

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26420464

研究課題名(和文) 荷重変動が及ぼす道路橋RC床版の破壊メカニズムの検証および耐疲労性の評価

研究課題名(英文) Effect of Load Fluctuations on Failure Mechanisms of Road Bridge RC Deck Slabs and Evaluation of Fatigue Resistance

研究代表者

阿部 忠 (ABE, Tadashi)

日本大学・生産工学部・教授

研究者番号：80060218

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：道路橋RC床版の損傷の損傷原因の1つに伸縮継手の段差付近に発生する大型車輛の荷重変動、すなわち振動荷重の影響が考えられる。伸縮継手や路面の凹凸によって、大型車輛が発生する変動荷重、あるいは段差量によっては設計値を上回る衝撃力が作用している。

本報告では、RC床版を用いて一定荷重による疲労試験および荷重変動、すなわち振動荷重を基準荷重 $\pm 20\%$ および $\pm 30\%$ の正弦波形による振動荷重で実験を行い、一定荷重のみで疲労試験を行ったRC床版の走行回数を基準に耐疲労性を評価した。また、筆者が提案するRC床版の寿命予測式であるS-N曲線式との整合性を検証した。

研究成果の概要(英文)： It is considered that one of the causes of damage to road bridge RC slabs is the effect of load vibrations due to fluctuating loads from heavy-duty vehicles generated near steps at expansion joints. As a result of load vibrations generated by heavy-duty vehicles due to expansion joints or evenness in the road surface, or the difference in levels, shock loading is applied that exceeds the design values.

In this report, fatigue tests under constant traveling loads and tests under fluctuating loads, namely vibrating loads with a sinusoidal wave form, were carried out. From these the fatigue resistance was evaluated relative to the number of load repetitions of an RC slab on which fatigue tests with constant traveling loads only were carried out. Also, consistency of the results with an S-N curve equation for predicting the life of an RC slab proposed by the authors was verified.

研究分野：構造工学・地震工学・維持管理工学

キーワード：RC床版 荷重変動 走行一定荷重 走行振動荷重 押抜きせん断耐荷力 耐疲労性 S-N曲線

1. 研究開始当初の背景

近年、道路橋鉄筋コンクリート（RC）床版の損傷事例が報告され、その多くは大型自動車の繰り返し走行による疲労損傷である。とくに、伸縮継手を通過した付近の RC 床版に損傷が著しく、陥没などの事例も報告されている。これは、伸縮継手を通過する際に発生する大型車両の荷重変動によるものである。そこで本研究は、伸縮継手や路面の凹凸によって発生する大型車両の荷重変動、すなわち大型車両の中軸、後軸が変動しながら走行する荷重変動に着目し、モデル化した RC 床版供試体を用いて輪荷重走行疲労実験を行い、荷重変動が及ぼす RC 床版の破壊メカニズムおよび耐疲労性の評価を行う。また、疲労寿命の推定を行う S-N 曲線の提案を行い、変動荷重を受ける RC 床版の損傷解明、設計法の確立を行う。さらに道路橋長寿命化修繕計画における RC 床版の補強対策や維持管理手法構築の一助としたい。

2. 研究目的

道路橋 RC 床版の損傷の多くは伸縮継手の段差付近に発生している。この主たる原因は、大型車両が伸縮継手を通過することによって発生する変動荷重、あるいは段差によって発生する衝撃によるものである¹⁾。したがって、大型車両が伸縮継手を通過や路面の凹凸により発生する荷重変動、すなわち振動荷重が作用した場合の耐疲労性についての検証を行う必要がある。

本報告では、RC 床版を用いて一定荷重による疲労試験および荷重変動、すなわち振動荷重を基準荷重 ± 20% および ± 30% の正弦波形による振動荷重で実験を行い、一定荷重のみで疲労試験を行った RC 床版の走行回数を基準に耐疲労性を評価する。また、基準荷重 P を筆者ら²⁾ が提案する押抜きせん断耐荷力式に適用して算出した押抜きせん断耐荷力 P_{sx} で除して無次元化した S ($= S/P_{sx}$) 値と本実験より得られた等価走行回数 N との関係が筆者ら³⁾ が提案すると S-N 曲線式との整合性を検証し、走行振動荷重が及ぼす影響による S-N 曲線式を提案した。

