

論文

[1202] 転圧コンクリート舗装における膨張目地部の補強法について

新井 薫*1・上田 満*2・猶 清實*3・浜田 純夫*4

1. はじめに

コンクリート舗装ではひび割れを防ぐ目的で目地を設けるが、目地は構造上の欠点になり補強が必要になる。その補強方法として、目地の両側のスラブの荷重伝達を期待すると同時に、できるだけ同一平面に保つようにするため、普通コンクリート舗装（以下PCP）ではスリップバーなどの補強鋼材を使用しスラブの一体化を行っている。しかし転圧コンクリート舗装（以下RCCP）では施工上の問題からこのような補強はされておらず、目地部の荷重伝達は骨材の噛み合わせ効果のみにより行われている[1]。

そこで本研究では、コンクリート硬化後にコンクリートカッターにより溝を設け補強鋼材を埋設して荷重伝達率を向上させようとするバーステッチ工法[2][3]に注目して、この方法をRCCPの膨張目地部の補強法に用いようとしたものである。すなわち、フラットバー（65mm×6mm）を補強鋼材として用いたRCCP膨張目地部と、スリップバー（φ28mm）を用い補強したPCP膨張目地部について、両者の膨張目地部の補強効果を室内実験により比較検討を行った。

2. 実験方法

2.1 補強鋼材の引き抜き試験

表-1 普通舗装用コンクリートの配合

スリップバー、フラットバーの付着力に関する検討を行うため、両者の引き抜き試験を行った。スリップバーの引き抜き試験用供試体は、40cm×20cm×20cmの固定した型枠に、あらかじめ埋め込み長さ30cmのスリップバーを差し込み、道路舗装用コンクリートを流し込み作製した。コンクリートの配合表は表-1に示している。フラットバーの引き抜き試験用供試体は、40cm×20cm×20cmの転圧コンクリート塊を作製し、硬化後にコンクリートカッターにより図-1に示すような位置、深さで幅1.5cmの溝を掘った

粗骨材の最大寸法 (mm)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	単位置 (kg/m ³)				
			水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和材
20	40	38	150	375	684	1186	3.48

表-2 転圧コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	単位置 (kg/m ³)				
			水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和材
20	44	36	103	232	787	1400	1.13

表-3 注入用セメントモルタルの配合

水セメント比 W/C (%)	単位置 (kg/m ³)		
	W	C	S
40	272	680	860

*1 山口大学大学院 工学研究科社会建設工学専攻 (正会員)

*2 山口大学助教授 工学部社会建設工学科 (正会員)

*3 前田道路 (株) (正会員)

*4 山口大学教授 工学部社会建設工学科、Ph.D. (正会員)

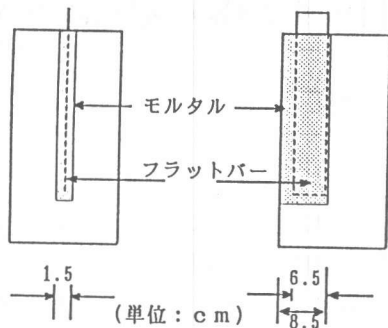


図-1 引き抜き供試体

後、埋め込み長さ30cmのフラットバーを溝に挿入し、注入用のセメントモルタルを注入し作製した。転圧コンクリートおよび注入用のセメントモルタルの配合表をそれぞれ表-2、表-3に示している。引き抜き試験は図-2に示すように、それぞれの補強鋼材にネジ溝付きPC鋼棒を溶接した後、センターホールジャッキを用いてPC鋼棒を200kg毎に緊張し引き抜き量をダイヤルゲージで測定することにより行った。

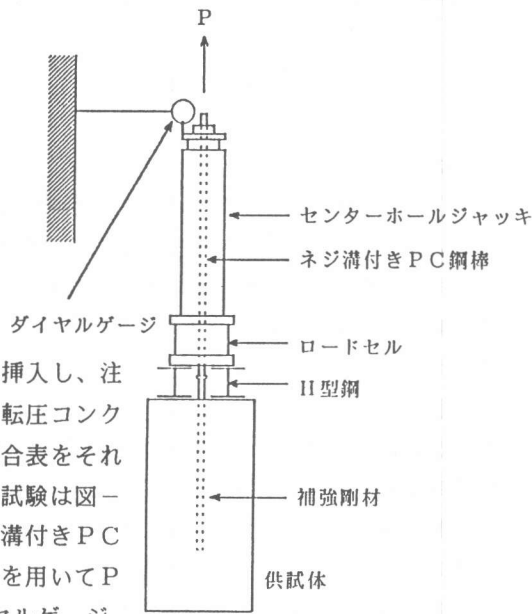


図-2 引き抜き試験

2. 2 载荷試験

補強鋼材により補強したPCPおよびRCCP膨張目地部の補強効果の検討を行うため、図-3に示すような100cm×100cm×15cmの膨張目地部の実験用供試体でモデル载荷試験を行った。

