

論文

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

佐藤浩弥*, 阿部忠**, 澤野利章***, 高野真希子****

*日本大学大学院, 生産工学研究科土木工学専攻 (〒 275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1)

**博(工), 日本大学教授, 生産工学部土木工学科 (〒 275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1)

***工(博), 日本大学教授, 生産工学部土木工学科 (〒 275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1)

****中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株) (〒 160-0023 東京都新宿区西新宿 1-23-7)

RC 床版の補強対策においては, コンクリートの圧縮強度が設計基準強度を下回る事例がある. そこで本研究は, コンクリートの圧縮強度および振動荷重が耐疲労性に及ぼす影響について検証した. この輪荷重走行疲労実験は, 走行一定荷重および走行振動荷重で行った. その結果, 圧縮強度が 20N/mm^2 の供試体は, 設計基準強度 24N/mm^2 の供試体に比して等価走行回数の比が 0.25 となり, 圧縮強度が低下することで寿命も大幅に低下する. また, 圧縮強度が 30N/mm^2 の供試体の比は 2.10 となり, 疲労寿命が大幅に向上した. したがって, RC 床版の耐疲労性の向上には, コンクリートの圧縮強度の影響が大きく寄与する結果を得た.

キーワード: RC床版, 圧縮強度, 走行一定荷重, 走行振動荷重, 耐疲労性

1. はじめに

近年, 道路橋 RC 床版は疲労損傷に加え, 塩害や凍害の複合劣化による損傷を受けており, 早いもので建設後 30 数年で床版取替が行われた事例が報告されている. とくに, 積雪寒冷地域では凍結防止剤の散布による塩害と冬期間には凍害の影響を受けるため, 複合劣化による RC 床版の損傷が著しい. このような RC 床版は, 輪荷重の走行に伴いコンクリート成分の溶出, すなわちノロが溶出され, 上面コンクリートの骨材が露出している. また, 貫通ひび割れから水が浸透し, 擦り磨きによる遊離石灰が下面に発生している^{1), 2)}. よって, 上面損傷においては, 早期発見が重要となる. とくに, 遊離石灰の沈着が多い床版は, セメント成分が溶出されていることからコンクリートの圧縮強度や弾性係数が低下し, 道路橋示方書・同解説³⁾ (以下, 道示とする) に規定するコンクリートの設計基準強度を下回る事例もある. これらの上面損傷が著しい床版においては, 部分補修や鋼繊維補強コンクリート上面増厚補強が施されている⁴⁾. しかし, 既存 RC 床版のコンクリートが設計基準強度を下回る場合は, 早期に再劣化し, 床版取替えとなるケースもある.

一方, 道路橋 RC 床版には, 大型車両や過積載車両が伸縮継手の段差部や凹凸な路面を走行することにより発生する振動荷重が作用する. とくに, 伸縮継手の段差部の影響により, 伸縮継手部を通過した継手付近の床版の損傷が著しい. これは, 段差によって発生す

る大型車両の軸重量の変動が大きく, 基準荷重に対して $\pm 40\% \sim 50\%$ に達している. これらのことから荷重変動の影響を受ける RC 床版の耐疲労性の検証が必要である.

そこで本研究は, コンクリートの圧縮強度が $19\text{N/mm}^2 \sim 35\text{N/mm}^2$ の範囲で製作した RC 床版供試体を用いて, 走行一定荷重および荷重変動を考慮した走行振動荷重による輪荷重走行疲労実験を行い, コンクリートの圧縮強度および振動荷重が耐疲労性に及ぼす影響について検証する.