3. 研究の方法

(1) 研究概要

RC 床版に走行振動荷重が及ぼす影響については、本大学で所有する輪荷重走行疲労実験を用いて実験を行った。実験では一定荷重による疲労実験の結果を基準に走行振動荷重が及ぼす影響について検証した。

① 供試体材料および寸法

本研究に用いる実験供試体の材料は道路橋示方書・同解説（以下、道示とする）⁴⁾ に規定する RC 床版のコンクリート材料に準拠した配合とした。コンクリートの配合は設計基準強度 24N/mm^2 、 30N/mm^2 の 2 タイプとし、供試体をそれぞれ A タイプ、B タイプとした。また、鉄筋も同様とした。

② 供試体寸法

実験供試体の寸法は道示³⁾ にもとづいて設計し、本研究では 1/2、3/5 モデルの 2 タイプを製作した。本報告では 3/5 モデルについての成果を報告する。よって、実験供試体を Fig. 1 に示す。

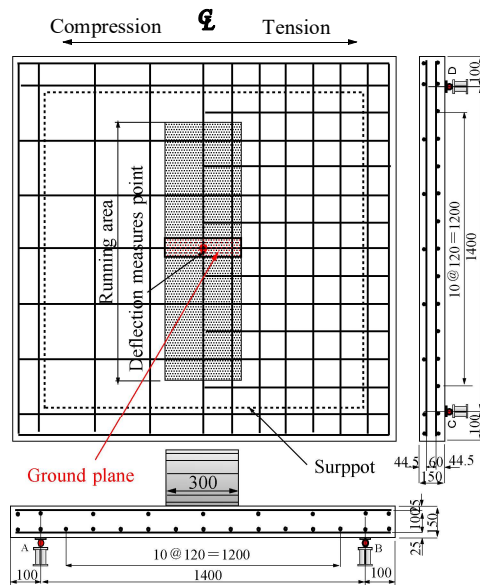


Fig. 1 Test condition of RC slab

(2) 実験方法

① 走行一定荷重による疲労実験

RC 床版の輪荷重走行疲労実験は、RC 床版の中央から両支点方向に 450mm の位置から走行範囲 900mm を往復連続走行させる実験である (Fig. 1)。ここで、輪荷重走行振動試験装置を Photo. 1 に示す。

