

2タイプの鋼板格子筋を用いたRC床版の下面増厚補強法における補強効果に関する研究

日本大学大学院 学生会員 ○及川裕介 日本大学 正会員 阿部 忠, 水口和彦
JFE シンビル(株) 正会員 塩田啓介, 今野雄介

1. はじめに

高度経済成長期に建設された道路橋 RC 床版は、かぶり不足や鉄筋の発錆によりかぶりコンクリートのはく落など、床版下面の損傷の事例が報告され、その補強対策が重要な課題となっている。下面損傷における補強法として、引張補強材を配置してポリマーセメントモルタル吹付けによる下面増厚補強（以下、PCM 下面増厚補強とする）が実施されており、下面増厚補強における引張材には鉄筋や FRP 格子筋、新たに 2 タイプの鋼板格子筋が開発され、施工の合理化・省力化が図られている。そこで本研究では、引張補強材にワイヤーメッシュおよび 2 タイプの鋼板格子筋を配置した PCM 下面増厚補強法における補強効果を検証し、2 タイプの鋼板格子筋を用いた PCM 下面増厚補強法の実用性を評価する。

2. 使用材料および供試体寸法

2.1 使用材料

(1) RC床版供試体 RC 床版供試体および下面増厚補強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 から 20mm の砕石を使用する。鉄筋には SD295A, D10 を用い、鉄筋の降伏強度 368N/mm^2 、引張強度 516N/mm^2 である。なお、実験時におけるコンクリート圧縮強度は 35N/mm^2 である。

(2) ワイヤーメッシュ ワイヤーメッシュには $\phi 5\text{mm}$ 、格子間隔 $75 \times 75\text{mm}$ を用いる。ここで、各引張補強材の材料特性値を表-1 に示す。ワイヤーメッシュを用いた供試体名称を RC-W とする。

(3) 鋼板格子筋 鋼板格子筋には厚さ 4.5mm の材質 SS400 の縞鋼板を用い、寸法および形状を図-1 に示す。展張格子鋼板筋（図-1(1)）の製作は、縞鋼板にレーザでスリットを挿入し、ジャッキで展張する。本供試体には格子間隔 $75 \times 75\text{mm}$ となるように展張したものをを用いる。展張格子鋼板筋を用いた供試体名称を RC-ES とする。

次に、格子鋼板筋（図-1(2)）は、縞鋼板にレーザで直接格子状に切断する。寸法は、厚さ 4.5mm、格子間隔 $75 \times 75\text{mm}$ の格子状に面加工する。格子鋼板筋を用いた供試体名称を RC-S とする。

(4) PCM 一般に吹付け工法に用いられているビニロン繊維を配合した市販のセメントモルタルを用いる。なお、実験時における圧縮強度は 51.9N/mm^2 である。

2.2 供試体寸法

(1) RC床版供試体 供試体寸法は、2002 年改訂の道路

表-1 各引張補強材ごとの材料特性値

供試体	降伏強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	弾性係数 (kN/mm^2)	断面積 (mm^2)	本数	引張剛性 ($\text{kN}\cdot\text{m}$)
ワイヤーメッシュ	—	592	200	19.62	15	58.86
展張格子鋼板筋	339	441		18	14	50.40
格子鋼板筋	338	451		18	15	54.00
規格値	245以上	400以上		—	—	—

