

## PC ロッド舗装の挙動について

桑 原 良 恭\*  
原 千 里\*\*  
森 野 英 俊\*\*

### 1. ま え が き

プレストレスト コンクリート (PC) プレキャスト部材の合成構造物への応用は、橋梁における合成桁、ホーロースラブ橋等において実用化され、材料の有効利用、工事の省力化等の成果を収めている。同様にプレキャスト部材として比較的小断面 (5~10 cm 角) の部材に高レベルのプレストレスを導入し、あたかも鉄筋を配置するが如く部材中に配置し、現場打ちコンクリートと一体とし、PC構造に近い物性を得ようとする研究は、現在内外を問わず行われており、その性状が明らかにされている<sup>1)~6)</sup>。

しかしながら実構造物に対し、このプレキャストPC部材 (以下PCロッドと記す) を利用した例は、わずかながら舗装にみられるだけであり、他の分野では皆無である (表-1, 2)。

施工例の一つである、昭和46年12月に施工され翌年1月に供用が開始された、福島県小名浜・名倉線中田地区のPCロッド舗装について、昭和47年1月より昭和50年7月にわたる合計7回の追跡調査を実施した。本

表-1 わが国におけるPCロッド舗装

場 所	施工年度	延長 (m)	幅員 (m)	版 厚 (cm)	断 面
首都高速1号線 平和島駐車場	1971	全長 255 標準 48.0	7.9	15 (端部だけ) 20 cm	7.5×7.5 cm ロッド, φ12.4mm PC鋼線使用
航空自衛隊百里基地 パーキングエプロン	"	2× 50.0	10.0	"	導入プレストレス 180 kg/cm <sup>2</sup> ロッドは1mにつき自由辺部4本, 内部2本 横方向にはφ14 mm
新門司埋立地内 道路舗装	"	3× 50.0	15.0	"	鋼棒0.7m間隔 または横鉄筋
福島県・小名浜 名倉線中田地区	"	2× 85.0	7.6	15 (部分的に) 20 cm	
札幌市道白石	"	2× 40.0	3.75	15 (端部だけ) 25 cm	

\* 福島県土木部都市計画課課長補佐

\*\* ビー・エス・コンクリート (株) 道路事業部

表-2 西ドイツにおけるPCロッド舗装

場 所	施工年度	延長 (m)	幅員 (m)	版 厚 (cm)	端 部	断 面
国道 B 408 Laufeld~ Eifel 間	1963	500	7.50	17 (端部だけ) 22 cm	アバット	9×9 cm ロッド, φ18.6mm PC鋼線使用
Manching 空 港パーキング エプロン	1964	400	30.00	16	"	導入 プレストレス 250 kg/cm <sup>2</sup>
Onutal アウトバーン 駐車場	1965	300	7.50	16	"	ロッドは1m につき1本, 横方向には 1.5m 間隔に φ18.6 mm 鋼 線使用
アウトバーン München~ Ulm 間	1966	1 014	10.00	16	"	

表-3 交通量調査結果 (台/日)

年 度	大 型 トラック	小 型 トラック	バ ス	乗 用 車	計
46	350	533	70	919	1 872
49	892	743	106	1 529	3 270

報文は、この観測結果を報告し、PCロッドを舗装に利用した場合の挙動の一例として紹介するものである。交通量調査結果を表-3 に示した。

### 2. PC ロッド舗装の概要

PCロッド舗装とは、あらかじめ工場で製作されたPCロッドを路盤上に所定の間隔で敷きならべ、現場打ちコンクリートとの付着効果により合成版とする舗装である。ここで用いたPCロッドは標準形状 1000×75×75 mm の正方形断面で、横断面の中心にφ12.4 mm のPCストランド1本を配置し、工場の緊張アバットを使用し、プレテンション方式でおよそ 130 kg/cm<sup>2</sup> の有効プレストレスが導入されている。ロッド側面は現場打ちコンクリートとの付着強さを増加させるため、側型枠に床用鋼板を使用し、深さ 2.5 mm、長さ 28 mm、平均幅 7 mm の凹凸をもうけ、ロッド上面は木コテ仕上げを行った (図-1、写真-1)。PCロッド舗装の利点として、1) PCケーブル加工、組立て、緊張およびグラウトが

