

# 走行荷重載荷実験によるRC床版の耐力と鉄筋ひずみ度からの破壊メカニズム評価

## Experimental Load-Carrying Capacity and Failure Mechanism Valuation from Viewpoint of Strain of Rebars of RC Slabs under Running-Load

木田哲量\*, 阿部 忠\*\*, 澤野利章\*\*\*, 水口和彦\*\*\*\*, 加藤清志\*  
Tadashi ABE, Tetsukazu KIDA, Toshiaki SWANO and Kiyoshi KATO

- \* 工博 日本大学教授 生産工学部土木工学科(〒275-8575 習志野市泉町1-2-1)
- \*\* 日本大学助教授 生産工学部土木工学科(〒275-8575 習志野市泉町1-2-1)
- \*\*\* 工博 日本大学助教授 生産工学部土木工学科(〒275-8575 習志野市泉町1-2-1)
- \*\*\*\* 日本大学大学院生産工学研究科土木工学専攻(〒275-8575 習志野市泉町1-2-1)

RC slabs of steel road bridges suffer the cracking damage due to vibrations resulting from the traffic of heavy vehicles running over expansion joints. To resolve such a problem, the authors have developed a running vibration testing machine that can reproduce the conditions of running heavy vehicles. The present machine is capable of carrying out the various tests under the running vibration loads in addition to the ordinary static loads on the RC slabs. The test results have revealed that the punching shear loading capacity of slab under the running vibration-load decreased by 24 percent that for the static load and that the failure mode of the slabs under the static loads were a pure punching shear failure and that of the running vibration-loads, the punching shear failure accompanying the preceding flexural cracks, respectively.

*Key words* : Running vibration testing system, Running wheel-load, Running vibration-load, Punching shear loading capacity, Failure mechanism

### 1. まえがき

近年、鋼道路橋においても建設事業費縮減を目的とした構造の合理化、省力化が図られている。たとえば、鋼合成桁橋の構造は、多数主桁から少数主桁へ移行させるための技術開発が進められている。少数主桁化への対応策の1つとしては、高耐久性を有する新床版の開発および設計法の確立がある。

一方、道路橋RC床版のひび割れ損傷は、伸縮継ぎ手部の段差や路面の凹凸によって発生する大型自動車の振動の影響、すなわち動的影響も原因の1つであると考えられる。しかし、車両の動的影響が及ぼすRC床版の破壊機構の解明に必要な走行振動荷重を作用させる実験装置が開発されておらず、この種の荷重による実験研究はほとんど行われていないのが現状である。

そこで本研究では、道路橋に作用する大型車両と同様な輪荷重が常時走行、あるいは輪荷重が振動しながら連続走行する状態を再現させる「走行振動試験装置(2号機)」の開発・製作を行い、RC版を用いて走行荷重および走行振動荷重載荷実験を行い、押し抜きせん断耐力、破壊メカニズムについて検証した。

### 2. 道路橋に作用する変動荷重

独立行政法人土木研究所では、大型自動車が伸縮継ぎ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が行われ、その研究成果が報告されて

いる<sup>1)</sup>。

文献<sup>1)</sup>では、総重量205.8kN (21tf)の3軸ダンブトラックが伸縮継ぎ手部を通過する時に発生する中軸・後軸の荷重変動についての実験結果を図-1のように示している。この結果によれば、3軸ダンブトラックの荷重変動は橋梁の入口と出口付近で軸重量に対して $\pm 45 \sim \pm 48\%$ 程度生じていることから、段差部通過後の床版には大きな荷重変動が作用することになる。したがって、鋼橋RC床版の長寿命化を図るためにも伸縮継ぎ手の段差によって発生する荷重変動、すなわち、走行振動荷重による実験を行い、動的影響を受ける鋼橋RC床版の耐力、破壊メカニズムの解明が必要である。

