

論文 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

佐藤 浩弥^{*1}・阿部 忠^{*2}・澤野 利章^{*3}・高野 真希子^{*4}

要旨：本研究は、伸縮継手の段差や路面の凹凸により発生する荷重変動を考慮した走行振動荷重による疲労実験を行い、荷重変動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ついて検証した。実験では、基準荷重に対して±20%、30%の振動荷重で輪荷重走行疲労実験を行った。その結果、基準荷重に対して荷重振幅が大きくなるほど耐疲労性が大幅に低下する結果が得られた。また、コンクリートの圧縮強度が低い場合は、振動荷重の衝撃の影響によりせん断圧縮破壊となり、耐疲労性は大きく低下する結果が得られた。したがって、伸縮装置の段差を最小限にすると同時にコンクリート圧縮強度を高める必要がある。

キーワード：RC床版、走行振動荷重、コンクリート圧縮強度、耐疲労性

1. はじめに

伸縮継手の段差や凹凸な路面を走行することにより発生する荷重変動は、鋼道路橋RC床版にひび割れ損傷を与える大きな原因の1つであると考えられる。とくに、伸縮継手の段差部を通過する際には大型自動車の軸重量に対して約3倍程度の荷重変動が生じ、道路橋示方書・同解説¹⁾(以下、道示)に示す衝撃係数を大きく上回っている。したがって、多くのRC床版は、伸縮継手を通過した付近の床版下面において2方向ひび割れの発生が著しい。これらを解明するために阿部らは、走行振動荷重が作用するRC床版の動的影響に関する実験研究を行い、その成果を報告している。これによると基準荷重、すなわち軸重量に対して±30%の荷重変動が作用した場合は道示に規定する衝撃係数を大きく上回る結果が報告されている²⁾。しかし、荷重変動や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の実験研究はあまり行われていないのが現状である。

一方、道路橋RC床版は、疲労や材料の劣化による損傷を受けており、それらの損傷状況に関する事例が報告されている。とくに、積雪寒冷地域のRC床版は、塩害や凍害の影響により遊離石灰の発生や砂利化等の損傷を受け、コンクリートの圧縮強度が道示に規定する設計基準強度を下回る事例も多く報告されている³⁾。

そこで本研究では、コンクリートの圧縮強度が異なる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、走行振動荷重およびコンクリートの圧縮強度が耐疲労性に及ぼす影響と破壊メカニズムを検証し、道路橋RC床版の維持管理の一助としたい。

2. 大型自動車の荷重変動

土木研究所^{4), 5)}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21tf(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3.85tf(37.73kN)、後軸左動荷重は3.79tf(37.14kN)であり、この軸重量に対して2.77倍～2.86倍の荷重変動が生じている。また、この時の振動数は中軸で13Hz、後軸で18Hz程度となっている。次に、

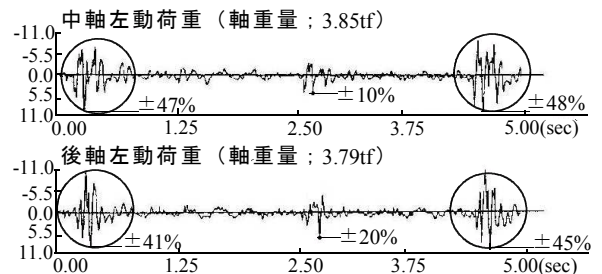


図-1 大型自動車の荷重変動⁴⁾

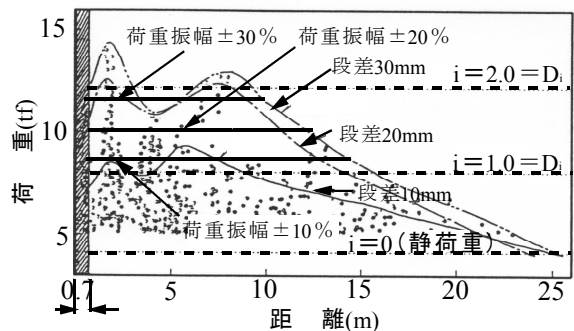


図-2 荷重分布および包絡線⁵⁾

*1 日本大学大学院 生産工学研究科土木工学専攻 (学生会員)

*2 日本大学 生産工学部土木工学科教授 博(工) (正会員)

*3 日本大学 生産工学部土木工学科教授 工博 (正会員)