2. 大型自動車の荷重変動

土木研究所^{5), 6)}は, 大型自動車が伸縮継手の段差部を走行する際に発生する荷重変動および衝撃力に関する実験を行い, 大型自動車の荷重変動を図-1のように報告している. これによると, 実験車両は, 総重量 205kN のタンデム式ダンプトラックで, その荷重分担は中軸左動荷重が 37.73kN , 後軸左動荷重は 37.14kN であり, この軸重量に対して 2.77 倍~ 2.86 倍の荷重変動となっている. また, このときの振動数は中軸で 13Hz , 後軸で 18Hz 程度となっている. 次に, 段差部通過後の荷重分布および包絡線によると, タンデム式ダンプトラックの場合, 段差部から 2m , 8m の位置で最大荷重が生じており, 段差量 20mm の場合の動的係数 $i = 1.0$ では, 動的係数が 1.0 以下に減衰される位置は段差部から 14m に及んでいる. したがって, 実橋の

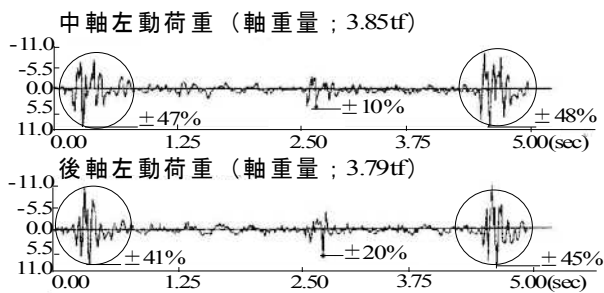


図-1 大型自動車の荷重変動⁵⁾



写真-1 輪荷重走行疲労試験機

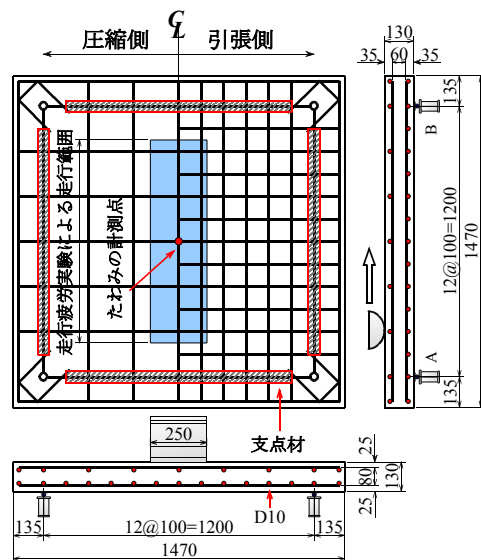


図-2 供試体寸法および鉄筋配置

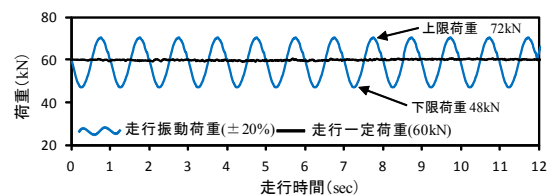


図-3 本実験における荷重変動の一例

伸縮継手を通過する際に、その近傍の床版には大きな荷重変動が作用することになる。

3. 供試体の使用材料および寸法

3.1 供試体概要

実験に用いる RC 床版供試体は、2010 年以降の道示³⁾に規定する活荷重に基づいて設計し、実験装置の輪荷重寸法 (幅 250mm) に合わせて 1/2 モデルとした。実験は輪荷重走行疲労試験機を用いて行う。ここで、輪荷重走行疲労試験機を用いた実験状況を写真-1 に示す。

3.2 使用材料

本研究はコンクリート圧縮強度の影響について評価するために供試体のコンクリート圧縮強度が $19\text{N/mm}^2 \sim 35\text{N/mm}^2$ の範囲となるように配合した。コンクリートには、普通ポルトランドセメントと 5mm 以下の砕砂および 5mm ~ 20mm の砕石 (JIS-A5005) を使用した。鉄筋は SD295A の D10 を用いた。

3.3 供試体寸法および鉄筋の配置

供試体寸法および鉄筋の配置を図-2 に示す。

供試体の床版厚は、大型車両の 1 日 1 方向の計画交通量から算出して、その 1/2 モデルとした。全長およ

び支間の寸法は、全長を 1,470mm、支間 1,200mm、床版厚 130mm の等方性版とした。鉄筋は複鉄筋配置とし、鉄筋量は床版支間に対する設計曲げモーメントから算出して配置した。引張側の軸直角方向および軸方向に D10 を 100mm 間隔で配置した。その有効高さはそれぞれ 105mm、95mm とした。また、圧縮側には引張鉄筋量の 1/2 を配置した。

