

PCC床版の適用性に関する実験的研究

工務部 設計課 水元 義久
 同部 同課 中島 裕之
 大阪第二建設部設計課 正田 正一
 (前)工務部設計課

はじめに

道路橋RC床版の破損が問題にされ始めてからすでに十数年が経過している。この間、多くの関係機関において原因究明の努力がなされ、阪神高速道路公団においても、RC床版の力学的破壊メカニズムの研究とともに、コンクリートの乾燥収縮ひびわれに着目した調査・実験を行ってきた。その結果、初期の乾燥収縮ひびわれが床版の損傷原因の一つと考えられるようになってきた。実橋調査¹⁾²⁾では、未供用の橋梁においても、施工条件、環境条件、材料などの悪条件が重なると、RC床版に微細なひびわれが数多く発生していることが判明した。特に、近年のポンプ施工に伴うモルタル量の増加、骨材事情の悪化、鉄筋量の増加はこのような初期ひびわれの発生を助長する傾向にある。

この報告は、RC床版の構造面からの改善策の一つとして、PC埋設型枠を用いた床版(以下、PCC床版と称す)を取り上げ、これを鋼橋に適用した場合の問題点を確かめるため、調査実験^{3)~6)}、試験施工⁷⁾などを行った結果を紹介するものである。

1 PCC床版の概要³⁾

1-1 PCC床版の構造

PCC床版の構造は、図-1に示すようにプレストレスを導入した厚みの薄いプレキャストコンクリート板(以下、PC板と称す)とその上の後

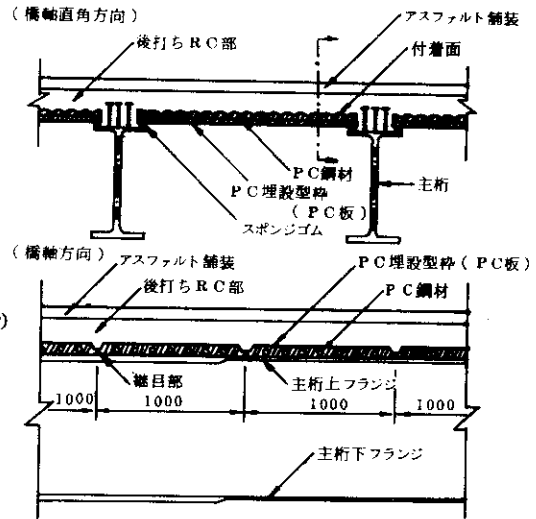


図-1 PCC床版の構造

打ちコンクリート部(以下、RC部と称す)からなる。PC板はRC部打設時の型枠として用いるとともに、コンクリート硬化後は一体となって後荷重に抵抗する合成床版である。PC板の橋軸方向の幅は敷設の容易性、板の横曲げを考慮して1mとし、厚みは板内に配置する鋼材のかぶり(道路橋示方書の最小かぶり規定)を確保するため最小70mmとした。

1-2 PCC床版の設計法³⁾

PC板は、自重、RC部の死荷重および作業荷重(150 kg/m²)に対してフルプレストレスとなるよう設計する。導入プレストレスは変形管理の観

点から 80 kg/cm^2 以下とした。P C 鋼材は、P C 板の長さに応じて $\phi 9.3 \text{ mm}$ (SWPR7A、7本より) と $\phi 2.9 \text{ mm} \times 3$ 本より (SWPR3A) を選択した。

設計における断面力の算定は、通常の等方性RC床版として扱うこととし、配筋設計においてはP C板内のP C鋼材を鉄筋に換算したRC構造として取扱っている。その際、P C板とRC部は合成構造として挙動するものとする。

P C C床版の床版厚は道路橋示方書等で規定するRC床版と同じである。図-2に主桁間隔 2.88 m (P C板長 $l = 2.48 \text{ m}$) の場合におけるP C C床版の配筋例を、図-3にプレストレスを考慮した各施工段階ごとの曲げ応力を示す。