*4 中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株) 土木技術部 博(工)

タンデム式ダンプトラックが段差部通過後の荷重分布および包絡線を図-2のように示している。これ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 $i = 1.0$ をみると、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

RC床版供試体は、1994年以降の道示¹⁾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。

3.2 使用材料

鋼道路橋RC床版のコンクリートの設計基準強度は、1973年以前の道示では 21N/mm^2 以上とされており、1980年以降の道示では 24N/mm^2 以上と改定された。しかし、近年RC床版は大型車両の走行による疲労損傷や、飛来塩分、融雪剤の散布による塩害、さらには凍害の影響による複合劣化が進行し、劣化速度が促進されている。また、コンクリートの中性化やアルカリ骨材反応などの劣化要因もあり、コンクリートの圧縮強度が建設時よりも低下している事例も多い³⁾。これらの複合劣化に対する補強対策において、補強後の耐疲労性を評価するためには、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検証する必要がある。

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³⁾(以下、文献2)とする)は、コンクリートの圧縮強度が $21\text{N/mm}^2 \sim 35\text{N/mm}^2$ のRC床版供試体を用いて走行一定荷重による輪荷重走行疲労実験を行い、RC床版の耐疲労性を評価している。ここで、文献2)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²⁾の関係を図-3に示す。これによると、コンクリートの圧縮強度と等価走行回数は、圧縮強度が高くなることで、等価走行回数が増える結果が報告され、推定式からも示されるように圧縮強度がRC床版の耐疲労性に大きく寄与している。しかし、振動荷重がRC床版の耐疲労性に及ぼす影響についてはあまり研究されていないことから本研究は、コンクリートの圧縮強度が異なる供試体を用いて荷重変動すなわち走行振動荷重による疲労実験を行い、圧縮強度が耐疲労性に及ぼす影響について検証した。そこで、RC床版のコンクリートには、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。ここで、コンクリートの配合条件を表-1に示し、材料特性値を表-2に示す。なお、この配合によるコンクリ

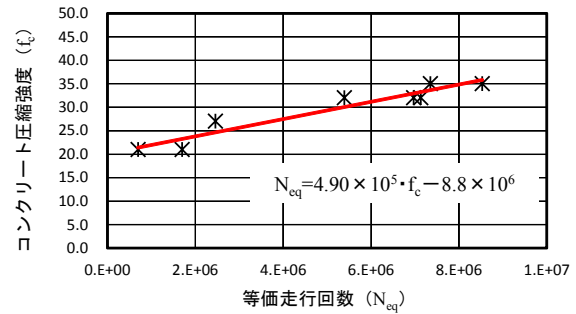


図-3 コンクリート圧縮強度と等価走行回数の関係²⁾

表-1 コンクリートの示方配合

スラブ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m)				
				C	W	S	G	Ad
18	4.5	52.5	48.1	324	170	847	956	3.4

表-2 コンクリートおよび鉄筋の材料特性値

コンクリート 圧縮強度 (N/mm^2)	鉄筋 (SD295A)			
	使用鉄筋	降伏強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	弾性係数 (kN/mm^2)
19.6~35.0	D10	350	498	200

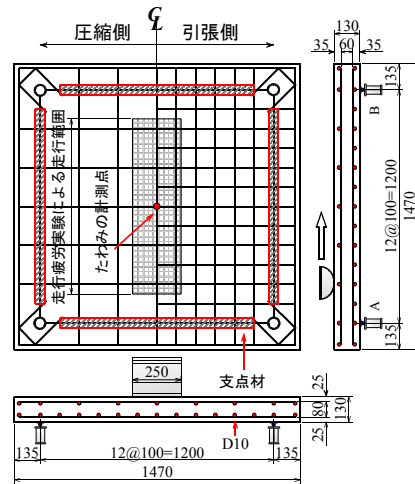


図-4 供試体寸法および鉄筋配置

ートの圧縮強度は 35N/mm^2 である。これを基準に圧縮強度が低下するように水セメント比を調整した。各供試体の圧縮強度はRC床版供試体から $\phi 50 \times 100\text{mm}$ のコアを3本採取し、圧縮試験を行い、その平均値を用いた。次に、鉄筋はSD295A, D10を用いた。