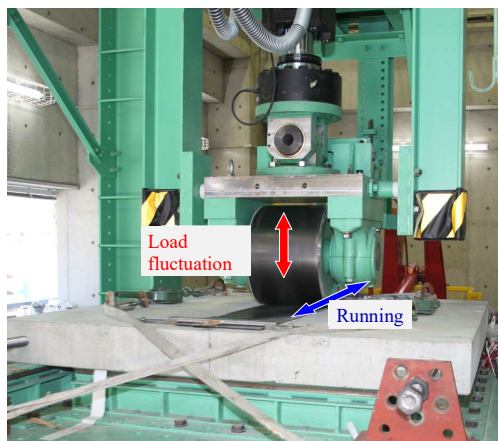


Photo. 1 Running vibration load test unit

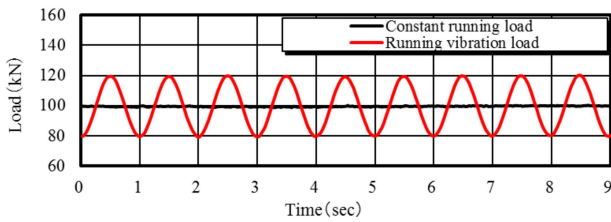


Fig. 2 Case of load waveform

本実験装置の輪荷重の幅は道示 I に規定する T 荷重の接地幅の 3/5 であることから、本供試体の寸法も実床版の 3/5 モデルとした。実験では A タイプの供試体は、輪荷重走行範囲に幅 300mm、厚さ 3.2mm の鋼板、B タイプの供試体には厚さ 9.0mm の鋼板を敷いてその上を輪荷重 100kN 載荷し、供試体が破壊するまで連続走行させる³⁾。ここで、RC 床版供試体を一定荷重で 1 走行した場合の荷重波形を Fig. 2 に示す。なお、耐疲労性の評価は基準荷重 P と実験走行回数から算定する等価走行回数を算定して評価する。たわみの計測は輪荷重走行 1、10、100、1,000、5,000 回および 5,000 回以降は 5,000 回走行ごととする。計測点は床版中央のたわみとする。

② 走行振動荷重による疲労実験

本実験における走行振動荷重実験は、輪荷重に対して $\pm 20\%$ および $\pm 30\%$ の振動荷重とする。ここで、輪荷重 100kN における走行振動荷重 $\pm 20\%$ の荷重波形の一例を Fig. 2 に示す。

走行振動荷重実験¹⁾は、輪荷重 (100kN) に対して荷重振幅 $\pm 20\%$ 、(最小 80kN、最大 120kN)、 $\pm 30\%$ (最小 70kN、最大 130kN) とし、振動数は 1.0Hz の正弦波形の片振荷重載荷とした。走行範囲は一定荷重による疲労実験と同様に床版中央から 450mm の位置から 900mm を往復連続走行する。また、走行時間は 1 走行 900mm を 9sec、振動数 1.0Hz の片振り荷重とする。本実験での振動数は、大型車輛の中軸および後軸が交互に作用するものと仮定した。

(3) 等価走行回数

本実験における走行疲労実験は荷重 100kN で連続走行することから基準荷重 P と実験走行回数に対する等価走行回数 N_{eq} を算出して耐疲労性を評価する。等価走行回数は、マイナー則に従うと仮定すると式(1) で与えられる。なお、式(1)における基準荷重 P は、2002 年改訂道示の活荷重 100kN に安全率を考慮し、本実験装置の車輪幅は 300mm であり、道示に規定する輪荷重幅の 60% であることから 72kN ($= 100kN \times 3/5 \times 1.2$) とする。また、式(1)における S-N 曲線の傾きの逆数 m には、松井らが提案する S-N 曲線の傾きの逆数の絶対値 $m = 12.7$ を適用する⁵⁾。

$$N_{eq} = \sum_{i=1}^n (P_i/P)^m \times n_i \quad (1)$$

Table 1 Number of equivalent cycle

Specimens	Compressive strength of concrete (N/mm ²)	Experiment cycle and Number of equivalent cycle (Times)		Average number of equivalent cycle (Times)	Number of equivalent cycle ratio (RC/V)
		Experiment cycle	Number of equivalent cycle		
RC-A	30.0	Experiment cycle	139,500	9,045,895	—
		Number of equivalent cycle	9,045,895		
RC-A-V20-1	30.0	Experiment cycle	59,780	3,562,592	0.394
		Number of equivalent cycle	3,876,442		
RC-A-V20-2	30.0	Experiment cycle	50,100	3,248,741	
		Number of equivalent cycle	3,248,741		
RC-A-V30-1	30.0	Experiment cycle	18,001	1,044,040	0.115
		Number of equivalent cycle	1,167,278		
RC-A-V30-2	30.0	Experiment cycle	14,200	920,802	
		Number of equivalent cycle	920,802		
RC-B	35.0	Experiment cycle	378,800	24,563,332	—
		Number of equivalent cycle	24,563,332	(18,331,049)	
RC-B-V20-1	33.0	Experiment cycle	104,000	6,743,893	0.275
		Number of equivalent cycle	6,743,893		(0.368)
RC35-V30-1	33.0	Experiment cycle	32,000	2,075,045	0.084
		Number of equivalent cycle	2,075,045		(0.113)