### 3. 鋼道路橋RC床版の損傷状況

既存RC床版の破損状況やRC床版の疲労試験結果<sup>2), 3)</sup>

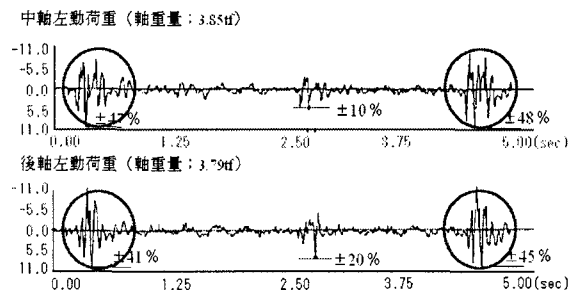


図-1 大型車両の荷重変動<sup>1)</sup>

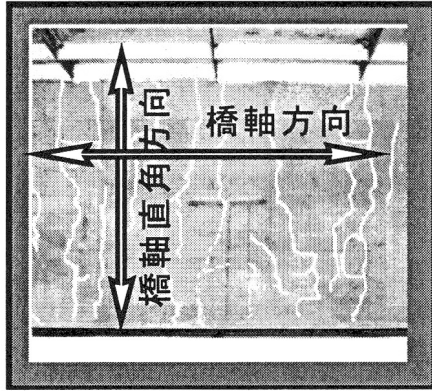


図-2 実橋RC床版のひび割れ状況

によると、道路橋のRC床版の損傷原因および損傷状況は、大型車両の交通量の増大や過積載などにより橋軸直角方向に曲げひび割れが発生し、さらに荷重の繰り返しにより最終的には陥没に至っている。ここで、実橋のひび割れ損傷状況の一例を図-2示す。図-2は、走行レーンの入口付近のひび割れ損傷であり、伸縮継ぎ手部を通過する時の走行振動の影響、すなわち、荷重変動が最も大きい位置が伸縮継手部であることを示している。

#### 4. 走行振動試験装置の概要および仕様

##### 4.1 既往の実験装置

現在までに諸大学・研究機関で開発された大型自動車の走行を再現する試験装置における輪荷重の移動方法は、クランク式と自走式に分類される。クランク式には、大阪大学の松井<sup>4)</sup>らが開発した輪荷重走行試験装置、土木研究所<sup>5)</sup>の輪荷重走行試験機、日本道路公団<sup>6)</sup>の移動載荷疲労試験機などがある。また自走式には、大阪工業大学<sup>7)</sup>、大阪市立大学<sup>8)</sup>の輪荷重移動載荷装置などがある。これらの試験装置は、荷重載荷部が水平方向へ往復走行する方式であり、いずれも一定荷重で走行するものである。これらの実験装置に比して、本走行振動試験装置では、伸縮継ぎ手の段差や路面の凹凸により発生する走行振動や荷重変動を作用させることができることに特徴がある。走行振動荷重や振動荷重の載荷は、油圧サーボを用いて制御することから、車輪を走行させる方法は油圧ホースが往復運動に耐え得ることができない。したがって、本試験装置は荷重載荷装置を固定方式とし、供試体を設置した台車を往復移動させて、走行荷重を与える方法を採用した。

##### 4.2 走行振動試験装置の概要

走行振動試験装置は、鋼製反力フレームのはりに鋼製の車輪を取り付けた油圧式の振動疲労試験機を固定し、供試体を設置した台車をモーターとクランクアームにより水平方向へ往復運動させて車輪の走行状態を再現するものである。すなわち本試験装置は、①鉛直方向の荷重載荷装置、②供試体を設置する台車、③台車を水平方向へ往復運動させる装置より構成されている。走行振動試験装置を図-3に示す。

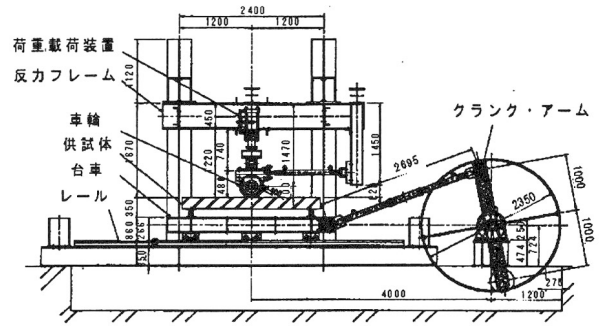


図-3 走行振動試験装置

#### 4.3 走行振動試験装置の仕様

本試験装置は、鉛直方向の載荷装置と水平方向の移動装置の組み合わせにより、実橋に作用する自動車輪荷重を再現させるものである。それぞれの仕様は次のとおりである。

##### (1) 鉛直方向(荷重載荷装置)

荷重載荷装置は振動試験装置に鋼製の車輪(直径40cm、幅25cm)を取り付けた装置である。鉛直方向の荷重は静的荷重と振動荷重を作用させることができる。鉛直方向の試験装置の仕様を表-1に示す。