なく工期が短縮でき省力化につながる。2) 埋設物については、従来のPC舗装とは異なり、舗装後でも部分的に切断し、埋設工事を行うことができ補修が簡単である。3) クリープにより目地幅の広がりほとんどない、等が考えられる。

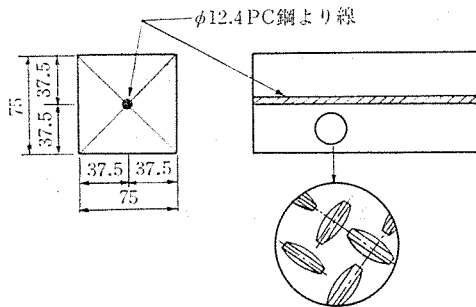


図-1 PC ロッド構造図

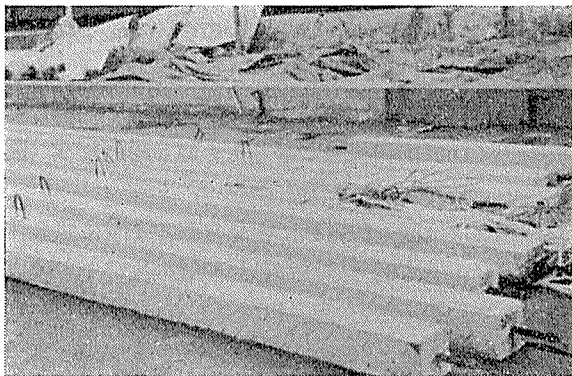


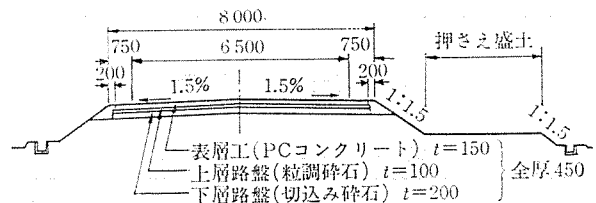
写真-1 PC ロッド

### 3. 舗装版構造概要

舗装版形状は延長 170 m, 幅員 7.6 m であり、表層版厚は中央部で 15 cm, 端部において 20 cm である。また舗装延長中央に 1 か所伸縮目地が設けられている。PC ロッド本数は中央部で 2 本/m, 端部において 4 本/m であり、それぞれの PC ロッドは 1 m 程度ラップさせ配置された。幅員方向には PC 鋼棒  $\phi 16$  が 70 cm ピッチに配置され導入プレストレスはおよそ  $16 \text{ kg/cm}^2$  である。なお、設計に用いたコンクリートの性質は表-4 に示した。

### 4. 観 測

観測は舗装版のひびわれ発達状況の観察を主眼とし、ひびわれ位置、本数および、ひびわれ幅の測定、コー-



(単位: mm)