4. 実験方法および等価走行回数

4.1 実験方法

(1) 走行一定荷重による疲労実験⁸⁾

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 (走行範囲 : 900mm) の範囲に輪荷重 (幅 : 250mm) を繰り返し走行させる実験である。走行荷重は初期値を 60kN および 80kN から走行を開始した。載荷方法は、RC 床版中央に輪荷重を停止させ、静的荷重を初期走行荷重まで 10kN ごとに増加し、初期走行荷重までのたわみを計測する。その後、2 万回走行ごとに荷重を 20kN ずつ増加させ、荷重 100kN 以降は 2 万回走行ごとに荷重を 10kN ずつ増加させる。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。供試体記号は圧縮強度の数値を用い、圧縮強度 20N/mm^2 の供試体を RC20 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による疲労実験は、基準荷重に対して $\pm 20\%$ および $\pm 30\%$ の振動荷重とする。たとえば、基準荷重 60kN に対して $\pm 20\%$ を適用した場合の上限荷重は 72kN であり、下限荷重は 48kN となる。ここで、基準荷重 60kN における走行振動荷重 $\pm 20\%$ の荷重波形の一例を図-3に示す。

走行範囲は床版中央から両支点方向に 450mm、1 往復 1,800mm(片側 900mm)とする。また、走行時間は一往復 13sec で走行し、振動数 1.0Hz の片振り荷重とする。本実験での振動数は図-1に示した中軸および後軸が交互に作用するものとした。供試体記号は、コンクリート圧縮強度が 20N/mm² で基準荷重 60kN に対して $\pm 20\%$ の振動荷重により疲労実験を行った供試体記号を RC20-60 $\pm 20\%$ とする。

4.2 走行疲労実験における等価走行回数

本実験における輪荷重走行疲労実験は、2 万回走行ごとに荷重を増加する段階荷重載荷としたことから、等価走行回数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、設計活荷重の 1/2 に安全率 1.2 を考慮した 60kN の一定荷重載荷とし、S-N 曲線の傾きの逆数 m には松井ら⁷⁾が提案する S-N 曲線の傾きの逆数 12.7 を適用して等価走行回数を算出する。走行振動荷重における載荷荷重は、振動荷重の上限荷重を適用して等価走行回数を算定する。

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

ここで、 N_{eq} ：等価走行回数(回)、 P_i ：載荷荷重(kN)、 P ：基準荷重(=60kN)、 n_i ：実験走行回数(回)、 m ：S-N 曲線の傾きの逆数(=12.7)

5. 結果および考察

5.1 等価走行回数

本実験では、コンクリートの圧縮強度が異なる同一寸法を有する RC 床版に対して、一定荷重と実橋に作用する振動荷重を再現した走行振動荷重による疲労実験を行った。本実験による等価走行回数を表-1に示す。

(1) 走行一定荷重による疲労実験⁸⁾

走行一定荷重による疲労実験の等価走行回数は表-1に示すように圧縮強度の影響が顕著となっている。圧縮強度 35N/mm² の供試体 RC35-1、2 の等価走行回数はそれぞれ 7.347 $\times 10^6$ 回、8.529 $\times 10^6$ 回であり、平均等価走行回数は 7.938 $\times 10^6$ 回である。コンクリート圧縮強度が 20N/mm² の供試体 RC20 の等価走行回数は 0.776 $\times 10^6$ 回であり、RC35-1、2 の平均等価走行回数

表-1 実験走行回数および等価走行回数

供試体	実験走行回数(回)	等価走行回数(回)
RC35-1	30,010	7,347,504
RC35-2	31,809	8,529,213
RC20	20,100	776,102
RC19.6-60 $\pm 20\%$	32,324	327,437
RC20-60 $\pm 20\%$	32,448	328,693
RC26-80 $\pm 20\%$	5,918	2,314,722
RC30-80 $\pm 20\%$	16,892	6,607,009
RC27.3-80 $\pm 30\%$	2,050	2,215,933
RC28-80 $\pm 30\%$	3,166	3,422,264
RC30-80 $\pm 30\%$	4,100	4,431,865