阪神高速道路公団では、P C C床版を実橋に採用するにあたり、P C板のプレキャスト部材としての規格化をはかるべく、P C板の製作・施工要領(案)を作成した。この要領では、P C板の長さが 1.8 m から 3.1 m までの 5 cm ごとに設計を行い、適用する際の簡便化に努めている。

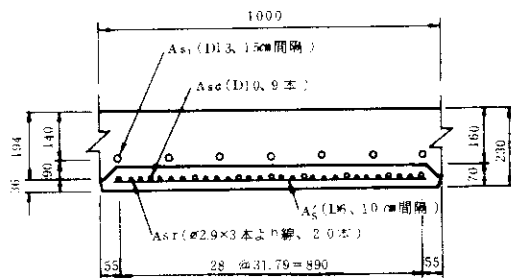


図-2 P C C床版の配筋例

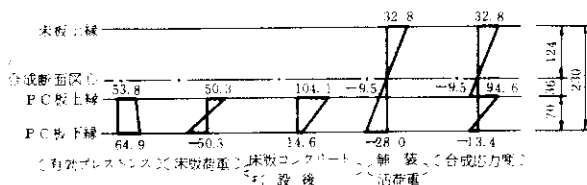


図-3 曲げ応力度の合成
(曲げ応力度単位: Kg/cm^2)

1-3 P C C床版の施工法

P C C床版の施工順序を図-4に示す。現場に搬入されたP C板は、門型クレーン、トラックク

レーンなどにより主桁間にかけて渡される。主桁フランジ上面には、P C板敷設前に予めスポンジゴム・テープを貼りつけておく。これはRC部打設時のモルタル漏れを防ぐためである。同様な理由から、橋軸方向に 1 m ごとに生ずるP C板の継目部には、モルタルを塗布する。その後、P C板上にRC部の配筋を行い、表面に散水して湿潤状態に保ちながらコンクリートを打設する。

1-4 P C C床版の特長^{3),4)}

P C C床版の特長を列挙すると、次のようになる。

(1) 初期欠陥の防止

P C板はプレキャスト部材として工場で作られるので、高精度、高品質でしかも均一な製品が期待できる。したがって、鋼材のかぶり不足などに起因する発錆や乾燥収縮による初期ひびわれを防止するうえで有効な工法といえる。

(2) 耐力の向上

文献調査においてもP C C床版はひびわれ耐力でRC床版の約4倍、終局荷重でも約1.5倍を示す。また、一旦過大な荷重が作用してひびわれが生じても、除荷後はプレストレスの動きによりひびわれが閉じる特性を兼ね備えている。さらに、P C板のコンクリート強度が高いことから、押抜き耐力の向上も考えられる。

(3) 工期の短縮

P C C床版工法はRC床版のような型枠転用の必要性がないため、型枠の移動時間、手持ち時間を省略できる。

(4) 現場作業の安全性、省力化の向上

従来の床版施工は足場作業に大きい危険を伴う。また、近年の熟練作業員の不足に伴い、作業の単純化、省力化が求められるが、P C C床版工法は足場作業がないうえ、P C板敷設も5名程度で行える単純作業である。写真-1に施工状況を示す。