3.3 供試体寸法および鉄筋の配置

本実験に用いるRC床版供試体は、平成6年改定の道示に規定する活荷重に基づいて設計し、本実験装置の輪荷重幅(250mm)と道示に規定する輪荷重幅(500mm)の比が1/2であることから、供試体寸法も車輪幅に合わせて1/2モデル(=250/500)とした。最小床版厚は、支間2,400mm、大型車両の1日1方向当たりの計画交通量を2,000台以上として算出し、その1/2の130mmとした。よって供試体寸法は、全長1,470mm、支間1,200mm、床版厚130mmの等方性版である。また、鉄筋は複鉄筋配置とし、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。ここで、供試体寸法および鉄筋配置を図-4に示す。

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輪荷重走行疲労実験

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(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。走行一定荷重による輪荷重走行疲労実験は 80kN で 20,000 回走行し、その後 100kN に増加して走行する。本実験では輪荷重走行面が陥没により走行不能となった場合を押抜きせん断破壊とし、実験を終了する。ここで、コンクリートの圧縮強度が 35N/mm² で、走行一定荷重による輪荷重走行疲労実験を行った供試体記号を RC35 とする。たわみの計測は、輪荷重走行 1, 10, 100, 1,000, 5,000 回時および 5,000 回以降は 5,000 回走行ごとに行った。

(2) 走行振動荷重による輪荷重走行疲労実験

本実験の荷重条件を荷重分布および包絡線図(図-2)に加筆し、荷重条件は 15mm から 20mm の段差で発生する変動荷重とする。よって、走行振動荷重実験は、基準荷重に対して荷重振幅 ±20% (以下、V20 とする)、±30% (以下、V30 とする) の正弦波形で走行させる疲労実験である。たとえば、基準荷重 80kN における V20 の荷重振幅は、上限荷重が 96kN, 下限荷重は 64kN の正弦波形である。ここで、基準荷重 80kN, 荷重振幅 V20 の荷重と走行時刻の関係を図-5に示す。

次に、荷重と走行時刻の関係は、振動荷重で 1 往復 13sec で走行し、荷重変動を与える振動数は 1.0Hz の正弦波形で走行させる。ここで、本実験における振動荷重 ±20%の荷重と走行時刻の関係を図-5に示す。また、走行範囲およびたわみの計測は走行一定荷重による輪荷重走行疲労実験と同様である。供試体記号は、基準荷重、荷重振幅、圧縮強度の順で表記する。よって、コンクリートの圧縮強度が 20N/mm², 基準荷重 60kN で荷重振幅 V20(±20%)の振動荷重で輪荷重走行疲労実験を行った供試体の記号を RC60-V20-20 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、20,000 回走行ごとに荷重を増加する段階状荷重としたことから、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 とする。S-N 曲線の傾きの逆数 m には松井ら⁹⁾が提案する RC 床版の

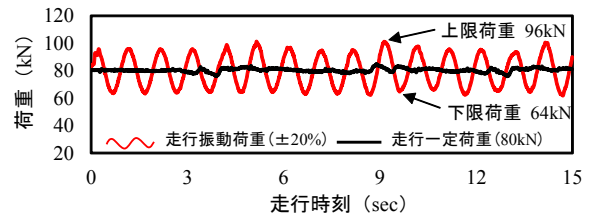


図-5 荷重と走行時刻の関係

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(荷重振幅の上限荷重を適用する(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

(1) 走行一定荷重による輪荷重走行疲労実験

走行一定荷重および走行振動荷重による疲労実験から得られた等価走行回数を表-3に示す。

走行一定荷重による輪荷重走行疲労実験におけるコンクリートの圧縮強度 35N/mm² の供試体 RC35-1, 2 の等価走行回数は、それぞれ 7.347×10⁶ 回, 8.529×10⁶ 回であり、平均等価走行回数は 7.938×10⁶ 回である。なお本供試体は、荷重 100kN で走行中に破壊に至っている。