##### (2) 水平方向(荷重移動装置)

本走行振動試験装置では、台車をクランクアームによって水平方向に往復運動させることにより、走行する状態を再現する。台車は鋼製の車輪を片側に6個(1個/100kN)有し、レール上を走行するものであり、走行範囲は最大200cm、最小50cmである。また、台車に設置できる供試体の最大寸法は、軸方向が200cm、軸直角方向が140cmであり、RC・PC版およびはり部材の実験が可能である。なお、台車の最大積載重量は300kNである。水平方向の仕様を表-2に示す。

#### 5. 走行荷重が作用するRC版の実験耐力および破壊メカニズム

##### 5.1 供試体の材料および寸法

##### (1) 使用材料

供試体のコンクリートには普通ポルトランドセメント、粗骨材は栃木県栗野町産の最大寸法20mmを使用した。また、鉄筋はSD295A、D10を使用した。コンクリー

表-1 鉛直方向(荷重載荷装置)の仕様

| 項目    | 仕様                                    |
|-------|---------------------------------------|
| 載荷方法  | 油圧サーボ                                 |
| 荷重種類  | 圧縮、引張、圧縮+引張                           |
| 試験方法  | 静的試験、疲労試験、走行試験                        |
| 最大荷重  | 静的負荷能力 最大 300kN<br>動的負荷能力 最大±200kN    |
| 信号波形  | 正弦波、矩形波、三角波                           |
| 振動周波数 | 正弦波 0.01~10.0Hz<br>矩形波、三角波 0.01~1.0Hz |
| ストローク | ±75 mm                                |
| 車輪寸法  | 幅 25cm、直径40cmの鋼製                      |

表-2 水平方向(荷重移動装置)の仕様

| 項目   | 仕様    |  |
|------|-------|--|
| 台    | 載荷荷重  | 最大300kN                                |
|      | レール   | 30 K                                   |
|      | 移動速度  | 3cm/sec~200cm/sec                      |
| 車    | 支点間寸法 | 台車軸方向 50cm~200cm<br>台車軸直角方向 50cm~140cm |
|      | モーター  | ブレーキ付き30kw,<br>減速比 1/70                |
| 駆動装置 | 回転速度  | インバータ(日立J300)制御                        |
|      | クランク長 | 最大100cm~最小25cm (5cm単位)                 |
|      | アーム長  | 260cm±10cm                             |
|      | 走行範囲  | ±100cm(200cm)~±25cm(50cm)              |

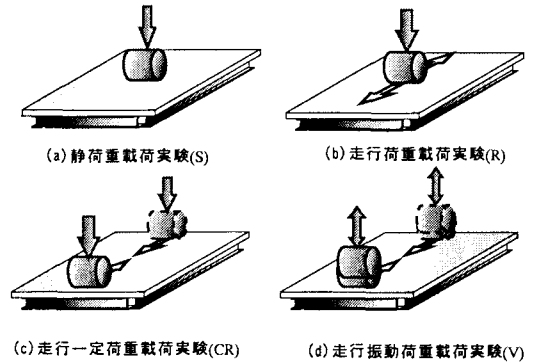


図-5 実験方法

トの圧縮強度は30.0N/mm<sup>2</sup>, 鉄筋の降伏強度は370N/mm<sup>2</sup>である。

(2) 供試体寸法および鉄筋の配置

供試体の支間長は100cmとし, 供試体の張り出し部は12.5cmとし, 全長125cmとする。

鉄筋は, 軸直角方向にD10を10cm間隔で有効高さd=7.5cmとし, 軸方向筋はD10を15cm間隔で有効高さd=6.5cmとした。供試体の寸法および鉄筋の配置を図-4に示す。

(3) 計測位置

本実験では, 供試体中央のたわみを静荷重の場合は静的に測定し, 走行一定荷重および走行振動荷重の場合は動的に計測する。たわみ測定位置を図-4に併記した。

5.2 実験方法および荷重状態<sup>9)~11)</sup>

供試体の支持条件は, 浮き上がり防止を設けない4辺単純支持とした。その支点反力材は, 長さ90cmのH形鋼材の上に直径5cmの鋼棒を溶接し, 局部損傷を防ぐため, その上に幅7cmの鋼板を用いた。荷重載荷は, 直径40cm, 幅25cmの輪荷重を用いる。なお, 支持状態を図-4に併記し, 実験方法を図-5に示した。

(1) 静荷重載荷実験 (Static load ; (S))