(5) 経済性

工事規模、施工状況などにより多少の変動はあるものの、P C C床版工法は通常のRC床版工法と同程度かやや高い工費で施工できる。

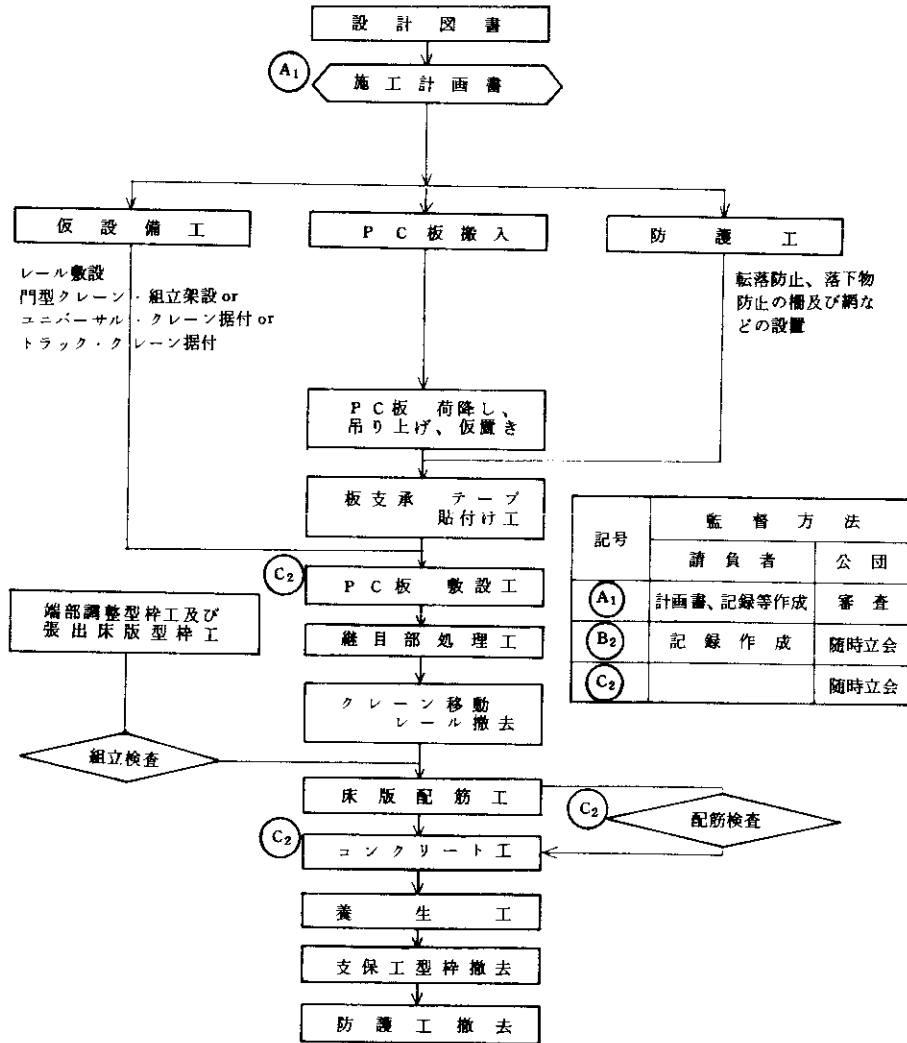


図-4 PCC床版の施工順序



写真-1 PCC埋設型枠の敷設状況

2 PCC床版の基礎的調査・実験

2-1 調査の目的

PCC床版を鋼桁橋に適用する際の、経済性、施工性、ディテールなどについては、すでに述べたような検討を行い、大きな問題のないことを明らかにした。

しかし、力学的な問題として下記の事項を確認することが合理的で安全な設計・施工に必須であり、載荷実験などを行い、PCC床版の力学的特性を明らかにすることにした。

- (1) P C 板内での P C 鋼材の付着特性
- (2) P C 板と R C 部との一体性、付着面の付着特性
- (3) 継目部における橋軸方向の連続性と耐荷性状
- (4) 床版ハンチ省略による連続版中間支点部への影響
- (5) 鋼材上フランジの変形に対する床版の追従性
- (6) P C 板と上フランジとの必要かかり長
- (7) P C 板と R C 部とのコンクリートの材令差が付着面に及ぼす影響
- (8) P C C 床版の水中での疲労性状
- (9) R C 部に軽量コンクリートを用いた P C C 床版の耐荷性状