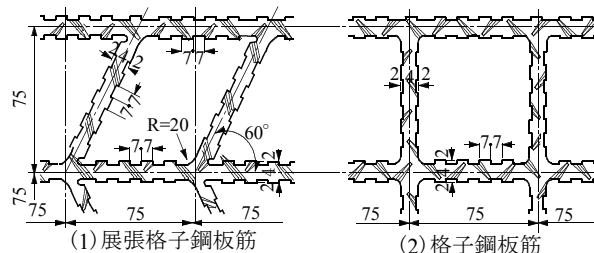


図-1 鋼板格子筋の寸法

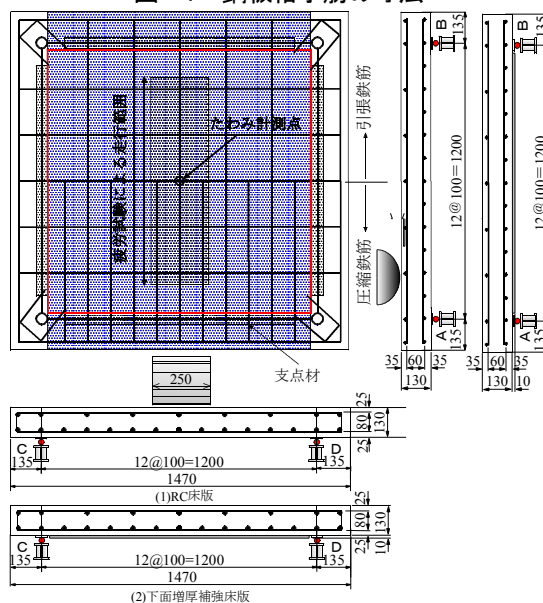


図-2 供試体寸法および補強手順

橋示方書・同解説¹⁾の規定に準拠し、1/2 モデルとする。よって、供試体の寸法は、全長 1,470mm、床版厚 130mm とする。鉄筋は複鉄筋配置とし主鉄筋に D10 を 100mm 間隔で配置する。また、圧縮側には引張鉄筋量の 1/2 を配置する。ここで供試体寸法を図-2(1)に示し、無補強の RC 床版供試体の名称を RC-1 とする。

(2) 下面増厚補強床版供試体 補強床版供試体の寸法は、RC 床版供試体寸法と同様である。下面増厚部の寸法は、支間内側の $1,100 \times 1,100 \times 15\text{mm}$ とし、25mm 増厚する。端部は 10mm 増厚する。また、曲げ抵抗高めるために増厚界面から 10mm の位置に引張材を配置した。ここで、補強材の配置位置および寸法を図-2(2)に示す。

キーワード：RC 床版，下面増厚補強法，展張格子鋼板筋，格子鋼板筋，疲労実験

連絡先 〒275-8575 習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL 047-474-2459

2.3 PCM補強法

RC 床版に 2 タイプの鋼板格子筋を用いた PCM 下面増厚補強法は、「ポリマーセメントモルタル吹付け工法によるコンクリート構造物の補修補強 設計・施工マニュアル(案)³⁾」に準拠して製作する。

3. 実験方法および等価走行回数

(1) 実験方法 輪荷重走行疲労実験による下面増厚補強法の耐疲労性の評価は、20,000 回ごとに荷重を増加する段階荷重载荷とする。実験では初期走加行荷重を 80kN とし、20,000 回走行ごとに荷重を 20kN 増加し、破壊するまで荷重増加と走行を行なう。

(2) 等価走行回数の算定方法 本実験では荷重を増加する段階荷重载荷としたことから、マイナー則に従うと仮定すると式(1)で与えられる。式(1)に適用する S-N 曲線の傾きの逆数 m には、松井らが提案する RC 床版の S-N 曲線の傾きの逆数 12.7 を適用する³⁾。

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

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）

4. 実験結果および考察

4.1 等価走行回数による比較

本実験における等価走行回数を表-2 に示す。RC 床版供試体 RC-1 の等価走行回数 N_{eq} は 7.35×10^6 回であり、この等価走行回数を基準に補強効果を検証する。

供試体 RC-W, RC-ES, RC-S の等価走行回数はそれぞれ 46.85×10^6 回、 42.40×10^6 回、 51.07×10^6 回であり、供試体 RC-1 に比して 6.0 倍、5.4 倍、6.6 倍の補強効果である。また、展張格子鋼板筋を用いた供試体 RC-ES の等価走行回数がワイヤーメッシュを用いた供試体 RC-W に比して 90%程度となった。これは表-2 に示す引張剛性の差による影響と考えられる。