PCP膨張目地部の実験用供試体は、100cm×13cm×目地板幅の目地板に埋込み長さが60cmで、配置間隔が20cmのスリップバーを差し込み、その目地板を100cm×100cm×15cmの型枠内65cmの位置に設置し道路舗装用コンクリートを流し込み作製した。

RCCP膨張目地部の実験用供試体作製方法は次の通りである。まず100cm×65cm×15cm①、100cm×35cm×15cm②の転圧コンクリートを作製する。①、②を長さ方向に合わせコンクリートカッターにより①、②共に30cm×8.5cm×1.5

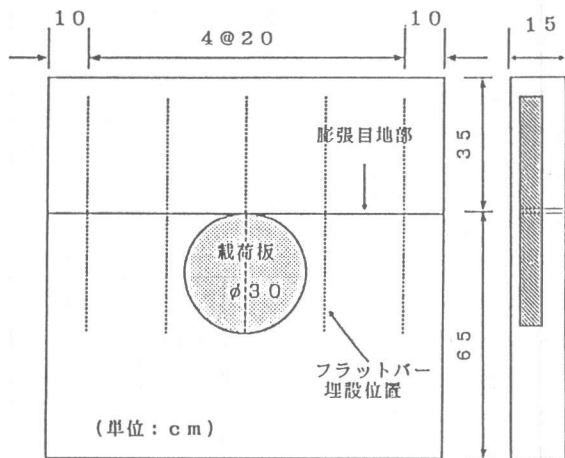


図-3 室内载荷試験用供試体 (RCCP512)

表-4 供試体名称

供試体名称	補強鋼材	配置間隔	本数	目地板幅
PCP12	スリップバー	20 cm	5本	12 mm
PCP24	スリップバー	20 cm	5本	24 mm
RCCP512	フラットバー	20 cm	5本	12 mm
RCCP524	フラットバー	20 cm	5本	24 mm
RCCP312	フラットバー	40 cm	3本	12 mm

cmの溝を掘る。このときフラットバーの配置間隔が20cmおよび40cmとなるような供試体別の溝を掘る。最後に突き合わせ目地を仮定し①、②の間に100cm×13cm×目地板幅の目地板をはさみ突き合わせした後、溝に埋込み長さが60cmのフラットバーを挿入して注入用のセメントモルタルを溝に注入しRCCP供試体を作製した。補強鋼材の埋め込み深さは、スリップバーは供試体断面の中央とし、フラットバーは供試体断面の上部より8.5cmとした。

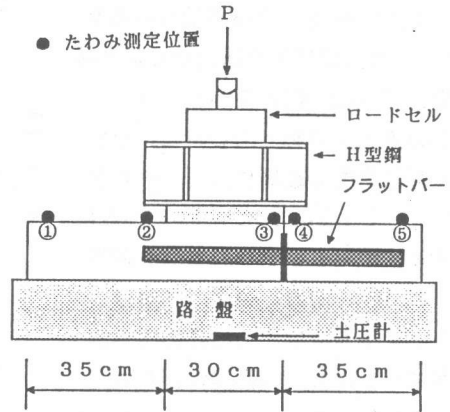


図-4 室内荷重方法

供試体のタイプはPCP実験用供試体は目地板幅を変えた2種類で、RCCP実験用供試体は目地板幅を変えたものと、フラットバーの配置間隔を変えたものの3種類、計5種類の実験用供試体を用いた。また補強鋼材は舗装版の膨張目地部を考慮して交互に付着力を切る目的でアスファルト乳剤を塗布した。実験用供試体の名称および補強鋼材の種類、配置間隔、本数等は表-4に示す。荷重方法は図-4に示すように路盤の上に供試体を置き、接地円直径30cmの荷重板により荷重した。路盤は粒度調整路盤とし、その締め固め度は97%、支持力係数は $K_{30}=25 \text{ kgf/cm}^2$ であった。荷重に際して、荷重は0.5t間隔で増加させ、供試体上面のたわみ、路盤の土圧、補強鋼材のひずみなどの測定を行った。