に比して耐疲労性が約 90%低減している。

(2) 走行振動荷重による疲労実験

コンクリートの圧縮強度が 19.6N/mm²、20N/mm² で、それぞれ基準荷重 60kN に対して走行振動荷重 $\pm 20\%$ (上限荷重 72kN、下限荷重 48kN の正弦波形)で走行した供試体 RC19.6-60 $\pm 20\%$ 、RC20-60 $\pm 20\%$ の等価走行回数はそれぞれ 0.327 $\times 10^6$ 回、0.328 $\times 10^6$ 回である。

また、コンクリート圧縮強度が 26N/mm²、30N/mm² で、それぞれ基準荷重 80kN に対して走行振動荷重 $\pm 20\%$ で走行した供試体 RC26-80 $\pm 20\%$ 、RC30-80 $\pm 20\%$ の等価走行回数は、2.314 $\times 10^6$ 回、6.607 $\times 10^6$ 回である。次に、コンクリート圧縮強度が 27.3N/mm²、28N/mm²、30N/mm² で、それぞれ基準荷重 80kN に対して、走行振動荷重 $\pm 30\%$ で走行した供試体 RC27.3-80 $\pm 30\%$ 、RC28-80 $\pm 30\%$ 、RC30-80 $\pm 30\%$ の等価走行回数はそれぞれ 2.215 $\times 10^6$ 回、3.422 $\times 10^6$ 回、4.431 $\times 10^6$ 回である。

以上より、供試体の等価走行回数にはコンクリートの圧縮強度の影響が顕著となる。

5.2 コンクリートの圧縮強度と耐疲労性の評価

コンクリートの圧縮強度が耐疲労性に及ぼす影響について、阿部らは(以下、文献 8)とする)圧縮強度 21N/mm² ~ 35N/mm² の供試体を用いて輪荷重走行疲労実験を行い、耐疲労性を評価している。ここで、文献 8)に報告されているコンクリートの圧縮強度と等価走行回数の関係を図-4に示す。

ここで、走行振動荷重疲労実験による等価走行回数と圧縮強度の関係を図-5に示す。図-5には文献 8)の実験結果も併記した。図-5に示す走行一定荷重で疲労実験を行った圧縮強度 20N/mm² の供試体 RC20 の等価走行回数は 0.776 $\times 10^6$ 回、走行振動荷重で疲労実験を行った供試体 RC20-60 $\pm 20\%$ の等価走行回数は 0.328 $\times 10^6$ 回であり、供試体 RC20 に比して供試体 RC20-60 $\pm 20\%$ は等価走行回数が約 58%低下している。