(2) 走行振動荷重による輪荷重走行疲労実験

基準荷重 60kN に対して走行振動荷重 V20 で輪荷重走行疲労実験を行ったコンクリート圧縮強度が 19.6N/mm², 20N/mm² の供試体 RC60-V20-19.6, RC60-V20-20 の等価走行回数はそれぞれ 0.327×10⁶ 回, 0.328×10⁶ 回である。コンクリートの圧縮強度の差は 0.4N/mm² であるが、高い供試体が僅かであるが等価走行回数が上回っている。また、コンクリートの圧縮強度が 26N/mm², 30N/mm² で、それぞれ基準荷重 80kN に対して走行振動荷重 ±20% で走行した供試体 RC80-V20-26, RC80-V20-30 の等価走行回数は、それぞれ 2.314×10⁶ 回, 6.607×10⁶ 回である。コンクリートの圧縮強度の差は 4.0N/mm² あるが f_c26 は f_c30 に対して等価走行回数は 65%低下している。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 ±30% で走行した供試体 RC80-V30-27.3, RC80-V30-28, RC80-V30-30 の等価走行回数は、それぞれ 2.215×10⁶ 回, 3.422×10⁶ 回, 4.431×10⁶ 回である。コンクリートの圧縮強度が 30N/mm² の供試体に比して圧縮強度 27.3N/mm²,

表-3 等価走行回数

供試体	コンクリート 圧縮強度 (N/mm ²)	実験走行回数 (回)	等価走行回数 (回)
RC35-1	35.0	30,010	7,347,504
RC35-2	35.0	31,809	8,529,213
RC60-V20-19.6	19.6	32,324	327,437
RC60-V20-20	20.0	32,448	328,693
RC80-V20-26	26.0	5,918	2,314,722
RC80-V30-27.3	27.3	2,050	2,215,933
RC80-V30-28	28.0	3,166	3,422,264
RC80-V30-30	30.0	4,100	4,431,865

28N/mm² の供試体は、それぞれ 50%、23%の等価走行回数が低下している。

以上より、コンクリートの圧縮強度が道示に規定する設計基準強度より低い供試体は、押抜きせん断耐力に大きく寄与するコンクリートのせん断強度が低く、さらに振動荷重による衝撃により、圧縮破壊が先行し、耐疲労性は評価出来ない結果となった。一方、圧縮強度が基準強度以上の供試体においても、振動荷重により耐疲労性の低下が助長される結果となった。

5.3 たわみと等価走行回数の関係

本実験における走行一定荷重および走行振動荷重によるたわみと等価走行回数の関係を図-6に示す。

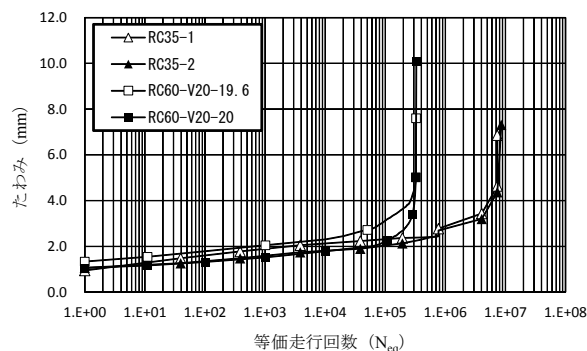
(1) 走行一定荷重による輪荷重走行疲労実験

供試体 RC35-1 のたわみと等価走行回数の関係は図-6(1)より、荷重 80kN で 1 走行後のたわみは 0.95mm である。その後の輪荷重走行に伴い、たわみが緩やかに増加している。たわみが 3mm を超えた付近からたわみの増加が著しくなり、押抜きせん断破壊に至った。破壊時の等価走行回数は 7.347×10^6 回で、たわみは 6.86mm である。また、供試体 RC35-2 の荷重 80kN で 1 走行後のたわみは 1.06mm である。たわみの増加傾向は供試体 RC35-1 と同様である。破壊時の等価走行回数は 8.529×10^6 回で、たわみは 7.31mm である。

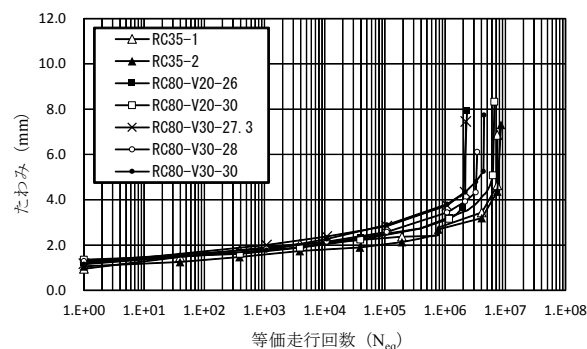
(2) 走行振動荷重による輪荷重走行疲労実験

供試体 RC60-V20-19.6 のたわみと等価走行回数の関係は図-6(1)より、基準荷重 60kN で $\pm 20\%$ の振動荷重で 1 走行後たわみは 1.34mm であり、その後の繰り返し走行でたわみが増加し、3.0mm を超えた付近からたわみが急激に増加し、破壊に至っている。破壊時の等価走行回数は 0.327×10^6 回で、たわみは 7.6mm である。