静荷重載荷実験は図-5(a)に示すように, RC版の

中央に車輪を停止した状態で荷重を載荷する。荷重の大きさは5.0kNずつ増加する段階載荷とした。

(2) 走行荷重載荷実験 (Running load ; (R))

走行荷重載荷実験は図-5(b)に示すように, 走行荷重が作用した場合に最も耐力低下の著しい支間中央から両支点方向へ1往復走行させて元の支間中央で車輪を停止させた実験である。まず, RC版の中央に車輪を停止させ, 軸方向に±50cm走行させた後に元の支間中央で車輪を停止させて, 変位が静止した状態でたわみを計測する。走行速度は1往復2.0mを9secで走行する0.22m/sとした。荷重は, 1走行ごとに5.0kNずつ増加する段階載荷とした。

(3) 走行一定荷重載荷実験 (Constant running-load ; (CR))

走行一定荷重載荷実験は図-5(c)に示すように供試体の支点Aに車輪を載荷し, 支点Aから支点Bを折り返す1往復を走行させ, 走行開始から走行終了までたわみを動的に計測する実験である。

走行速度は1往復2.0mを9.0secで走行する0.22m/sとした。走行一定荷重は, 1走行ごとに5.0kNずつ増加する段階載荷とする。

(4) 走行振動荷重載荷実験 (Running vibration load ; (V))

走行振動荷重載荷実験は図-5(d)に示すように, 走行方法および速度は走行一定荷重の場合と同様で振動荷重を載荷させて支点Aから支点Bを0.22m/sで折り返す1往復を走行させる実験である。

次に, 荷重振幅は, 図-1に示したタンデム式のダンプロックが伸縮継ぎ手を通した時に発生する荷重変動の振幅をモデルとして, 基準荷重に対して±10%, ±20%, ±30%とした。また, 振動数は変動荷重を与える

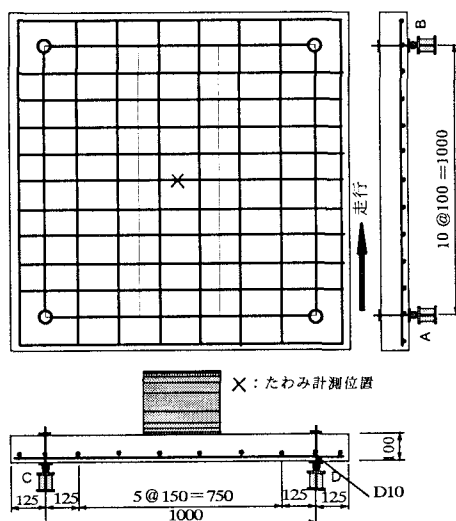


図-4 供試体寸法および鉄筋の配置

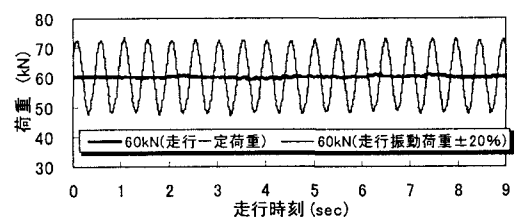


図-6 振動荷重と変動荷重の状態

表-3 最大耐力および破壊モード

| 供試体       | 実験耐力(kN)     | 平均耐力(kN) | 耐力比<br>R or CR, V/S | 耐力比<br>V/CR | 理論耐力  | 実験値<br>理論値 | 破壊モード          |
|-----------|--------------|----------|---------------------|-------------|-------|------------|----------------|
| RCS-S1    | 119.8        | 124.8    | —                   | —           | 119.7 | 1.04       | 押し抜きせん断破壊      |
| RCS-S2    | 129.7        |          |                     |             |       |            |                |
| RCS-R1    | 94.4         | 92.1     | 0.74                | —           |       | 0.77       | 曲げ卓越型押し抜きせん断破壊 |
| RCS-R2    | 89.8         |          |                     |             |       |            |                |
| RCS-CR1   | 108.5        | 105.6    | 0.85                | —           |       | 0.88       | 曲げ卓越型押し抜きせん断破壊 |
| RCS-CR2   | 102.7        |          |                     |             |       |            |                |
| RCS-V20-1 | 108.6 ~ 79.1 | 105.3    | 0.84                | 1.00        |       | 0.88       | 曲げ卓越型押し抜きせん断破壊 |
| RCS-V20-2 | 102.0 ~ 69.2 |          |                     |             |       |            |                |
| RCS-V30-1 | 97.1 ~ 53.6  | 100.8    | 0.81                | 0.95        |       | 0.84       | 曲げ卓越型押し抜きせん断破壊 |
| RCS-V30-2 | 104.5 ~ 56.2 |          |                     |             |       |            |                |