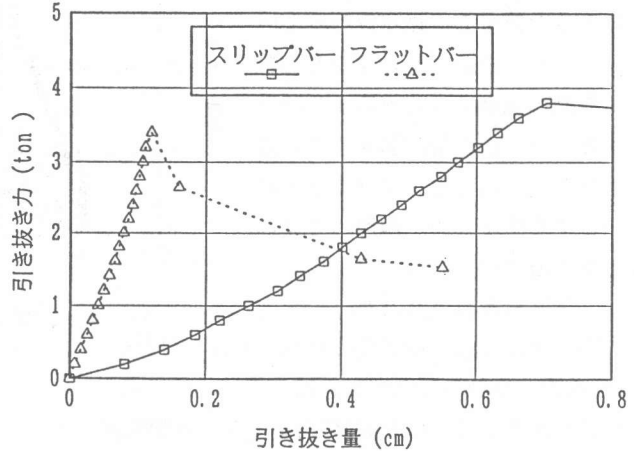


図-5 引き抜き試験結果

3. 実験結果

3.1 補強鋼材の引き抜き試験結果

図-5に補強鋼材の引き抜き力-引き抜き量関係図を示す。引き抜き量の差はあるが埋込み深さ30cmの引抜き力はスリップバー、フラットバー共3.5t付近で付着を失っていることを考慮すれば、バーステッチ工法によるRCCP膨張目地部の補強鋼材に、断面65mm×6mmのフラットバーを用いても十分膨張目地部の補強効果が期待できるものと思われる。

3.2 室内荷重試験結果

(1) 破壊荷重とひびわれ性状

各供試体の破壊荷重とひびわれ性状を表-5に示す。補強鋼材により補強したコンクリ

表-5 破壊荷重およびひびわれ性状

供試体	破壊荷重(t)	下面ひびわれ
PCP12	7.0	
PCP24	6.5	
RCCP512	9.0	
RCCP524	16.5	
RCCP312	14.0	

ート版の荷重による破壊は一般に[4]、補強鋼材の荷重伝達により荷重直下の補強鋼材下のコンクリートの支圧強度を上回る時に、ひびわれが発生し破壊に至る。PCP12、PCP24、RCCP512の3供試体についてはひびわれは載荷側、非載荷側の両方に発生しており、破壊過程を考慮するとこの3供試体は十分に荷重の伝達が行われていたと思われる。RCCP524、RCCP312の2供試体については載荷側のみひび割れが発生していることから、この2供試体については十分な荷重の伝達が行われていなかったと思われる。すなわち非載荷側の補強鋼材に作用する荷重が弱いために非載荷側スラブには大きな曲げ応力およびフラットバーによる支圧応力が作用してなかったものと思われる。

(2) 載荷荷重とたわみ

図-6に荷重伝達が良好と思えるRCCP512の荷重-たわみ関係図を、図-7に荷重伝達が不良と思えるRCCP524の荷重-たわみ関係図を示す。RCCP524のたわみは載荷側測定点、1・2・3の位置(図-4参照)に集中しており、非載荷側にはたわみの発生が少ないが、RCCP512の場合は非載荷側のたわみも載荷側のたわみと同様なたわみの発生がみられる。この両供試体のたわみ状態を見てもRCCP512がRCCP524より有効に載荷側から非載荷側への荷重の伝達がわかる。

(3) 荷重伝達率

各供試体の荷重伝達率は図-8の位置のたわみ δ_1 、 δ_2 を用いて計算を行った。荷重伝達率は次の式から求めた。

$$\text{荷重伝達率} = \frac{2\delta_2}{\delta_1 + \delta_2} \times 100 (\%)$$

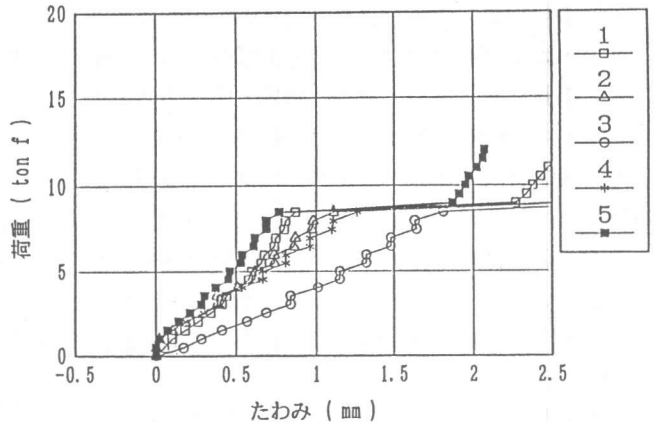


図-6 荷重-たわみ関係図 (RCCP512)