また、文献 8)の走行一定荷重と本研究における走

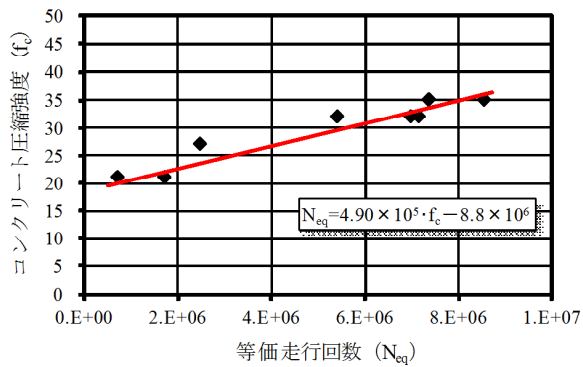


図-4 圧縮強度と等価走行回数⁸⁾の関係

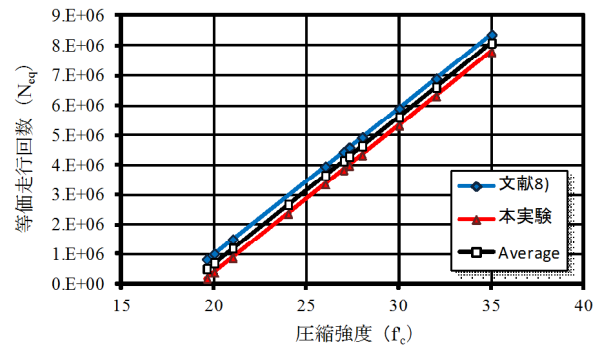


図-6 等価走行回数と圧縮強度の関係

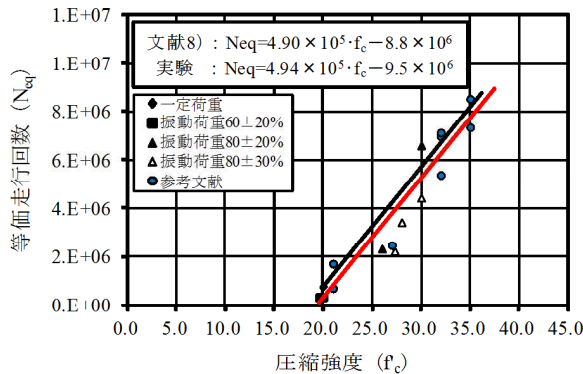


図-5 等価走行回数と圧縮強度の関係

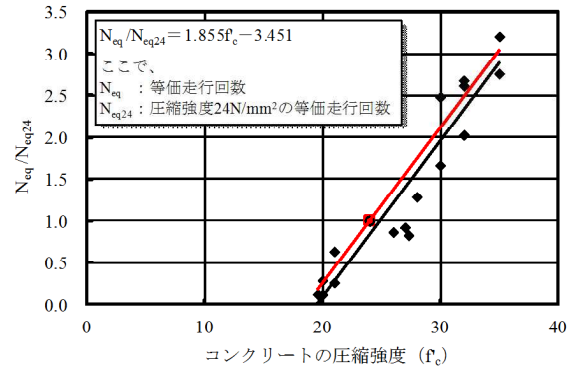


図-7 等価走行回数と圧縮強度の関係

行振動荷重の疲労実験による等価走行回数を同一圧縮強度で比較すると、走行振動荷重は走行一定荷重に比して走行回数が下回る結果が得られた。これらからも、RC床版の耐疲労性に対するコンクリートの圧縮強度の影響が明らかとなった。これは、RC床版の押抜きせん断耐荷力の評価式においても、コンクリートの圧縮強度から算定されるせん断強度(f_{c0})で評価される。これは、圧縮強度によって、RC床版の押抜きせん断耐荷力が向上するためである。よって、RC床版の耐疲労性を向上させるためには、コンクリートの圧縮強度を高めることも重要な要素であるといえる。

(1) コンクリート圧縮強度が耐疲労性に及ぼす影響

等価走行回数と圧縮強度の関係式を以下に示す。

文献8)の走行一定荷重による疲労実験から得られた式(2)⁸⁾、および本実験の走行振動荷重による疲労実験から得られた式(3)、そして両式の平均式(4)に圧縮強度を適用した場合の等価走行回数と圧縮強度の関係を図-6に示す。

$$\text{文献 8) : } N_{eq} = 4.90 \times 10^5 \cdot f_c - 8.8 \times 10^6 \quad (2)$$

$$\text{実験 : } N_{eq} = 4.94 \times 10^5 \cdot f_c - 9.5 \times 10^6 \quad (3)$$

$$\text{平均値 : } N_{eq} = 4.92 \times 10^5 \cdot f_c - 9.15 \times 10^6 \quad (4)$$

ここで、 N_{eq} : 等価走行回数 (回)、 f_c : コンクリートの圧縮強度 (N/mm^2)

次に、設計基準強度である圧縮強度 24N/mm^2 を式(4)に適用した場合の等価走行回数(N_{eq24})は 2.658×10^6 回である。そこで、この各実験で得られた等価走行回数(N_{eq})と圧縮強度 24N/mm^2 における等価走行回数(N_{eq24}) (以下、24等価走行回数)の比(N_{eq}/N_{eq24})を基準に低減率を評価する。圧縮強度 20N/mm^2 の等価走行回数(N_{eq})および24等価走行回数(N_{eq24})はそれぞれ 0.690×10^6 回、 2.658×10^6 回となり、等価走行回数(N_{eq})は24等価走行回数(N_{eq24})に比して約74%低下する結果となる。一方、圧縮強度 30N/mm^2 の等価走行回数(N_{eq})は 5.610×10^6 回であり24等価走行回数(N_{eq24})に比して耐疲労性が2.11倍向上する結果となる。したがって、圧縮強度を高くすることで耐疲労性が向上する結果となる。