	CBR (%)	最大粒径
路 床	0.8	
下層路盤	80.0	50
上層路盤	20.0	30

図-2 舗装版の標準断面

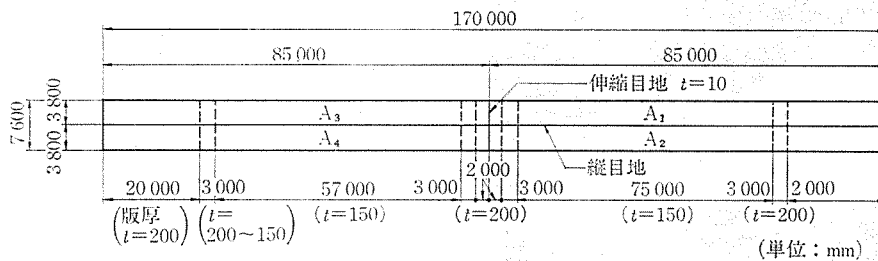


図-3 舗装版の寸法

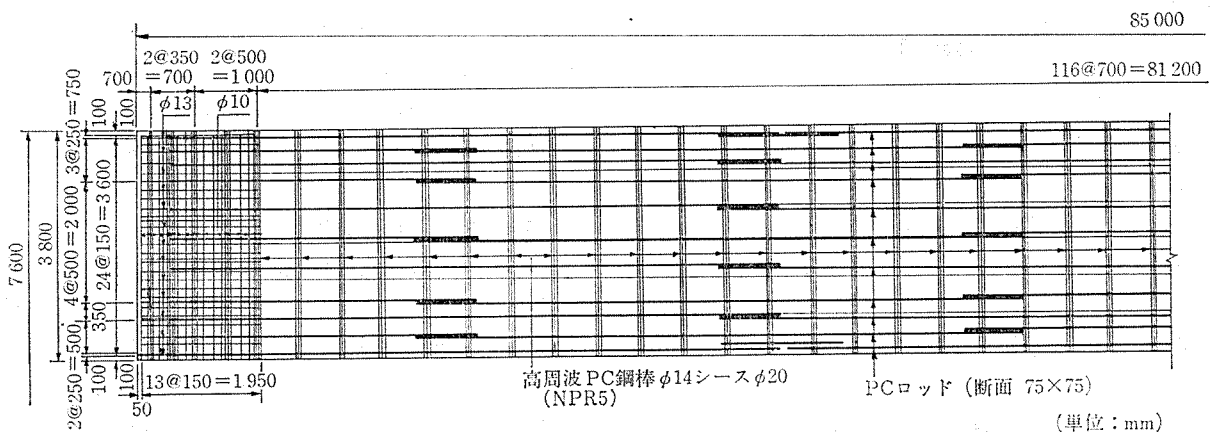
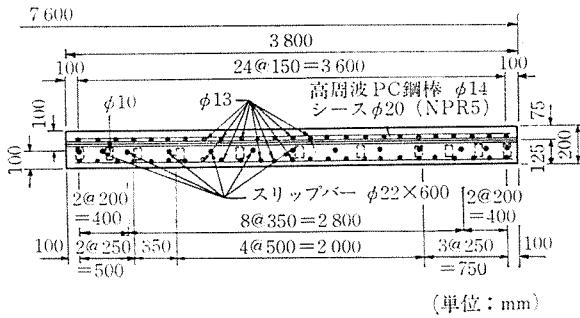
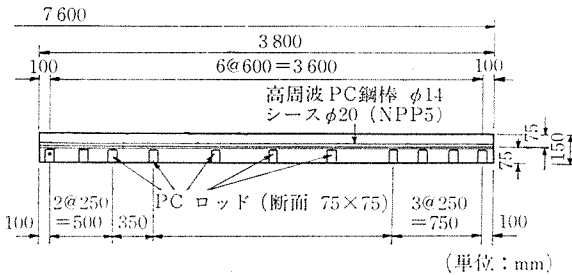


図-4 舗装版の寸法



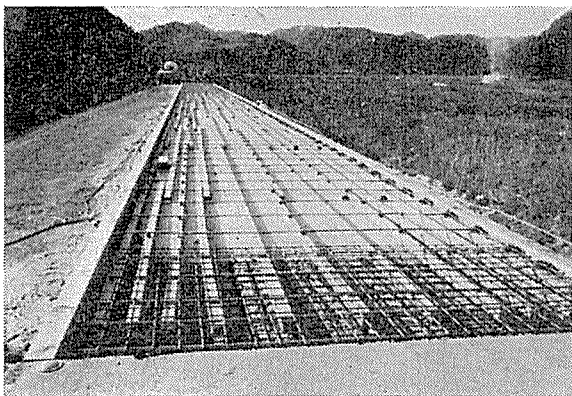
図—5 舗装版の端部断面



図—6 舗装版の中央断面

表—4 コンクリートの性状

	単 位	ロッド	場所打ち
材令28日の圧縮強度	$\sigma_{ck}$	kg/cm <sup>2</sup>	500 300
許容引張応力度	$\sigma_{ca}$	"	50 30
弾性係数	$E_c$	"	$4.0 \times 10^5$ $3.0 \times 10^5$