ここで、 N_{eq} : 等価走行回数 (回)、 P_i : 載荷荷重 (kN)、 P : 基準荷重 (72kN)、 n_i : 実験走行回数 (回)

4. 研究成果

(1) 等価走行回数

本実験供試体における等価走行回数を、Table 1 に示す。

① 供試体 A タイプ

一定荷重で走行した供試体 RC-A の等価走行回数は表 2 より 9.045×10^6 回である。これに対して振動荷重 $\pm 20\%$ の荷重振幅で走行した供試体 RC-A-V20-1 の等価走行回数は 3.976×10^6 回、供試体 RC-A-V20-2 は 3.248×10^6 回であり、等価走行回数の平均は 3.562×10^6 回である。供試体 RC-A の等価走行回数との比は 0.394 である。

次に、振動荷重 $\pm 30\%$ の荷重振幅で走行した供試体 RC-A-V30-1 の等価走行回数は 1.167×10^6 回、供試体 RC-A-V30-2 の等価走行回数は 0.920×10^6 回であり、等価走行回数の平均は 1.044×10^6 回である。RC 床版の等価走行回数との比は 0.115 である。また、振動荷重 $\pm 20\%$ の荷重振幅で走行した供試体 RC-A-V20 との比は 0.293 である。

② 供試体 B タイプ

供試体 RC-B の等価走行回数は 24.563×10^6 回であり、A タイプの供試体 RC-A の 2.7 倍である。これは鋼板 9.0mm を敷いての疲労実験であることから設置面積が広がったことと圧縮強度が高いために等価走行回数が多くなった結果である。また、供試体 RC-B-V20-1 は荷重 100kN に対して荷重振幅 $\pm 20\%$ の振動荷重で疲労実験を行った結果であり等価走行回数は 7.392×10^6 回であり、一定荷重での等価走行回数との比は 0.275 である。また、供試体 RC-B-V30-1 の等価走行回数は 2.075×10^6 回であり、等価走行回数比は 0.08 である。両供試体ともにタイプ A 供試体の低下率を大きく下回っている。これは、一定荷重走行実験に用いた供試体 RC-B の圧縮強度は $35N/mm^2$ であり、振動荷重実験に用いた供試体の圧縮強度は $33N/mm^2$ であり、コンクリートの圧縮強度の差が等価走行回数に反映された結果である。そこで、供試体 RC-B のコンクリートの圧縮強度を振動荷重の供試体と同様に

33N/mm² として押抜きせん断耐荷力²⁾を算定し、阿部らが提案する S-N 曲線式³⁾から等価走行回数を算定すると 18.331×10⁶ 回となり、この等価走行回数と振動荷重 ±20%、±30%の供試体の等価走行回数との比はそれぞれ 0.37、0.11 となり、タイプ A の供試体とほぼ同等な低下率を示している。

次に、コンクリートの圧縮強度が及ぼす影響についてを検証する。A タイプ供試体はコンクリートの圧縮強度が 30N/mm² であり、一定荷重による疲労試験による等価走行回数と B タイプ供試体のコンクリートの圧縮強度が 35N/mm² の等価走行回数と比較すると A タイプが 49 %低下かする。また、等価走行回数と振動荷重 ±20%、±30%の供試体を比較すると B タイプ供試体の 50 %低下する結果が得られた。

以上より、荷重振幅 ±20%の振動荷重は 100kN に対して上限荷重は 120kN、下限荷重が 80kN である。本実験の基準荷重 72kN に対して 1.66 倍の荷重が作用することになる。また、荷重振幅 ±30%場合は上限荷重は 130kN、下限荷重が 70kN であり、1.81 倍の荷重が作用することになる。したがって、荷重振幅を最小限にするよう路面の凹凸の維持管理が必要になるものと考えられる。また、コンクリートの圧縮強度による影響による等価走行回数はコンクリートの圧縮強度 3N/mm² 低下することで 50%が低下し、コンクリートの圧縮強度が耐疲労性に大きく影響する結果がえられた。