また、供試体 RC60-V20-20 の荷重 60kN、 $\pm 20\%$ の振動荷重で 1 走行後のたわみは 1.06mm であり、その後の走行でたわみも増加している。破壊時の等価走行回数は 0.328×10^6 回で、たわみは 10.0mm である。これは、コンクリートの圧縮強度が道示に規定する設計基準強度 24N/mm^2 を下回っていることに加え、振動荷重 ($\pm 20\%$)



(1) RC60-V20



(2) RC80-V20, V30

図-6 たわみと等価走行回数の関係

の衝撃の影響を受けたことにより、たわみの増加が著しくなったものと考えられる。

次に、基準荷重 80kN で $\pm 20\%$ の振動荷重によるたわみと等価走行回数の関係は図-6(2)より、供試体 RC80-V20-26 の 1 走行後の初期たわみは 1.25mm である。その後の荷重増加によりたわみも増加している。破壊時の等価走行回数は 2.314×10^6 回で、たわみは 7.95mm である。また、供試体 RC80-V30-30 の初期たわみは 1.36mm である。破壊時の等価走行回数は 6.607×10^6 回で、たわみは 8.32mm である。コンクリートの圧縮強度が設計基準強度を上回っていることから、たわみは緩やかに増加している。

また、基準荷重 80kN で $\pm 30\%$ の振動荷重によるたわみと等価走行回数の関係は図-6(2)より、供試体 RC80-V30-27.3 の 1 走行後の初期たわみは 1.19mm である。その後の荷重増加によりたわみも増加し、破壊時の等価走行回数は 2.215×10^6 回で、たわみは 7.15mm である。また、RC80-V30-28、RC80-V30-30 の初期たわみは 1.29mm、1.16mm である。破壊時の等価走行回数はそれぞれ 3.422×10^6 回、 4.431×10^6 回で、たわみは 6.11mm、7.14mm 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下回る供試体に振動荷重が作用した場合の破壊は、せん断圧縮破壊となることから、たわみが急激に増加し、破壊に至っている。