写真—2

の採取等を行った。

観測年月日は以下のようであった。

第1回 観測	昭和47年1月29日
第2回 "	昭和47年2月23日
第3回 "	昭和47年5月13日 (コア採取)
第4回 "	昭和47年8月25日
第5回 "	昭和47年12月23日
第6回 "	昭和49年7月31日
第7回 "	昭和50年7月15日

## 5. 観測結果

### (1) ひびわれ本数およびひびわれ間隔の推移

図—7～9 に第2回、第5回、第7回観測のひびわれ図を示したが、第2回観測時(施工後約2か月)では、版中央付近にひびわれの発生が見られ、ひびわれ間隔も大きかった。第5回観測時(施工後約1年)では、ひびわれ範囲がさらに広くなり、ほぼ版全体に生じひびわれ本数も増加した。第7回観測時(施工後約3.5年)ではひびわれ間隔がさらに小さくなり、版全体に平均に発生しているのが観測された(図—10, 11)。

ひびわれ本数は、第6回観測と第7回観測を比較すると、 $A_1$ 版ではひびわれ本数の増加が見られるが、他の $A_2 \sim A_4$ 版は増加は認められなかった。第7回観測時におけるひびわれ本数は、 $A_1$ : 48本、 $A_2$ : 47本、 $A_3$ : 47本、 $A_4$ : 53本であり、 $A_1$ 版についてもこれ以上の増加はなく、ひびわれ本数は50本前後で落つくものと思われる。以上のことより、ひびわれは施工後2.5年～3.5年でほぼ飽和状態に達したものと思われる(図—12)。

ひびわれは、図—8～11にも見られるように版全体に平均して発生しており、ひびわれ間隔の推移を単純に平均値として図示すると図—13の如くなり、ひびわれ間隔はひびわれ本数と同様に2.5年～3.5年でほぼ落ついたものと思われる。第7回観測時の平均ひびわれ間隔は $A_1$ : 1.35m、 $A_2$ : 1.48m、 $A_3$ : 1.35m、 $A_4$ : 1.25mであり、ほぼ1.4m前後になった。

図—14, 15は第7回観測時 $A_3$ ,  $A_4$ 版のひびわれ間隔度数分布を示したものであるが、ひびわれ間隔は0.7m、1.4m近辺に集中しており、このことは横締めケーブルの存在がひびわれ発生に大きく影響しているものと思われる。

### (2) ひびわれ幅

第7回観測時のひびわれは最大0.5mm程度であり、一般的には0.1mm～0.3mm程度の値であった。ひびわれは良好に分散され、また各ひびわれ部に過度のスケールリングは見られず、ひびわれが舗装版を破壊に至らせる構造的欠陥となっているものとは思われなかった。またポンピングも生じていなかった。

### (3) ひびわれの発達

ひびわれは最初路盤拘束などによる収縮応力の大きい中央部に生じ、コンクリート版が温度変化により膨張、収縮を繰り返す段階で路盤拘束により、版端部のひびわれも次第に発達しているものと思われる。これは施工後約1年経過した第5回観測のひびわれ図において、ひびわれがほぼ版全体に生じていることからうかがわれ