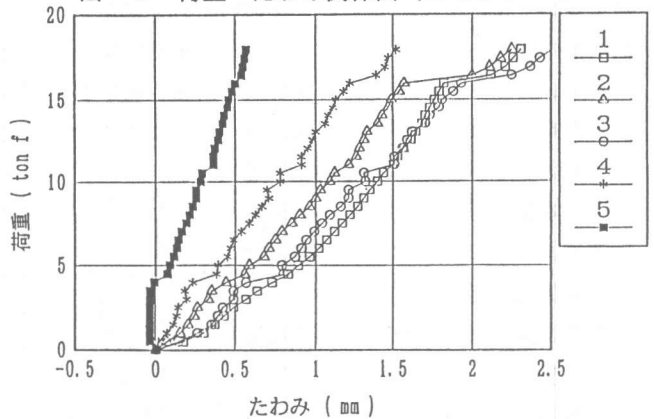


図-7 荷重-たわみ関係図 (RCCP524)

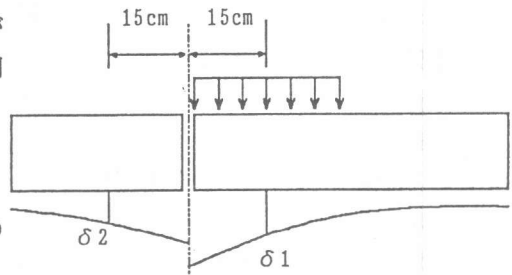


図-8 荷重伝達率

表-6 荷重伝達率

	荷重伝達率 (%)
PCP12	80~85
PCP24	78~83
RCCP512	77~82
RCCP524	60~65
RCCP312	70~73

各供試体の荷重伝達率を表-6に示す。
 載荷荷重の大きさによって異なるので表
 には範囲で示している。

(4) 載荷荷重と土圧

図-9にRCCP供試体の荷重-土圧
 関係図を示す。RCCP524、RCCP3
 12に関しては載荷荷重によって路盤の土
 圧の増加が顕著にみられるが、RCCP
 512に関しては載荷荷重による路盤の土圧
 の増加が前の2供試体に比べ少なくなっ
 ている。これはRCCP524、RCCP3
 12については荷重の伝達が悪いため、載
 荷側に応力の集中が起こり、載荷荷重の
 増加に伴い路盤の土圧が増加したもの
 と思われる。この2供試体の場合には載荷
 荷重がスラブの曲げに作用するよりも直
 接路盤に作用し土圧の増加をもたらす効
 果が大であったため、表-5で表した破
 壊荷重が大となったものと思われる。

(5) 考察

本実験において補強鋼材群が負担する
 応力を便宜上次のようにして求める。図
 -10より両スラブを一体として考え、
 加えた荷重Pとスラブのたわみ状態より
 求めた地盤反力とをつりあわせ地盤係数
 を求める。補強鋼材群が非載荷側に荷重
 を伝達する荷重P2は、載荷荷重と載荷側
 のスラブに作用する荷重P1との差とする。

このP2を載荷荷重Pで割ったものが各供
 試体の補強鋼材群が受け持つ荷重負担率とする。このよ
 うに求めたものが表-7である。表-7よりスリップバ
 ーを補強鋼材として用いたPCP供試体の場合、目地板
 幅が12mmから2倍になっても荷重負担率は25%以上を
 得ているが、フラットバーを補強鋼材として用いたRC
 CP供試体では半減している。これはフラットバーの曲
 げ剛性が小さいためであり、膨張目地の補強鋼材にフラ
 ットバーを用いる場合には目地板幅に注意する必要がある。
 またフラットバーの配置間隔を広げ本数を5本から
 3本に変えた場合、その補強鋼材群が受け持つ荷重負担