式(4)に圧縮強度 24N/mm^2 を適用して算出した等価走行回数(N_{eq24})を基準に、本実験より得られた等価走行回数(N_{eq})の低減率の関係は式(5)となる。ここで、式(5)に圧縮強度を適用した場合の等価走行回数(N_{eq}/N_{eq24})と圧縮強度の関係を図-7に示す。

$$N_{eq}/N_{eq24} = 0.185 \cdot f_c - 3.451 \quad (5)$$

ここで、 N_{eq} : 等価走行回数 (回)、 N_{eq24} : 圧縮強度 24N/mm^2 における等価走行回数 (回)、 f_c : コンクリートの圧縮強度 (N/mm^2)

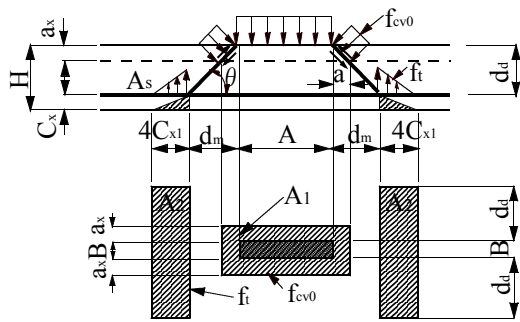


図-8 押抜きせん断力学モデル

以上より、コンクリート圧縮強度 20N/mm^2 の場合の N_{eq}/N_{eq24} は、0.25 倍、コンクリート圧縮強度 30N/mm^2 の場合の N_{eq}/N_{eq24} は 2.10 倍となる。よって、コンクリート圧縮強度が設計基準強度を下回っている場合は、等価走行回数が大幅に減少し、耐疲労性が低下するため設計基準強度を確保している必要がある。

(2) 押抜きせん断耐荷力⁸⁾

文献 8) では平成 6 年改定の道示に基づいて設計し、1/2 モデルの供試体を用いて、走行荷重実験を行い、破壊状況から松井らが提案する押抜きせん断力学モデルを基に、圧縮域には文献 8) に示すせん断強度 (f_{cv0})、ダウエル効果の影響を受ける範囲にはコンクリートの引張強度 (f_i) が及ぼすものとしてモデル化されている。

本実験では、文献 8) に示す押抜きせん断耐荷力モデルを用いて押抜きせん断耐荷力を算出する。ここで、文献 8) に示す押抜きせん断力学モデルを図-8、押抜きせん断耐荷力式⁸⁾を式(6)に示す。

$$P_{sx} = f_{cv0}\{2(B + 2a)a + 2(A \times a)\} + f_i\{4(2d_d + B)C_x\} \quad (6)$$

$$f_{cv0} = 0.688f_c^{0.610} \leq f_c = 80\text{N/mm}^2$$

$$f_i = 0.269f_c^{2/3}$$

$$a = (a_x + a_y)/2$$

$$C_x = (C'_x + C'_y)/2$$

ここで、A, B: 載荷版の主鉄筋、配力筋方向の辺長 (mm), a: 主鉄筋方向 a_x , 配力鉄筋方向 a_y の等価応力ブロックの平均値 (mm) ($= (a_x + a_y)/2$), C_x : ダウエル効果が影響を示す寸法効果 (= 主鉄筋のかぶり (C'_x) と配力筋方向のかぶり (C'_y) の平均値 (mm)), C'_d : 主鉄筋のかぶり (C'_x) と配力筋方向のかぶり (C'_y) の平均値 (mm) ($= (C'_x + C'_y)/2$), d_d : 主鉄筋の有効高さ (d_x) と配力筋方向の有効高さ (d_y) の平均値 (mm) ($= H - C'_d$), H: 床版全厚 (mm), f_{cv0} : コンクリートのせん断強度 (N/mm^2)⁸⁾, f_i : コンクリートの引張強度 (N/mm^2)