※ RCS:RC版、S:静荷重、R:走行荷重、1:供試体番号、CR:走行一定荷重、V20:±20%の走行振動荷重(30:±30%)

実橋の波数を本供試体の支間長に換算し、荷重の走行時間との関係から1.0Hzとし、正弦波形による片振り荷重載荷とする。ここで、本実験における振動荷重±20%の場合の荷重状態を図-6に示す。

### 5.3 押し抜きせん断耐力

#### (1) 押し抜きせん断耐方式

本実験の最大耐力を表-3に示す。本実験における最大耐力とは、走行1往復を維持した荷重の最大値とする。

理論押し抜きせん断耐力は、式(1)に示す土木学会式<sup>12)</sup>より算出した。

$$V_{us} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_r \cdot f_{pcd} \cdot u_p \cdot d / \gamma_b \quad (1)$$

ただし、

$$\beta_d = \sqrt[4]{1/d}$$

$$\beta_p = \sqrt[3]{100p_w} : p_w = A_s / (b \cdot d)$$

$$\beta_r = 1 + 1 / (1 + 0.25u/d)$$

$$f_{pcd} = 0.20 \sqrt{f_{cd}}$$

ここで、 $\beta_d$ :寸法効果の係数、 $\beta_r$ :載荷板周長の影響を表す係数、 $\beta_p$ :鉄筋比の影響を表す係数、 $f_{pcd}$ :コンクリートの強度の影響を表す係数、 $f_{cd}$ :コンクリートの設計圧縮強度、 $u_p$ :載荷板からd/2離れた断面周長、 $u$ :載荷面の周長、 $d$ :有効高さ、 $\gamma_b$ :部材係数(1.0)

なお、本実験の理論押し抜きせん断耐方式(式(1))における寸法効果の係数 $\beta_d$ は1.5を超えることから、 $\beta_d = 1.5$ とした。

#### (2) 静荷重載荷と走行・走行一定荷重の場合

静荷重の場合の平均耐力は124.8kNであり、走行荷重の場合が92.1kNである。静荷重の場合と走行荷重の場合の耐力比(R/S)は0.74で、走行荷重の場合が24%耐力が低下した。また、走行一定荷重の場合の平均耐力は105.6kNであり、静荷重と走行一定荷重の耐力比CR/Sは0.85となり、走行一定荷重の場合が15%耐力が低下した。走行荷重の場合には支間中央から走行させて元の支間中央で停止して静的試験を行ったものであり、走行一定荷重の場合には支点間を連続走行させた場合の動的試験であり、耐力の低下は荷重走行後の静的試験、すなわち走行荷重の場合が著しい結果となった。

#### (3) 走行一定荷重と走行振動荷重の場合

走行一定荷重と走行振動荷重の場合の平均最大耐力を比較すると、走行一定荷重の場合105.6kN、走行振動荷重の場合の上限荷重は荷重振幅±20%の場合で105.3kNであり、その耐力比(V/CR)は1.04となり、ほぼ近似している。しかし、荷重振幅±30%の場合では100.8kNとなり、走行一定荷重との耐力比は0.95となり、5%耐力が低下した。

#### (4) 実験耐力と理論耐力の比較

コンクリート標準示方書(構造性能照査編, 2002年)<sup>12)</sup>による押し抜きせん断耐力、すなわち最大耐力と比較すると、静荷重の場合は近似した結果を得た。しかし、走行一定荷重の場合との比(実験値/理論値)は0.88となり、わずかであるが危険側となった。また、走行振動荷重の場合の荷重振幅±20%の場合の比は0.88、荷重振幅±30%の場合の比は0.81となり、大幅に下回った。

したがって、走行荷重載荷の場合の押し抜きせん断耐力の算出においては、RC床版の破壊状況から、載荷板周長の影響を検討する必要があると思われる。

### 5.4 床版中央における鉄筋ひずみ

荷重と鉄筋の関係を図-7に示した。

#### (1) 静荷重載荷の場合

軸直角方向の鉄筋ひずみを示す図-7(1)から、静荷重の場合の降伏荷重は供試体RCS-S1で105kN、RCS-S2が115kNであり、降伏平均荷重は107.5kNである。終局時の鉄筋ひずみは約 $2800 \times 10^{-6}$ となり、その後の荷重増加で押し抜きせん断破壊となった。