上記項目のうち(8)は、道路橋 R C 床版の疲労性状に水が大きく影響することが明らかとなった⁵⁾ため P C C 床版についても水中疲労実験を行い、鋼材の付着性状、ひびわれの進展、破壊性状に水がどのような影響を与えるかを調査したものである。また(9)は、軽量コンクリートのように比較的乾燥収縮ひずみが小さく、しかも弾性係数が小さくて変形性能の良いコンクリートを活用し、ひびわれ制御、耐久性と経済性の両面を兼ね備えた今後の構造として取りあげた。

なお、紙面の都合により(7)~(9)については本稿では割愛したので、詳細は文献(6)を参照されたい。(1)~(6)の実験に用いたコンクリートの示方配合を表-1に示す。

2-2 PC板単体試験³⁾

(1) 目的

プレキャスト製品としての P C 板の基礎性状を確認するため、 $t=7\text{cm} \times \ell=269\text{cm} \times w=100\text{cm}$ の P C 板 6 体を用いて、曲げ試験を行った。

表-1 コンクリートの示方配合

| 設計基準強度 (kg/cm^2) | 粗骨材の最大寸法 (mm) | スラブ (cm) | 空気量 (%) | 水セメント比 W/C (%) | 細骨材率 s/a (%) | 単位量 (kg/m^3) | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------|------------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | | | | 水 (W) | セメント (C) | 細骨材 (S) | 粗骨材 (G) | 混和剤 (M) |
| $\sigma_{ck}=500$ (P C 板) | 5 | 1.5 ± 1.0 | 2.0 ± 1.0 | 3.4.4 | 6.5 | 15.5 | 4.50 | 1,130 | 6.82 | 5.4 |
| $\sigma_{ck}=270$ (R C 部) | 20 | 8.0 ± 2.0 | 2.0 ± 1.0 | 5.8.1 | 4.3 | 15.1 | 2.60 | 818 | 1,127 | 3.12 |

(2) 実験方法

供試体の荷重はスパン 239 cm、曲げスパン 123 cm の対称 2 点荷重とした。その際、スパン中央におけるひずみをストレインゲージで、スパン中央のたわみおよび P C 鋼材のすべりこみ量をダイヤルゲージで測定した。図-5 に荷重方法を示す。

(3) 実験結果と考察

実験結果を表-2 に示す。実測ひびわれ荷重は設計荷重の 3.7~4.4 倍、計算ひびわれ荷重の 1.5 倍~1.8 倍にあたる。また、除荷後は発生したひびわれが閉じ、拡大鏡で観察してもひびわれは認められなかった。

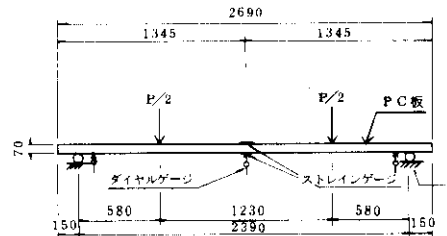


図-5 P C 板単体試験

表-2 P C 板の耐力

| P C 板の種類 | | ひびわれ荷重(t) | | 終局荷重(t) | |
|-----------------------|---|---------------|------|-------------|-------|
| | | 計算 | 実測 | 計算 | 実測 |
| P C 鋼線 $\phi 10.8$ | 無損なし | 3.35 | 6.00 | 7.55 | 11.78 |
| $\phi 10.8$ | 無損なし | 3.35 | 5.00 | 7.55 | 9.00 |
| 3×2.9 | 無損なし | 3.38 | 6.40 | 7.51 | 14.80 |
| $\phi 9.1$ | 無損なし | 3.36 | 6.00 | 7.52 | 10.00 |
| $\phi 9.1$ | 帯鉄金網 | 3.36 | 4.30 | 7.52 | 12.30 |
| $\phi 9.1$ | $32 \times 100 \times 192$ メッシュ $1.9 \times 5.9 \times 2.3$ | 3.36 | 5.20 | 7.52 | 13.30 |