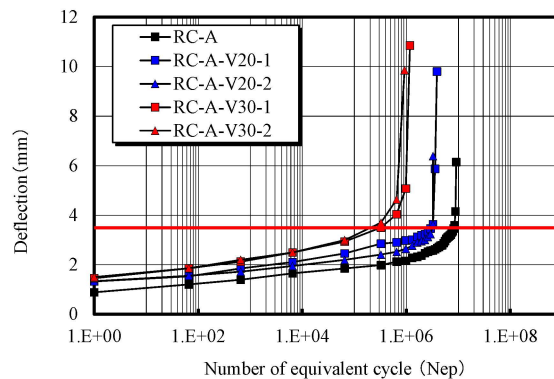
(2) 荷重とたわみの関係

荷重とたわみの関係は、輪荷重走行疲労実験における 1、10、100、1,000、5,000 回および 5,000 回以降は 5,000 回走行ごとに走行を停止し、輪荷重 100kN 時で一走行した場合の床版中央のたわみである。ここで、各計測回数ごとのたわみと等価走行回数を Fig. 3 に示す。また、基準荷重 100kN に対して ±20%、±30%の振動荷重で疲労実験における荷重 100kN 時のたわみと等価走行回数を Fig. 3 に併記した。

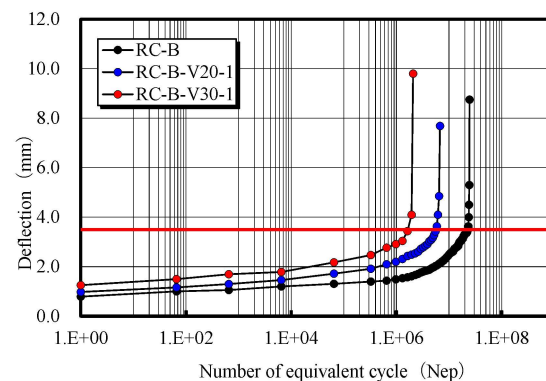
① A タイプ

RC 床版のたわみと等価走行回数の関係は 1 走行後のたわみ 0.89mm である。その後の走行回数ではたわみが 3.6mm までは緩やかに増加している。たわみが 3.6mm 超えた付近、等価走行回数 0.843×10⁶ 回から急激に増加している。最大たわみは等価走行回数 9.045×10⁶ 回で 6.15mm である。

次に、供試体 RC-A-V20-1 のたわみと等価走行回数の関係は、100kN に対して ±20%の振動荷重で 1 走行後に荷重 100kN で計測した初期たわみは 1.33mm である。その後、振動荷重で走行を繰り返すごとにたわみが増加している。たわみが 3.63mm 超えた付近、すなわち等価走行回数 0.324×10⁶ 回から急激に増加し、最大たわみは等価走行回数 3.876×10⁶ 回で 9.8mm である。また、供試体 RC-A-V20-2 の初期たわみは 1.34mm であり、走行回数の



(1) A type



(2) B type

Fig. 3 Relationship between the deflection and number of equivalent cycles

増加に伴いたわみも増加している。

たわみが 3.2mm、等価走行回数 0.291×10⁶ 回を超えた後増加が著しくなっている。最大たわみは等価走行回数 3.248×10⁶ 回で 6.4mm である。

走行振動荷重 30%の供試体 RC-A-V30-1 のたわみと等価走行回数の関係は、100kN に対して ±30%の振動荷重で 1 走行後に荷重 100kN で計測した初期たわみは 1.46mm である。その後、走行回数の増加に伴いたわみも増加し、たわみが 4.0mm (等価走行回数 0.0648×10⁶) 超えた付近からたわみの増加が著しくなり、最大たわみは等価走行回数 1.167×10⁶ 回で 10.8mm である。

供試体 RC-A-V30-2 のたわみと等価走行回数の関係は、初期たわみは 1.50mm である。その後、走行回数の増加にともないたわみも増加し、たわみが 4.5mm (等価走行回数 0.0648×10⁶) 超えた付近からたわみの増加が著しくなり、最大たわみは等価走行回数 0.920×10⁶ 回で 9.86mm である。

