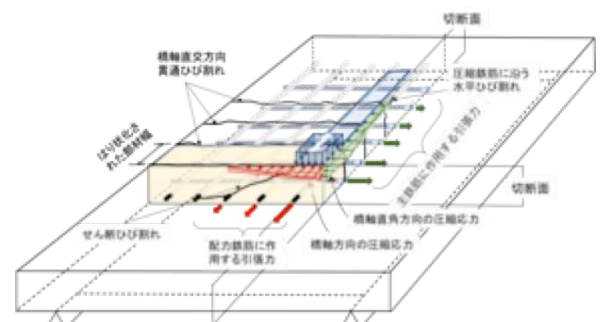


図1 ひび割れた床版と梁状化された棒部材

この場合、梁状化された部材の幅をどのようにモデル化するかが問題となる。本研究では、松井による提案式⁵⁾により求めることとする。

$$b_{w,e} = b + 2d_a \quad (2)$$

ここで b : 載荷版の橋軸方向の辺長, d_a : 主鉄筋方向の有効高さ, である。

4. 疲労耐久性評価式

本研究では、基本とするせん断耐力式をもとに、式(1)に以下に示す形で主鉄筋と配力筋の影響を考慮することとする。

$$V_{bc} = \alpha_e \cdot \beta_{p1} \cdot \beta_{p2} \cdot \beta_d \cdot f_{vmcd} \cdot b_{w,e} \cdot d \quad (3)$$

ここで、 α_e は乾燥条件と湿潤条件の差異を表す係数, β_{p1} は主鉄筋の影響を, β_{p2} は配力筋の影響を表す項であり、次式により表される。

$$\beta_{p1} = (100p_1)^{\left\{\frac{1}{3} + 0.5(100p_2)\right\}} \quad (4)$$

$$\beta_{p2} = 1 + 0.125 \frac{p_1}{p_2} \quad (5)$$

キーワード RC 床版, S-N 曲線, 輪荷重走行試験, 疲労耐久性評価式

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2 丁目 19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL042-485-1111

ここで、 $f_{vmcd} = 0.32\sqrt[3]{f_{cd}}$ 、 p_1 ：主鉄筋比、 p_2 ：配力鉄筋比、 α_e は環境条件を表す係数であり、乾燥条件の時 1.0、湿潤条件の時 0.69 である。

図 2 は、式(3)により求めたせん断耐力を 2 倍した値により作用荷重を除した値 S と疲労寿命との関係を示す。なお、2 倍にしている理由は、実験では、荷重がスパン中央に作用していることによる。乾燥条件においても湿潤条件においても疲労寿命が 1.0 から直線的に低下しており、複数の研究機関のデータが偏りなく分布していることがわかる。なお、その関係は、次式により表される。

$$\frac{S}{2V_{bc}} = 1 - K \log N \quad (6)$$

ここで、乾燥条件の場合 $K=0.057$ 、湿潤条件の場合 $K=0.061$ 、である。

式(6)より求められた S と式(3)(4)(5)によって求められた S との比と主鉄筋比との関係を図 3 に、配力鉄筋比との関係を図 4 に、コンクリート強度との関係を図 5 に示す。それぞれのパラメータの大きさによらずほぼ 1.0 となっており、本評価式はそれらの影響を適切に考慮できていると考えられる。

5. まとめ

配力鉄筋の影響を考慮できる梁状化された部材のせん断耐力式と移動輪荷重を受ける RC 床版の疲労寿命を予測できる疲労耐久性評価式を開発した。

参考文献

- 1) 前田幸雄・松井繁之：鉄筋コンクリート床版の押抜きせん断耐荷力の評価式，土木学会論文集第 348 号，pp.133-141，1984.8
- 2) 角田与史雄・藤田嘉夫：RC スラブの疲労押抜きせん断強度に関する基礎的研究，土木学会論文集第 317 号，pp.149-157，1982.1
- 3) 松井繁之：道路橋コンクリート系床版の疲労と設計法に関する研究，大阪大学提出学位論文，1984.11
- 4) 松井繁之・前田幸雄：道路橋 RC 床版の劣化度判定の一提案，土木学会論文集第 374 号，1986.10，pp.419-426
- 5) 松井繁之：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報告集，pp.627-632，1987

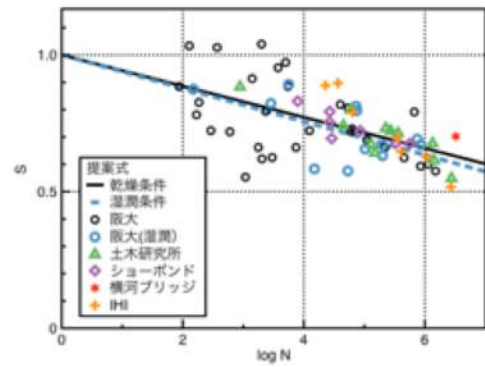


図 2 提案式による S-N 曲線

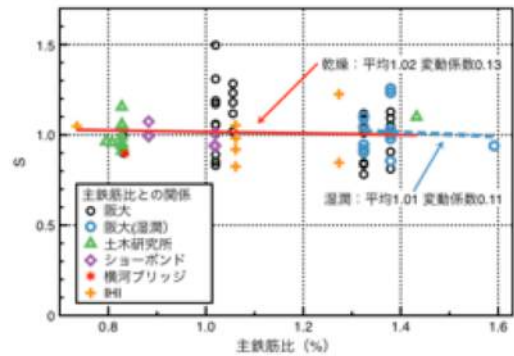


図 3 提案式と主鉄筋比との関係

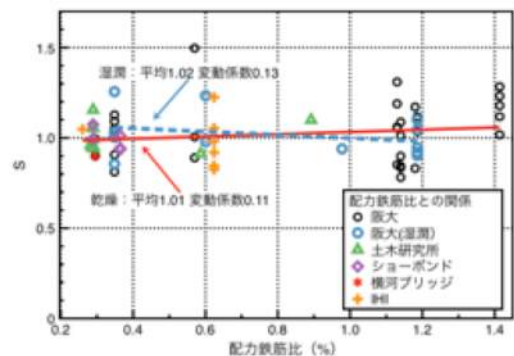


図 4 提案式と配力鉄筋比との関係

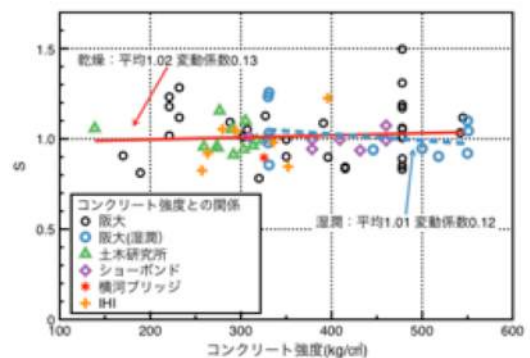


図 5 提案式とコンクリート強度との関係

- 6) 松井繁之・福本晴士・水本雅夫・沖野真：RC 床版の疲労に及ぼす水の影響について，土木学会第 42 回年次学術講演会，pp.394-395，1987.9
- 7) 松井繁之：床版損傷に関する水の振舞い，土木学会第 43 回年次学術講演会，pp.6-7，1988.10
- 8) 第 7 回道路橋床版シンポジウム論文報告集付録，土木学会，2012.6