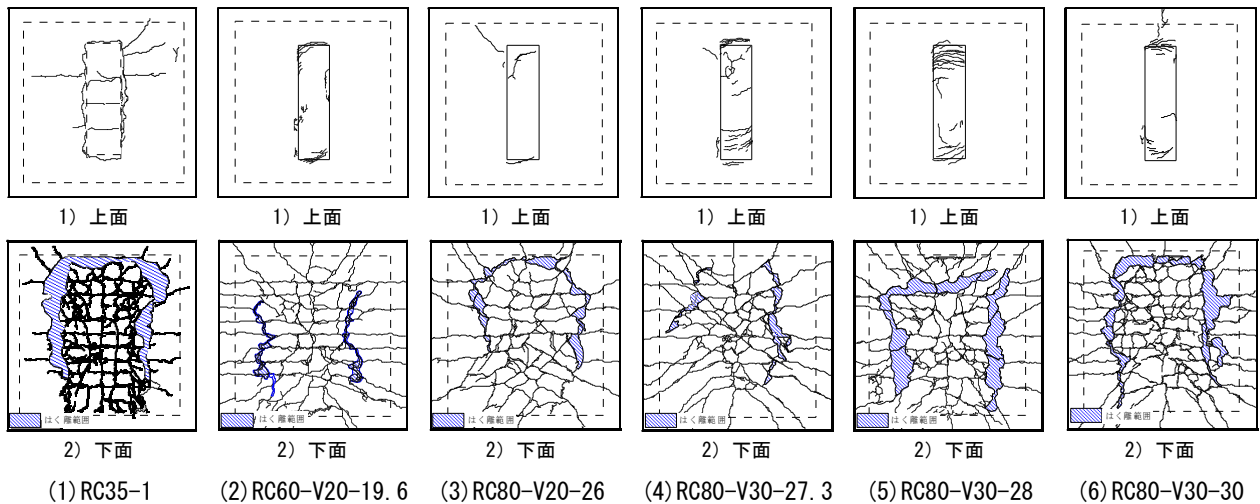


図-7 破壊状況

5.5 破壊状況

本実験の走行一定荷重・走行振動荷重による疲労実験後の破壊時における損傷状況の一例を図-7に示す。

(1) 走行一定荷重による輪荷重走行疲労実験

走行一定荷重による破壊時の供試体下面の損傷状況は図-7(1)に示すように、上面には軸直角方向にひび割れが発生している。また、輪荷重走行位置から約45度で底面は、ダウエルの影響を受け、かぶりコンクリートがはく離している。破壊は輪荷重が走行中に供試体の中央付近で押抜きせん断破壊となった。

(2) 走行振動荷重による輪荷重走行疲労実験

基準荷重 60kN に対して走行振動荷重 V20 における供試体 RC60-V20-19.6 の破壊状況は、図-7(2)に示すように上面にはひび割れが見られない。下面には2方向のひび割れが発生するものの圧縮強度が低いことからせん断圧縮破壊となり、ダウエルの影響によるかぶりコンクリートのはく離も見られない。また、供試体 RC60-V20-20 においても同様に圧縮強度が低いことから、せん断圧縮破壊となり、ダウエルの影響によるはく離は見られない。

次に、基準荷重 80kN に対して振動荷重 V20 の供試体 RC80-V20-26 は図-7(3)に示すように、下縁には2方向のひび割れが発生している。また、道示に規定するコンクリートの設計基準強度を上回っており、2方向のひび割れと同時に、ダウエルの影響によるはく離も見られる。供試体 RC80-V20-30 も同様な破壊状況である。

次に、基準荷重 80kN に対して走行振動荷重 V30 を作用させた供試体 RC80-V30-27.3 は図-7(4)に示すように、走行振動荷重による衝撃により走行面にひび割れが発生している。また、下面には2方向のひび割れが発生し、せん断圧縮破壊となった。次に、供試体 RC80-V20-28, RC80-V20-30 は図-7(5), (6)に示すように、下面にはダウエルの影響によるはく離も見られ

る。よって、RC床版の耐疲労性の評価においては、大型車両の荷重振幅とコンクリート圧縮強度の影響が顕著となる結果が得られた。

6. コンクリート圧縮強度による耐疲労性の評価

本研究は、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、実橋に作用する大型車両の走行状態を再現した走行振動荷重による輪荷重走行疲労実験を行った。走行振動荷重で走行した場合の等価走行回数と圧縮強度の関係を図-8に示す。なお、図-8には文献2)に示す走行一定荷重による等価走行回数と圧縮強度の関係も併記した。

6.1 等価走行回数とコンクリートの圧縮強度の関係

コンクリートの圧縮強度の違いによる等価走行回数は、供試体 RC80-V20-27.3, RC80-V20-28, RC80-V20-30 で比較すると圧縮強度 30.0N/mm² の供試体に比して圧縮強度 27.3N/mm² の供試体の比は 0.50, 圧縮強度 28.0N/mm² の供試体は 0.77 となり、本研究の範囲内では圧縮強度が耐疲労性に大きく影響している結果となった。一方、文献2)に示す、走行一定荷重で疲労実験を行った結果と本研究における走行振動荷重で疲労実験した供試体を比較すると、走行振動荷重による疲労実験の場合が同一圧縮強度の供試体の等価走行回数を下回る結果となった。

以上より、RC床版の耐疲労性の低下にはコンクリートの圧縮強度および走行振動荷重の影響が顕著に現れる結果となった。

6.2 コンクリート圧縮強度が耐疲労性に及ぼす影響

文献2)の走行一定荷重による疲労実験から得られた式(2)²⁾、および本実験の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-9に示す。