② B タイプ

RC 床版のたわみと等価走行回数の関係は 1 走行後のたわみ 0.79mm である。その後の走行回数ではたわみが 3.7mm までは緩やかに増加している。たわみが 3.7mm 超えた付近、等価走行回数 23.020×10⁶ 回から急激に増加している。最大たわみは等価走行回数 24.563×10⁶ 回で 8.75mm である。

走行振動荷重 ±20%の供試体 RC-B-V20-1 のたわみと

Table.2 Number of equivalent cycle and Punching shear load carrying capacity

Specimens	Compressive strength of concrete (N/mm ²)	Number of equivalent cycle N _{eq} (Times)	Standard load P(kN)	Punching shear load carrying capacity (P _{ss})	S (=P/P _{ss})
RC-A	30.0	9,045,895	72.0	202.4	0.356
RC-A-V20-1	30.0	3,876,442			
RC-A-V20-2	30.0	3,248,741			
RC-A-V30-1	30.0	1,167,278			
RC-A-V30-2	30.0	920,802			
RC-B	35.0	24,563,332	72.0	215.1	0.335
RC-B-V20-1	33.0	6,743,893	72.0	211.2	0.341
RC-B-V30-1	33.0	2,075,045	72.0	211.2	0.341

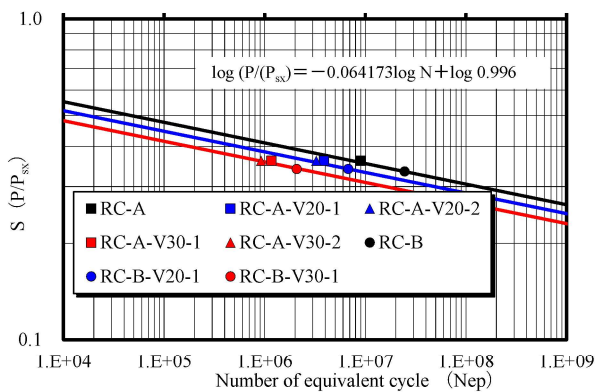


Fig. 4 S-Ncurve

等価走行回数との関係は、100kN に対して ±20%の振動荷重で 1 走行後に荷重 100kN で計測した初期たわみは 0.98mm である。その後、振動荷重で走行を繰り返すごとにたわみが増加している。たわみが 3.64mm 超えた付近、すなわち等価走行回数 5.836×10⁶ 回から急激に増加し、最大たわみは等価走行回数 6.743×10⁶ 回で 7.69mm である。

走行振動荷重 30%の供試体 RC-B-V30-1 のたわみと等価走行回数との関係は、100kN に対して ±30%の振動荷重で 1 走行後した場合の初期たわみは 1.25mm である。その後、振動荷重で走行を繰り返すごとにたわみ増加している。たわみが 3.5mm 超えた後からたわみの増加が大きくなり、最大たわみは等価走行回数 2.075×10⁶ 回で 9.80mm である。

(4) S-N曲線

S-N 曲線式における S は基準荷重 P を押抜きせん断耐荷力 P_{ss} で除した無次元化している。ここで、本実験供試体の基準荷重 P は 72kN とした。

また、理論押抜きせん断耐荷力 P_{ss} は筆者ら⁴⁾が提案する RC 床版の押抜きせん断力学モデルおよび耐荷力式より算出した。また、S-N 曲線式においてもは筆者ら⁴⁾の提案式を用いた。ここで、A タイプの S-N 曲線における縦軸 S (= P/P_{ss}) は 0.356 である。次に、B タイプ

の供試体の縦軸 S は、コンクリートの圧縮強度 35NN/mm²、33NN/mm² で、それぞれ 0.335、0.341 である。これらの結果をTable 2に示す。

以上より、基準荷重 P を押抜きせん断耐荷力 P_{ss} で除して無次元化した S (= P/P_{ss}) 値と等価走行回数 N_{eq} との関係、すなわち S-N 曲線をFig. 4に示した。