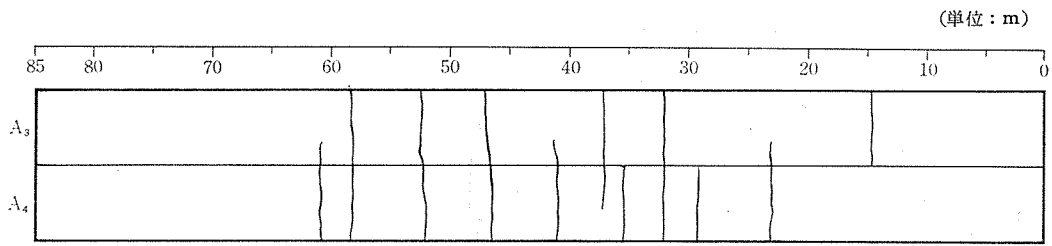


図-7 第2回観測 (S. 47.2.23)

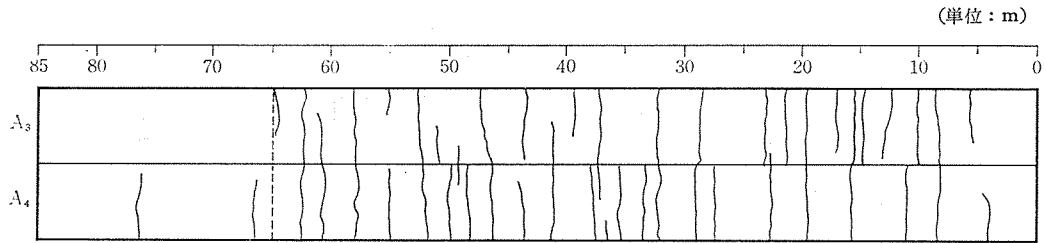


図-8 第5回観測 (S. 47.12.23)

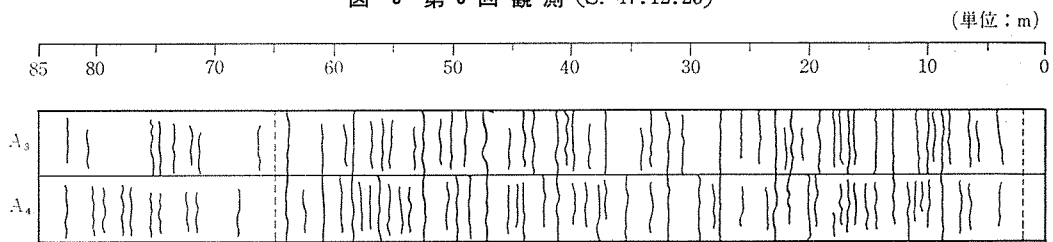


図-9 第7回観測 (S. 50.7.15)