表-2 理論押抜きせん断耐荷力

供試体名称	押抜きせん断耐荷力 (P_{sx})	圧縮強度 24N/mm^2 の押抜きせん断耐荷力比 (151.4kN)
RC35	169.7	1.12
RC35	169.7	1.12
RC20	144.6	0.96
RC19.6-60±20%	144.0	0.95
RC20-60±20%	144.6	0.96
RC26-80±20%	154.8	1.02
RC30-80±20%	161.5	1.07
RC27.3-80±30%	157.0	1.04
RC28-80±30%	158.1	1.04
RC30-80±30%	161.5	1.07

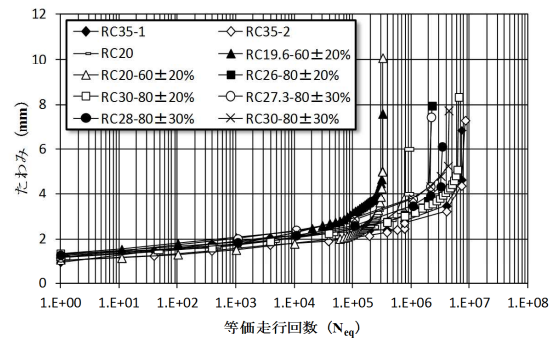


図-9 たわみと等価走行回数の関係

文献 8) に示す押抜きせん断耐荷力 P_{sx} は、主鉄筋および配力筋方向の等価応力ブロックの平均値 a ($= (a_x + a_y)/2$) にコンクリートのせん断強度 f_{cv0} による押抜きせん断耐荷力と主鉄筋および配力筋方向のかぶりの平均値 C_x ($= (C'_x + C'_y)/2$) に、コンクリートの引張強度 (f_i) による押抜きせん断耐荷力が合計されている。ここで、押抜きせん断耐荷力の算定結果を表-2に示す。

コンクリートの圧縮強度 24N/mm^2 の押抜きせん断耐荷力 (151.4kN) を基準とすると圧縮強度が 35N/mm^2 の押抜きせん断耐荷力の比は 1.12 倍となる。また、圧縮強度が 19.6N/mm^2 の押抜きせん断耐荷力の比は 0.95 となり 5%低下している。

5.3 たわみと等価走行回数の関係

走行一定荷重および走行振動荷重を載荷させた疲労実験によるたわみと等価走行回数の関係を図-9に示す。

(1) 走行一定荷重

コンクリートの圧縮強度 35N/mm^2 の供試体 RC35-1, 2 は、荷重 80kN で 1 走行後のたわみは、それぞれ 0.95mm, 0.97mm である。その後の荷重増加においてもたわみが緩やかに増加している。20,000 回走行後のたわみはそれぞれ 2.44mm, 2.45mm である。荷重 100kN 走行後からたわみの増加が著しくなっている。破壊時

のたわみは、それぞれ 6.86mm, 7.31mm である。また、圧縮強度 20N/mm^2 の供試体 RC20 は、荷重 80kN 載荷で 1 走行後のたわみは 1.18mm である。たわみが 3.2mm を超えた後からたわみの増加が著しい。破壊時のたわみは 6.0mm である。

(2) 走行振動荷重

走行振動荷重を載荷させた全ての供試体に共通してたわみが床版支間の 3 mm を超えた付近からたわみの増加が著しく大きくなり、その後の走行疲労により破壊に至っている。そこで、走行一定荷重供試体 RC 35-1, 2 のたわみが 3mm の時点における平均等価走行回数 (2.33×10^6 回) と各供試体の等価走行回数を比較して耐疲労性を評価する。

コンクリートの圧縮強度が設計基準強度を満たしていない供試体 RC19.6-60 \pm 20%, RC20-60 \pm 20% の荷重 60kN の初期たわみはそれぞれ 1.34mm, 1.06mm である。たわみが 3mm に達した時点での等価走行回数はそれぞれ 0.08×10^6 回, 0.24×10^6 回であり、供試体 RC35-1, 2 に比して約 97%, 90% 低減した。破壊時のたわみはそれぞれ 7.60mm, 10.09mm である。