また、軸方向の鉄筋ひずみを示す図-7(2)から、静荷重の場合には荷重92.5kNで降伏し、終局時の鉄筋ひずみはRCS-S1、S2で、それぞれ $6500 \times 10^{-6}$ 、 $8500 \times 10^{-6}$ となり、破壊に至っている。

したがって、静荷重の場合には軸直角方向および軸方向ともに、鉄筋の引張ひずみが急激に増加すること無く破壊となった。

#### (2) 走行荷重載荷の場合

走行荷重の場合の軸直角方向の鉄筋ひずみを示す図-7(1)から、RCS-R1、R2ともに鉄筋の降伏荷重は80.0kNであり、終局時の鉄筋ひずみはそれぞれ $2800 \times 10^{-6}$ 、

2600×10<sup>6</sup>である。その後の荷重増加で押し抜きせん断破壊となった。

また、軸方向鉄筋ひずみを示す図-7(2)から、塑性域でひずみが急激に増加し、終局ひずみはRCS-R1, R2でそれぞれ8700×10<sup>6</sup>, 6800×10<sup>6</sup>である。走行荷重の場合は貫通ひび割れによって版ははり状化することから、ひずみが急激に増加したものである。

### (3) 走行一定荷重の場合

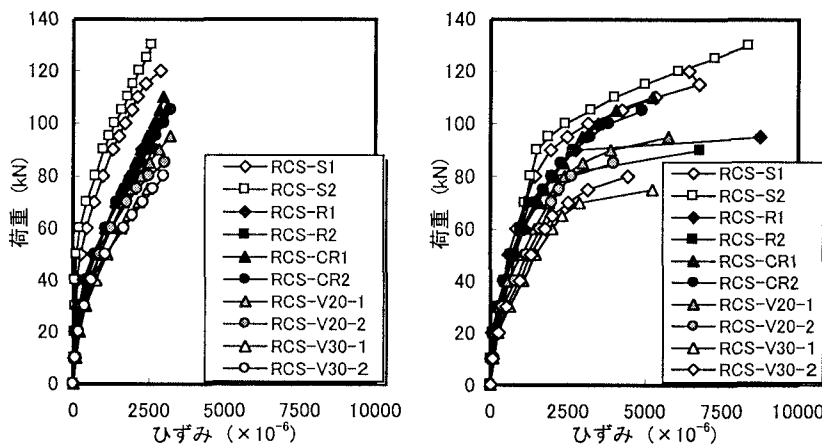
走行一定荷重の場合の軸直角方向の鉄筋のひずみを示す図-7(1)から、鉄筋の降伏荷重は供試体RCS-CR1, 2ともに85kNである。その後の荷重の増加に対しては耐力を維持しながらひずみが上昇し、終局時のひずみは、それぞれ2900×10<sup>6</sup>, 3200×10<sup>6</sup>となり、押し抜きせん断破壊となった。

また、軸方向鉄筋のひずみを示す図-7(2)から、走行一定荷重の場合には供試体RCS-CR1, 2ともに荷重80.0kNで降伏している。塑性域でも耐力を維持しながらひずみが増上し、終局時のひずみはRCS-CR1, 2で、それぞれ5200×10<sup>6</sup>, 4900×10<sup>6</sup>となり、曲げ破壊を示した。

### (4) 走行振動荷重の場合

走行振動荷重±20%の場合の主鉄筋の降伏荷重は供試体RCS-V20-1, 2ともに75.0kNであり、終局時のひずみはそれぞれ3200×10<sup>6</sup>, 2400×10<sup>6</sup>である。また、走行振動荷重±30%の場合の降伏荷重はRCS-V30-1が70kN, RCS-V30-2が65kNであり、終局時のひずみはそれぞれ2400×10<sup>6</sup>, 3000×10<sup>6</sup>である。その後の荷重増加で押し抜きせん断破壊となった。いずれも鉄筋が降伏した後の荷重増加でも急激なひずみの増加はみられない。

次に、走行振動荷重±20%の場合の配力筋の降伏荷重は供試体RCS-V20-1, 2ともに70.0kNであり、終局時の



(1) 軸直角筋方向の鉄筋

(2) 軸方向の鉄筋

図-7 荷重とひずみの関係

ひずみはそれぞれ5700×10<sup>6</sup>, 4000×10<sup>6</sup>である。また、走行振動荷重±30%の場合の降伏荷重はRCS-V30-1が60kN, RCS-V30-2が65kNであり、終局時のひずみはそれぞれ5200×10<sup>6</sup>, 4400×10<sup>6</sup>であり、その後の荷重増加で押し抜きせん断破壊となった。いずれも鉄筋が降伏した後の荷重増加でも急激なひずみの増加はみられない。