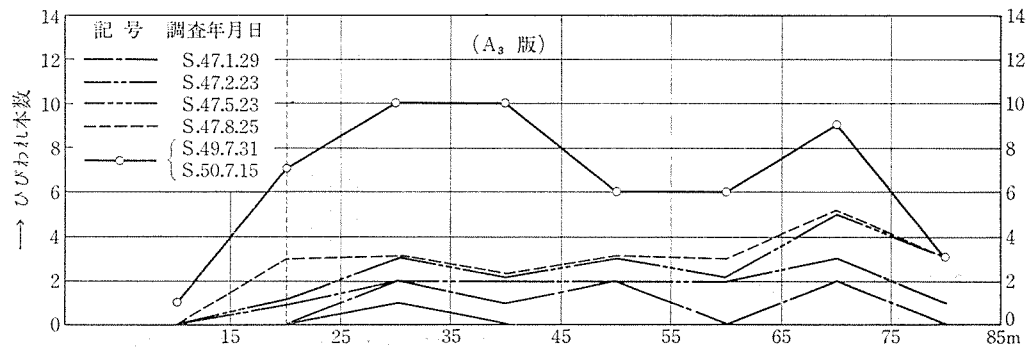


図-10 単位区間 (10 m あたり) ひびわれ発生本数の推移

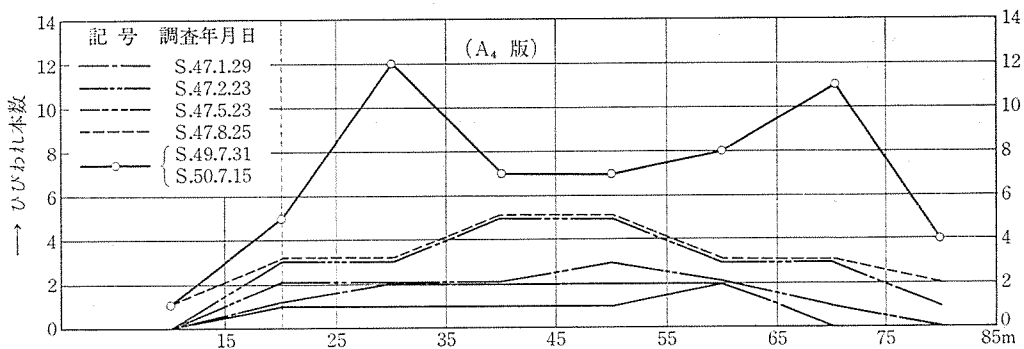


図-11 単位区間 (10 m あたり) ひびわれ発生本数の推移

る。ひびわれの増加は施工後約 2.5 年～3.5 年までは認められ、その間ひびわれ間隔も小さくなっている。これは現場打ちコンクリートの乾燥収縮が PC ロッドにより拘束され、現場打ちコンクリートに引張力が生じ、輪荷