(1) RC 床版

コンクリート圧縮強度 30N/mm² の RC 床版供試体に 3.2mm の鋼板を敷いて輪荷重走行疲労実験を行った供試体 RC-A の等価走行回数は 9.045×10⁶ 回である。一方、圧縮強度 35N/mm² のコンクリートで製作した RC 床版供試体 RC-B に 9.0mm 厚の鋼板を敷いた供試体の等価走行回数は 24.563×10⁶ 回であり、供試体 RC-A の等価走行回数の 2.715 倍である。しかし、筆者ら³⁾が提案した RC 床版の基準荷重 P を押抜きせん断耐荷力 P_{ss} で除して無次元化した S 値を S-N 曲線上にプロットすると、筆者ら³⁾が提案する S-N 曲線式上にプロットされる結果となった。よって、圧縮強度および輪荷重の設置面が異なる RC 床版および押抜きせん断耐荷力が適切に算定されることで破壊荷重付近の等価走行回数が評価される結果となる。

(2) 走行振動荷重 20%、30%

振動荷重 ±20%の振動荷重で疲労実験を行った A タイプの供試体 RC-A-V20-1、2 の S 値 0.356 であるが等価走行回数が一定荷重で走行した RC 床版の 39%程度である。

一方、B タイプの供試体 RC-B-V20-1 の S 値は 0.341 であり、これをプロットすると、いずれも RC 床版の S-N 曲線式の下方となる。よって、振動荷重 ±20%で輪荷重走行疲労実験を行った A、B タイプの供試体の S-N 曲線が評価される。

次に、振動荷重 ±30%の振動荷重で疲労実験を行った A タイプの供試体 RC-A-V30-1、2 の S 値 0.356 であるが等価走行回数が一定荷重で走行した RC 床版の 11%程度であり、振動荷重 30%が生じることで大幅に耐疲労性が低下する結果となる。

一方、B タイプの供試体 RC-B-V30-1 の S 値は 0.341 であり、等価走行回数はさらに低下し、2.075×10⁶ 回である。よって、A、B タイプの S 値を結ぶと RC 床版の S-N 曲線式が評価されることになる。

(3) 走行振動荷重 20%、30%が及ぼす RC 床版の S-N 曲線式

筆者ら³⁾が提案する RC 床版の S-N 曲線は式(2)として与えられている。一方、振動荷重が重畳する場合には、一定荷重時の疲労破壊の破壊モードと同じであることから S-N 曲線の勾配は同じであり切片のみが変化するものと仮定することにより、供試体 RC-V20 の場合は S-N 曲線は式(3)、供試体 RC-V30 の場合が式(4)となる。

1) RC 床版の S-N 曲線

$$\log(P/P_{ss}) = -0.06417 \log N + \log 0.935 \quad (2)$$

2) 走行振動荷重 : ±20 %

$$\log(P/P_{ss}) = -0.06417 \log N + \log 0.935 \quad (3)$$

3) 走行振動荷重：±30%

$$\log(P/P_{sx}) = -0.06417 \log N + \log 0.865 \quad (4)$$

なお、式(3)、(4)はS値は基準荷重Pを押抜きせん断耐荷力 P_{sx} で除した値にRC床版のS-N曲線式(2)をスライドさせた結果である。

以上より、伸縮継手の段差によって発生する荷重変動、すなわち振動荷重が基準荷重に対して20%、30%の振動荷重が及ぼすことで寿命が大幅に低下する結果となる。

(4) まとめ

本実験はRC床版に伸縮継手の段差によって発生する荷重変動を軸重量の±20%および±30%を許容した場合の耐疲労性を評価した。その結果、以下の知見が得られた。

①振動荷重が及ぼす影響による破壊メカニズムについては、一定荷重による走行疲労実験における破壊メカニズムと同様に押抜きせん断破壊となった。とくに、疲労特性の影響としてはコンクリートの圧縮強度が疲労寿命に大きく影響する結果が得られた。よって、疲労寿命を向上するためにはコンクリートの圧縮強度を高める必要がある。