### 5.5 破壊状況

本実験の静荷重載荷実験、走行一定荷重および走行振動荷重による破壊後のひび割れ状況を図-8に示す。また、供試体の中央を軸直角方向(断面a-a)と軸方向(断面b-b)のひび割れ状況も併せて図-8に示した。

#### (1) 静荷重載荷の場合

図-8(a)に示すように、供試体RCS-S1, S2ともに車輪の接触面は25cm×4cmであるが、降伏線の影響によって25×25cmで押し抜かれている。また、版下面は降伏線方向にひび割れが発生し、コンクリートがはく離している。

次に、軸直角方向(断面a-a)および軸方向(断面b-b)

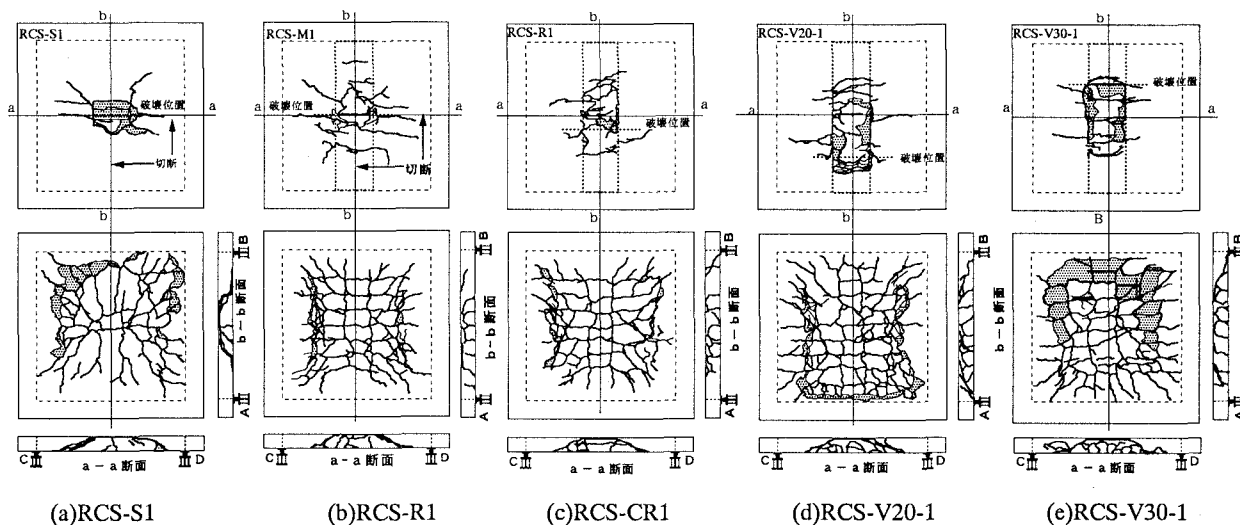


図-8 RC版のひび割れ状況

断面は、供試体RCS-1, 2ともに $35^{\circ} \sim 50^{\circ}$ のせん断破壊面を形成し、破壊モードは押し抜きせん断破壊となった。

### (2) 走行荷重載荷の場合

図-8(b)に示すように、版下面のひび割れは軸方向に10cm間隔、軸直角には15cm間隔で発生し、格子状を形成している。このひび割れ状況は、図-2に示した実橋のRC床版の損傷状況と同一形状を示している。

次に、断面a-aは静荷重と同様に、約 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の拡がりを持つせん断破壊形状を示し、ダウエル効果によるはく離も生じている。しかし、断面b-bは下縁に発生したひび割れが上縁まで伸展し、はり状化を呈している。したがって、走行荷重の場合には、軸直角方向はせん断破壊であり、軸方向は曲げ引張破壊である。すなわち、曲げ卓越型押し抜きせん断破壊となった。

### (3) 走行一定荷重載荷場合

図-8(c)に示すように、版下面にはひび割れが軸方向に10cm間隔、軸方向には15cm間隔で発生し、格子状を形成している。次に、断面a-aは、車輪直下から約 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の拡がりを持つせん断破壊面を形成している。また、断面b-bは曲げ卓越型のひび割れ形状を示している。したがって、破壊モードは曲げ卓越型の押し抜きせん断破壊となった。