重による応力およびその拘束応力と相まってひびわれが発生したと思われる。

ひびわれは、2.5 年～3.5 年で増加は停止しているが、これは、現場打ちコンクリート各部の引張応力が小さな

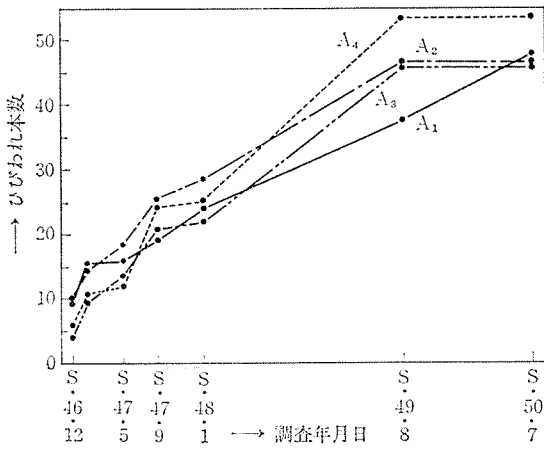


図-12 ひびわれ本数の推移  $h=15$  cm

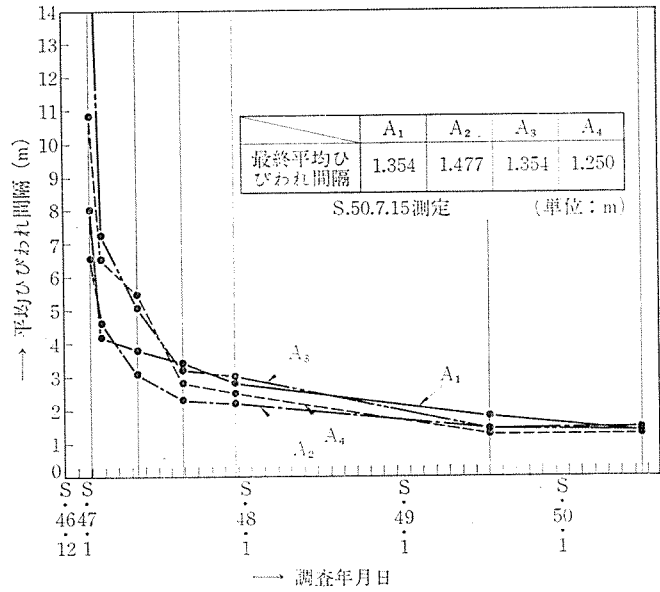


図-13 ひびわれの平均間隔

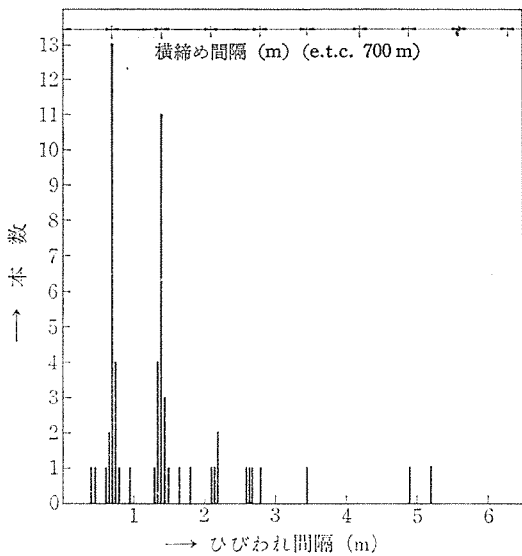


図-14 A3版ひびわれ間隔度数分布図 (S. 50.7.15)

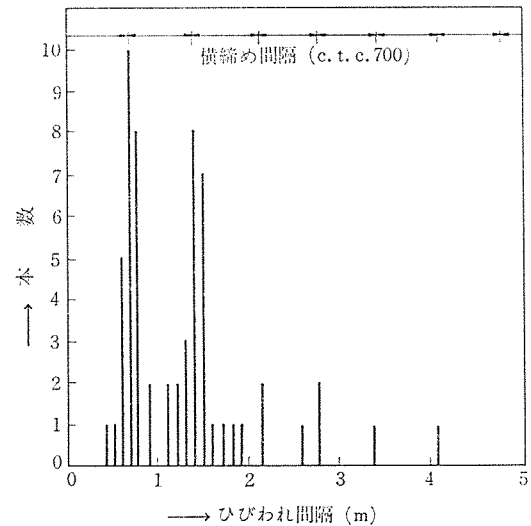


図-15 A4版ひびわれ間隔度数分布図 (S. 50.7.15)

値で安定したことを示しているものであり、PCロッド舗装の一つの安定した状態と見ることができる。またひびわれは版全体によく分散され、おのおのひびわれ幅も小さく良好な状態を保っていた。

ひびわれの分散には、前述した横締めケーブルの影響が多分に考えられる。これは、舗装版のひびわれが輪荷重による応力等の他の原因もみのがせないが、主にPCロッドと現場打ちコンクリートとの引張りひずみ能力の差、および現場打ちコンクリートがPCロッドにより拘束されることにより生じるものと考えられ、これらの原因による現場打ちコンクリートの引張応力が横締めケーブル部に集中応力として働き、ひびわれの発生および分散を助けているものと思われる。

昭和47年5月の第3回観測時にひびわれ部のコアを採取した結果、ひびわれは横締めケーブル上または、

その近傍で生じ、版表面から発生し下方に進展しているが、ロッド上面および横締めケーブル付近で止り、下縁までは達していなかった。このことはPCロッドが舗装版下縁に配置されていることから、PCロッドの残留ク