②伸縮継手の段差によって発生する荷重変動が一定荷重荷重で走行した場合の等価走行回数と比較すると振動荷重が軸重量の±20%した場合は、一定荷重で走行した場合の等価走行回数に比べて61%、振動荷重が±30%の場合は89%の等価走行回数で破壊している。よって、伸縮継手の段差を最小限にする必要がある。

③RC床版のS-N曲線式との整合性については、筆者らが提案する押抜きせん断耐荷力^{2)、3)}にコンクリートの圧縮強度、輪荷重の設置面の辺長を適切に与えることで破壊荷重付近の押抜きせん断耐荷力が評価され、基準荷重に対してS-N曲線式上にプロットされる結果が得られた。これを基準に振動荷重が及ぼす影響についてもS-N曲線のS値と等価走行回数回数の関係から評価されるS-N曲線の傾きについてRC床版のS-N曲線式の傾きがと同様な結果が得られた。これらのことから走行振動荷重20%、30%が作用した場合の疲労寿命予測の推定が可能となる。

参考文献：

- 1) 阿部忠、木田哲量、星埜正明、加藤清志、徐銘謙：走行振動荷重を受けるRCはり・床版の耐力および動的影響に関する実験研究、土木学会論文集、No.808/I-74, pp. 33-45(2006.1)
- 2) 阿部忠、木田哲量、水口和彦、川井豊：走行荷重が作用する道路橋RC床版の押抜きせん断耐力評価式、構造工学論文集、Vol. 55A, pp. 1468-1477(2009.3)
- 3) 阿部忠、木田哲量、高野真希子、川井豊：道路橋RC床版の押抜きせん断耐荷力および耐疲労

性の評価、土木学会論文集 A1、pp.39-54、(2011.1)

4) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説I、II、(2012.)

5) 松井繁之：道路橋床版 設計・施工と維持管理、森北出版、(2007.)

5. 主な発表論文等

雑誌論文 (計3件)

①阿部忠、佐藤浩弥、澤野利章：圧縮強度が異なるRC床版に走行振動荷重が作用した場合の耐疲労性の評価およびS-N曲線式との整合性に関する研究、セメント・コンクリート論文集、Vol.69, No.1, pp.535-542, 査読有り、2016.3

②佐藤浩弥、阿部忠、澤野利章、高野真希子：走行振動荷重およびコンクリートの圧縮強度がRC床版の耐疲労性に及ぼす影響に関する実験研究、日本コンクリート工学年次論文集 Vol.37, No.2, pp.625-630, 査読有り、2015.7

③佐藤浩弥、阿部忠、澤野利章、高野真希子：コンクリート圧縮強度がRC床版の耐疲労性に及ぼす影響、第八回道路橋床版シンポジウム論文報告集、pp.275-280, 査読有り、2014.10

学会発表 (計3件)

①佐藤浩弥、阿部忠、澤野利章：伸縮継手の段差により発生する荷重変動がRC床版の耐疲労性に及ぼす影響、土木学会第70回年次学術講演会、I-205, pp.409-410, 2015.9.16 大阪大学(大阪)

②佐藤浩弥、阿部忠、澤野利章、高野真希子：コンクリートの圧縮強度がRC床版の耐疲労性に及ぼす影響に関する研究、土木学会第69回年次学術講演会、V-613, pp.1225-1226, 2014.9.16 岡山大学(岡山)

③佐藤浩弥、阿部忠、澤野利章、高野真希子：走行振動荷重が及ぼすRC床版の耐疲労性に関する実験研究、第58回日本学術会議材料工学連合講演会講演論文集、pp.83-84, 日本学術会議材料工学委員会、2014.10.27 京都テルサ(京都)

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

〔その他〕

ホームページ等なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者：阿部忠 (ABE.Tadashi)
日本大学・生産工学部・教授

研究者番号：80060218

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし

(4) 研究協力者 なし