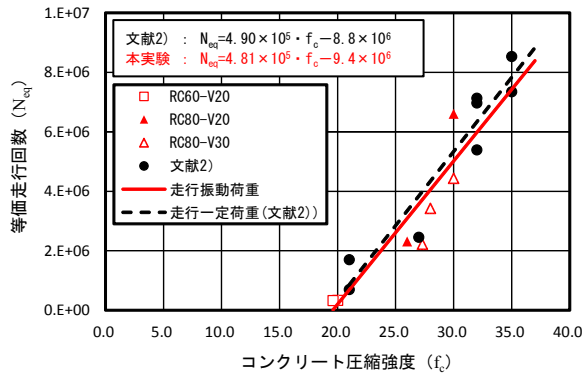


図-8 等価走行回数とコンクリート圧縮強度の関係

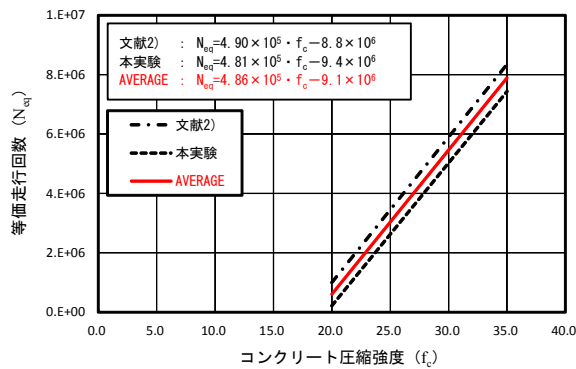


図-9 平均式を適用した近似曲線

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

$$\text{本実験 : } N_{eq} = 4.81 \times 10^5 \cdot f_c - 9.4 \times 10^6 \quad (3)$$

$$\text{平均値 : } N_{eq} = 4.86 \times 10^5 \cdot f_c - 9.1 \times 10^6 \quad (4)$$

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 2.564×10^6 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}) は 0.620×10^6 回であり、24 等価走行回数 (N_{eq24}) に比して約 0.24 倍に低下する結果となった。一方、圧縮強度 $30N/mm^2$ の等価走行回数 (N_{eq}) は 5.480×10^6 回であり、24 等価走行回数 (N_{eq24}) に比して耐疲労性が 2.14 倍に向上する結果となる。

以上より、コンクリートの圧縮強度が道示に示す設計基準強度を下回る RC 床版は、耐疲労性が大幅に減少することから、道路橋 RC 床版の維持管理においては、コア採取等によりコンクリートの圧縮強度を確認した上で、対策を検討する必要があると考えられる。

7. まとめ

(1) 走行一定荷重の供試体に比して走行振動荷重

$\pm 20\%$ 、 $\pm 30\%$ の供試体はともに等価走行回数が大幅に減少する結果が得られた。本実験の変動荷重は伸縮継手の段差量が $20mm$ 程度で発生する荷重条件を考慮した結果であり、これらの段差量を考慮するならば曲げ剛性を高めるために床版厚が必要となる。或いは、土木研究所による荷重分布および包絡線 (図-2) に示すように、段差量が $10mm$ の場合は、荷重変動および軸重量に減衰する距離も短いことから、伸縮継手の段差量を $10mm$ 程度に維持管理する必要があると考えられる。(2)破壊状況は、道示に規定するコンクリート設計基準強度 $24N/mm^2$ を下回る床版は、振動荷重による衝撃の影響で、せん断圧縮破壊となり、早期に破壊に至る結果が得られた。また、設計基準強度以上の強度を有する床版においても振動荷重による衝撃の影響でせん断圧縮破壊となり、耐疲労性は認められない。一方、圧縮強度が $28N/mm^2$ 以上の供試体は、破壊時にダウエルの影響によるかぶりコンクリートの破壊がみられ、押抜きせん断破壊となり、耐疲労性も大幅に向上する結果が得られた。

(3)道示に規定するコンクリートの設計基準強度 $24N/mm^2$ を下回る床版に振動荷重が作用した場合は、早期に破壊に至り、耐疲労性は評価されない。また、基準荷重 $80kN$ に対して、振動荷重 $\pm 30\%$ で輪荷重走行疲労実験を行った供試体は、圧縮強度が $3N/mm^2$ 程度低下することで等価走行回数が大幅に減少する結果が得られた。よって、コンクリート圧縮強度が設計基準強度を下回った床版に振動荷重が作用した場合は、耐疲労性が大きく低下する結果となった。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金(基盤研究(C)課題番号 80060218)の助成を受けて行ったものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I, II, III, 1994.
- 2) 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, pp39-54, 2011.
- 3) 日本道路協会：道路橋補修・補強事例集, 2009.
- 4) 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.
- 5) 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.
- 6) 松井繁之：道路橋床版 設計・施工と維持管理, 森北出版, 2007.