次に、コンクリートの圧縮強度が設計基準強度を満たしている供試体 RC26-80 \pm 20%, RC30-80 \pm 20% の荷重 80kN の初期たわみはそれぞれ 1.23mm, 1.36mm である。たわみが 3mm に達した時点での等価走行回数はそれぞれ 0.73×10^6 回, 0.78×10^6 回であり、供試体 RC35-1, 2 に比して約 69%, 66% 低減した。破壊時のたわみはそれぞれ 7.95mm, 8.33mm である。

また、コンクリートの圧縮強度が高い供試体 RC27.3-80 \pm 30%, RC28-80 \pm 30%, RC30-80 \pm 30% の荷重 80kN の初期たわみはそれぞれ 1.19mm, 1.29mm, 1.16mm である。たわみが 3mm に達した時点での等価走行回数は 0.27×10^6 回, 0.58×10^6 回, 0.22×10^6 回であり、供試体 RC35-1, 2 に比してそれぞれ約 88%, 75%, 90% 低減した。破壊時のたわみはそれぞれ 7.46mm, 6.11mm, 7.74mm である。

以上より、コンクリートの圧縮強度が設計基準強度を満たしていない供試体に走行振動荷重を載荷させた供試体は、走行一定荷重供試体に比して大幅に等価走行回数が低減した。設計基準強度を満たしている供試体に関しても走行振動荷重が作用することで等価走行回数の低減が確認された。

6. まとめ

(1) 走行一定荷重および走行振動荷重による疲労実験で得られた等価走行回数を同一圧縮強度で比較すると、圧縮強度 20N/mm^2 で比較した場合 58% の低下が

確認された。以上より、振動荷重の影響が顕著に現れる結果となった。

(2) コンクリートの圧縮強度が耐疲労性に及ぼす影響は、道示に規定するコンクリート設計基準強度 24N/mm^2 を基準に評価すると、圧縮強度が 20N/mm^2 との比は 0.25, 圧縮強度 30N/mm^2 の場合が 2.10 倍となり、コンクリートの圧縮強度が耐疲労性に大きく影響する。よって、圧縮強度による耐疲労性の低下が補強効果より大きい場合には、補強による寿命の増加が期待できないことになる。

(3) 走行一定荷重と走行振動荷重での疲労実験による式(3), (4) から等価走行回数を算定すると、走行振動荷重が及ぼすことにより 45% 程度低下する結果が得られた。よって、圧縮強度の低下に加え、振動荷重の影響を受けることにより、耐疲労性は大幅に低下する結果となる。

(4) たわみと等価走行回数の関係においては、たわみが 3.0mm を超えた付近からたわみの増加が大きくなっている。したがって、道路橋 RC 床版のたわみが 3mm 付近に達する前に、補強対策が必要となるものと考えられる。

参考文献

- 1) 阿部忠：RC 床版の劣化診断技術と補修・補強対策－鋼繊維補強コンクリート(SFRC)上面増厚補強法の耐疲労性④－, 月刊誌「セメント・コンクリート」, No.779, pp.44-52, (2012)
- 2) 伊藤清志, 阿部忠, 岩崎正二, 大塚裕太：塩害・凍害の複合劣化を受けた RC 床版の上面増厚補強法による耐疲労性の評価, コンクリート構造物の補修・補強アップグレード論文・報告集, 第 13 巻, pp.373-381, 2013
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I, II, III, 2004
- 4) 土木学会：道路橋床版の維持管理マニュアル, 2012
- 5) 建設省土木研究所構造研究室：橋梁設計動荷重に関する試験調査報告書(VIII-1985), 土木研究所資料, No.2258, 1985
- 6) 建設省土木研究所構造研究室：橋の衝撃荷重に関する試験調査報告書(I - 1987), 土木研究所資料, No.2426, 1987
- 7) 松井繁之：道路橋床版, 設計・施工と維持管理, 森北出版, 2007.10
- 8) 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, Vol.67, No.1, pp.39-54, 2011