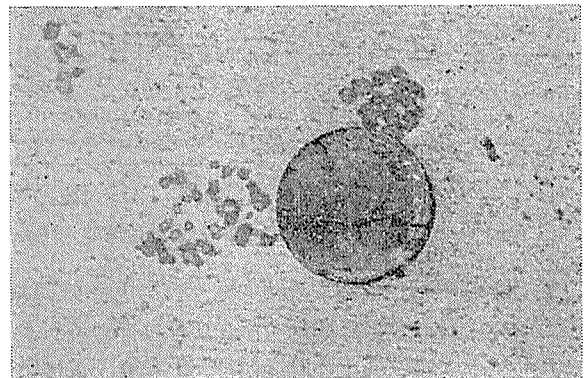


写真-3

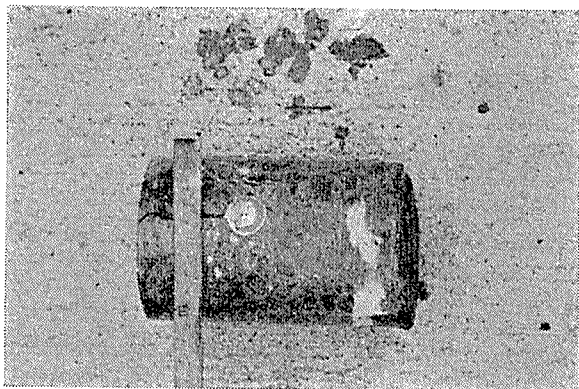


写真-4

リーブ等によりひびわれが拘束されたとも考えられるが、第3回観測以後コアの採取は行っておらず、ひびわれのその後の進展状況が不明なため、今後検討の余地があるものと思われる。

## 6. 結 語

以上のように小名浜、名倉線中田地区のPCロッド舗装は多くのひびわれの発生を見たが、おのおののひびわれ幅も小さく舗装版としての破壊は認められず、十分舗装としての役目を果たしていた。今後PCロッド舗装を考える場合、連続鉄筋コンクリート舗装と同様ひびわれを積極的に発生させる舗装とするならば、常に安定したひびわれを発生させる必要があり、それに伴って適切なPCロッド強度、PCロッド比、PCロッドと現場打ちコンクリートとの付着性状によるひびわれのコントロールおよび、ひびわれ誘発材等の検討が必要となるであろう。

う。

最後に、PCロッド舗装がプレストレストコンクリート舗装に近い、もしくは同等の曲げ耐力を持ち、また鋼材の腐食等もないという利点を持ち、舗装構造として、今後大きな可能性を秘めていることを記して報文の終わりとする。

## 参 考 文 献

- 1) 「ARMATURES EN BÉTON PRÉCONTRAIN」 ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DE BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLIS N. 334 Decembre (1975)
- 2) Development of Continuity Between Precast Prestressed Concrete Beams, PCI Journal June 1966
- 3) 岡村, 松本: プレキャスト PC 部材を用いた合成構造の力学的諸性状, セメント技術年報 XXVI, 1972
- 4) 長滝, 後藤: PCロッド合成梁の力学的性状, 第27回年次講演概要集, 1972
- 5) 大浜, 小林, 小笠原: プレキャスト PC ロッドによる断面の補強効果について, セメント技術年報 XXV, 1971
- 6) 松本: プレキャスト PC 素材で補強したコンクリート合成構造の力学的特性に関する基礎研究, 土木学会論文報告集, 第246号, 1976. 2
- 7) 桑原: 「ロッド方式によるプレストレストコンクリート舗装」, 舗装 Vol. 7, No. 8, 1972
- 8) 植下, 外: PCロッド埋込み式コンクリート舗装版の大型室内疲労実験, 舗装. 1973. 4
- 9) 桑原, 原, 森野: 現地調査を主体とした PC ロッド舗装に関する一考察, PC技術協会年次講演概要, 1975
- 10) 荒木, 福田, 月成: 郡山国道連続鉄筋コンクリート舗装の交通開放1年後の経過報告, 土木技術資料, Vol. 7, No. 5, 1965. 5
- 11) 峯岸, 富樫, 飯島: 連続鉄筋コンクリート舗装の観測結果と考察, 土木技術資料, Vol. 12, No. 9, 1970. 9

1976.5.12・受付

## ◀ 刊行物案内 ▶

### 「プレストレスト コンクリート構造物の設計法と現況」発売について

本書は、Ⅰ. プレストレスト コンクリートの性質、Ⅱ. プレストレスト コンクリート用材料、Ⅲ. 設計法の基本、Ⅳ. 土木構造物の設計計算例、Ⅴ. 建築構造物の設計計算例、の5章よりなり、プレストレスト コンクリートについての入門書として、さきに本協会が開催した講習会のテキストとして刊行したものです。

購入ご希望の方は代金を添え協会までお申込み下さい。

定 価：1 000 円 (〒 200 円)

(社) プレストレスト コンクリート技術協会

〒102 東京都千代田区麴町1の10の15 (紀の国屋ビル) 振替口座 東京 62774 番