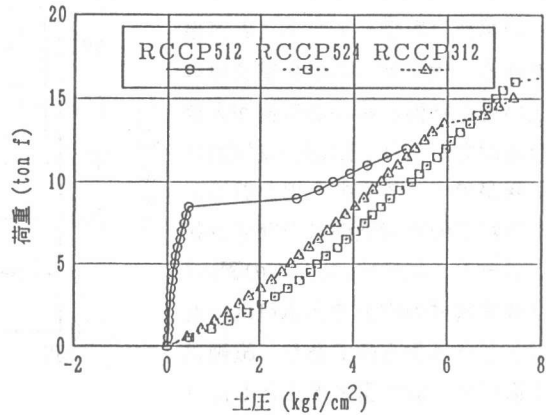


図-9 荷重-土圧関係図

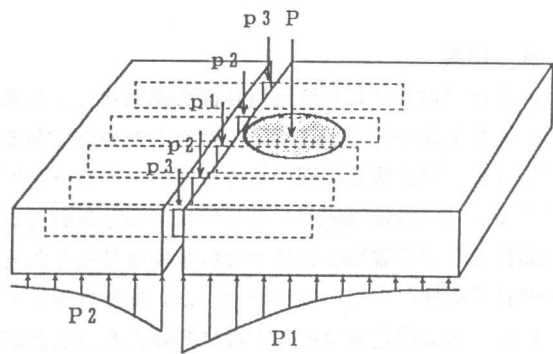


図-10 補強鋼材群の伝達する荷重

表-7 補強鋼材群の荷重伝達率

	荷重伝達率 (%)
PCP12	25~28
PCP24	26~29
RCCP512	23~26
RCCP524	10~15
RCCP312	15~21

率は約5:3になっておりフラットバーの本数に影響していることが確認できる。補強鋼材群の荷重負担率が低い場合路盤に抜ける荷重が大きくなる傾向があり、路盤の支持力にも影響がでてくるものと思われる。

本実験での両補強鋼材のひずみ状態を図-11に示す[4]。この図の横軸は補強鋼材の中央である目地板を原点とした長手方向であり、縦軸は補強鋼材の下側の引張を正としたひずみで、破壊直前の補強鋼材のひずみとしている。この図で目地板付近

の荷重側鋼材ひずみが最も大きく、フラットバーのひずみはスリップバーのひずみより大である。これは補強鋼材の支持力係数に寄与するものであり[5]、このひずみ状態が荷重によるコンクリート版の破壊耐力に影響されるものと思われ、今後の検討としてこの点について研究を進めたい。

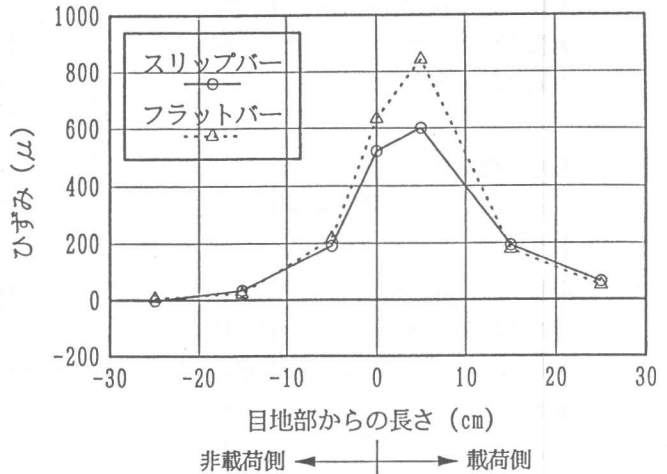


図-11 補強鋼材のひずみ状態

4. 結論

本研究ではRCCP膨張目地部の補強法に、補強鋼材としてフラットバー(65mm×6mm)を用いることが可能かどうかについて検討したものであるが、本研究の範囲内で次のことがいえる。

①RCCP膨張目地部の補強にフラットバーを用いたバーステッチ工法の補強効果が認められ、フラットバーは補強鋼材として使用可能と思われる。

②RCCP実験用供試体では目地幅を2倍した場合、フラットバー群が受け持つ荷重負担率はその曲げ剛性が小さいため半減した。またフラットバーの本数を変化させたときフラットバーが受け持つ荷重負担率はその本数に影響されることがわかった。

③荷重伝達率が低いと思われる膨張目地部では、荷重による応力集中が荷重下に起こり路盤の土圧が増加する傾向があるため、路盤の支持力係数を高いものにする必要がある。

5. 参考文献

- 1)安崎 裕・長谷川 強：RCCPにおける目地部の荷重伝達の検討、道路建設、pp46-51、1992.8
- 2)道路維持修繕要項、日本道路協会
- 3)伊藤文隆：フラットバーを用いたコンクリート版の補強効果、道路建設、pp64-69、1990.10
- 4)西沢辰夫：コンクリート舗装体横目地部におけるスリップバーの力学的モデル、土木学会論文集、第420号/V-13、pp.211-218、1990.8
- 5)松野三朗ほか：道路舗装の設計、山海堂、pp251-253