### (4) 走行振動荷重載荷実験

図-8(d)に示すように、荷重振幅 $\pm 20\%$ の場合の版下面には走行振動の影響により格子状のひび割れと降伏線方向に沿ったひび割れにより著しくひびわれが発生している。断面a-aはせん断破壊を形成し、断面b-bも支間中央付近は曲げの影響によるひび割れが発生している。

荷重振幅 $\pm 30\%$ の場合は、衝撃の影響が破壊面に顕著に現れ、供試体はコンクリートのはく離が激しく、主鉄筋と配筋筋が露出している。破壊モードは一定荷重の場合と同様に曲げ卓越型の押し抜きせん断破壊となった。

## 6. まとめ

走行振動試験装置を用いたRC床版に走行振動荷重による実験から、次の結論を得た。

①本走行振動試験装置は、移動荷重による実験、走行一定荷重による実験、走行振動荷重による実験が効率よく、かつ、精度よく実施可能である。

②本試験装置における振動荷重は、正弦波形はもとより、実橋の動的実験による応答波形を入力した実験も可能である。

③RC床版の実験押し抜きせん断耐力は、静荷重に比して走行荷重載荷の場合が24%耐力が減少した。また、走行一定荷重、走行振動荷重の場合で、それぞれ10%、15%の耐力が低下する結果となった。

④本実験の押し抜きせん断耐力と土木学会式による押し抜きせん断耐力を比較すると、静荷重の場合は近似したが、走行一定荷重および走行振動荷重の場合には、全て実

験値が理論値を下回った。

⑤破壊モードは、静荷重が作用した場合には押し抜きせん断破壊となるが、走行一定荷重および走行振動荷重の場合は、鉄筋ひずみおよびひび割れ状況からして、曲げ卓越型の押し抜きせん断破壊となった。

⑥本実験装置の特長である走行振動荷重による実験をRCはり部材を対象に行った結果と従来の走行一定荷重による実験結果と比較すると、耐力の低下、破壊状況などに明らかに異なった知見が得られた。したがって、本実験装置の有益性が実証され、かつ、走行振動の影響によるRC床版の損傷問題解決に大きく寄与するものと考えられる。

## 参考文献

1) 設省土木研究所構造研究室：橋梁の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.2258，1985.12.

2) 川口昌宏，川口 隆，原田浩二，高橋三雅：模型橋梁床版の疲労実験と余寿命診断の試み，土木学会論文集第380号/I-7，1987.4.

3) 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論文集，Vol.9, No. 2, pp. 677~632, 1987.

4) 松井繁之，前田幸雄：動的移動載荷による道路橋RC床版の疲労に関する研究，土木学会年第48回次講演会，pp.465~466, 1983.

5) 内田賢一，西川和廣，神田昌幸：輪荷重走行試験装置による道路橋床版の疲労試験，土木学会第51回年次学術講演会，pp.998~999, 1996.

6) 日本道路公団試験研究所：移動載荷試験機，日本道路公団資料，1996.

7) 柳原英雄，杉井謙一，堀川都志雄，干川達也，中井博：長支間I形鋼格子床版の輪荷重走行試験による疲労特性，第1回鋼床版シンポジウム講演論文集，土木学会，Nov.1998, pp.195~200.1998.10.

8) 園田恵一郎，今井，堀川都志雄，船越博行：輪荷重の反復下でのRC床版の挙動，第6回コンクリート工学年次講演会論文集，pp. 649-652, 1984.

9) T. Abe, T. Sawano, T. Kida, M. Hoshino and K. Kato: Flexural Load-Carrying Capacity and Dynamic Effects of RC Beam due to Running Vibration Load, Materials Science Research International, Vol. 6, No.2, pp. 96-103, 2000.

10) T. Abe, T. Kida, T. Sawano and M. Tsubomatsu: Effect of Running Load on Flexural Load-Carrying Capacity of Reinforced Concrete Beams and Dynamic Effects, Transactions of the Japan Concrete Institute, Vol.22, pp.345-352, 2000.

11) 阿部 忠，木田哲量，澤野利章，星埜正明，加藤清志：走行荷重および変動荷重を受けるRCはりの耐荷力と動的影響，構造工学論文集，Vol.47A, pp.313~320, 2001.4.

12) 土木学会，コンクリート標準示方書（構造性能照査編），2002.3.