4.2 たわみと等価走行回数による比較

たわみと等価走行回数の関係を図-3 に示す。供試体 RC-1 のたわみ 3mm を超えた付近から著しく増加し、破壊に至っている。たわみが 3mm に達した時点での等価走行回数は 2.22×10^6 回であり、この等価走行回数を基準に耐疲労性を評価する。

供試体 RC-W, RC-ES, RC-S におけるたわみ 3mm 時の等価走行回数はそれぞれ 13.90×10^6 回、 11.21×10^6 回、 21.50×10^6 回であり、供試体 RC-1 に比して 6.3 倍、5.0 倍、9.7 倍となっており、たわみの増加が抑制されている。以上のことから、鋼板格子筋を配置した場合において、ワイヤーメッシュを用いた供試体と同様以上の補強効果が得られている。

4.3 破壊状況

本実験では、すべての供試体は押抜きせん断破壊とな

表-2 等価走行回数の比較

供試体	荷 重			等価走行回数 合計	走行 回数比
	80 kN	100 kN	120 kN		
RC-1	772,240	7,008,798		7,781,038	—
RC-W	772,240	13,137,391	32,943,814	46,853,445	6.0
RC-ES	772,240	13,137,391	28,485,653	42,395,284	5.4
RC-S	772,240	13,137,391	37,155,778	51,065,409	6.6

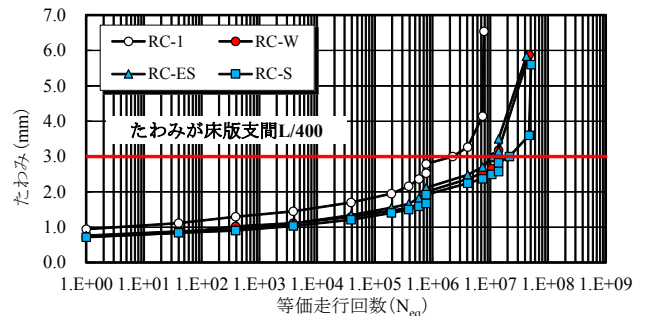


図-3 たわみと等価走行回数の関係

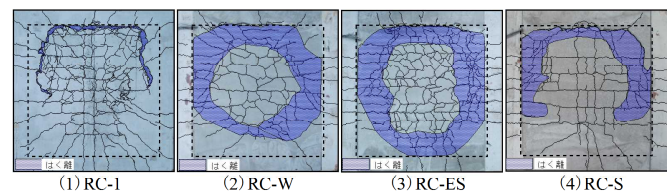


図-4 破壊状況

った。破壊時における床版下面の破壊状況を図-4 に示す。供試体 RC-1 の下面損傷は図-4(1)に示すように 2 方向ひび割れが発生し、格子状を形成している。供試体 RC-W は図-4(2)に示すように 2 方向ひび割れが発生し、押抜きせん断破壊に伴うはく離が見られる。供試体 RC-ES, RC-S は図-4(3), (4)に示すように配置した補強筋に沿ってひび割れが発生しており、押抜きせん断破壊に伴うはく離が見られる。

5. まとめ

(1) 展張格子鋼板筋、格子鋼板筋を配置して下面増厚補強した供試体は、5.4 倍、6.6 倍の補強効果が得られた。よって、鋼板格子筋は下面増厚補強法における引張補強材として有効的であると言える。

(2) 下面増厚補強供試体は無補強 RC 床版供試体のたわみの増加に比して、大幅にたわみが抑制されており、耐疲労性が向上する結果となった。

(3) 破壊状況では、有効高を考慮して引張補強材を配置した場合、ひび割れが補強筋に沿って発生することが顕著にみられる結果となった。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I, II, III, (2002)。
- 2) RC 構造物のポリマーセメントモルタル吹付け補修・補強工法協会：ポリマーセメントモルタル吹付け工法によるコンクリート構造物の補修補強 設計・施工マニュアル(案), 2011.7。
- 3) 松井繁之：道路橋床版 設計・施工と維持管理, 森北出版, (2007)。