注(1) 設計荷重(3.36 t)は、後打ち床版死荷重および作業荷重をいう。

注(2) 計算ひびわれ荷重は、P C 板下縁の引張応力率がひびわれ強度(5.00 kg/cm^2)に達した場合の相当荷重をいう。

注(3) 終局荷重は、道路橋が方眼(■)、コンクリート(■) § 2.1.1(4)による。

実測終局荷重は計算値の 1.2~2.0 倍で、破壊性状はいずれも曲げ圧縮破壊であった。P C 板内での P C 鋼材とコンクリートとの付着は充分で、

板が破壊に至る直前まではP C鋼材のすべりこみはみられなかった。

ただし、P C板の厚みが所定より小さいとひびわれ耐力および破壊耐力の低下をきたすので、P C板の上面に粗面仕上げを施す際に厚みの管理を十分に行うことが重要である。

2-3 一体化試験⁴⁾

(1) 目的

P C C床版のP C板と後打ちコンクリートとの付着性、一体性を確認するとともに、同厚のR C床版との力学的特性を比較することを目的とした。

(2) 実験方法

供試体は t 23cm \times l 269cm \times w 100cmのP C C床版、R C床版を、各々2体作成した。

測定項目としては、版の上・側・下面に貼付したストレインゲージによりコンクリートのひずみを、ダイヤルゲージによりスパン中央のたわみを測定した。さらに、P C C床版については、P C板内に埋込んだカールソングージによりコンクリートひずみを、クリップゲージによりP C板とR C部との付着面のずれを計測した。

載荷方法は、スパン239cm、曲げスパン123cmの対称2点載荷とした。曲げスパンは、曲げおよびせん断が同時に作用しコンクリートの付着面の載荷条件が厳しくなるよう決定した。

(3) 実験結果と考察

P C C床版とR C床版の静的載荷試験によるひびわれ性状および終局耐力を表-3に示す。

表-3 一体化試験実験結果

| 試験体の種類 | 設計 | ひびわれ荷重(t) | | 終局荷重(t) | | 破壊モード |
|---------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|------|--------|
| | | 荷重(t) | 計算値 | 実測値 | 計算値 | |
| P C C床版 | 1.24 (-30.6) | 1.85 (-45.5) | 35.0 (-86.2) | 6.83 | 6.38 | せん断破壊 |
| | * | * | 35.0 (-86.2) | * | 6.83 | 破壊せず |
| R C床版 | 1.08 | 9.2 | 9.24 | 35.3 | 5.00 | 曲げ圧縮破壊 |
| | * | * | 9.00 | * | 5.40 | * |

()内は、P C C床版の下面の応力度(k_c/cm²)を示す。

注1) 設計荷重は、舗装死荷重および活荷重(道路橋示方書による)をいう。

注2) 計算ひびわれ荷重、終局荷重は表-2と同じである。

ひびわれはR C床版では計算値とほぼ同じ荷重で発生したが、P C C床版は計算値の1.9倍、R C床版と比較すれば3.8倍のひびわれ耐力を示した。その際、P C板に先行してR C部にひびわれ

が発生するような現象は認められなかった。

また、P C C床版では除荷後はひびわれが閉じ、目視では確認できなかった。

P C C床版の板厚方向には図-6に示す位置にゲージを埋込み、応力分布を計測した。計算ひびわれ荷重時における各種ゲージによるひずみは理論値とほぼ等しく、板厚方向に直線分布をなして

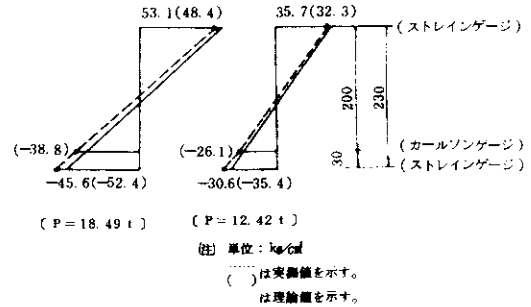


図-6 P C C床版一体化試験(版内応力分布)

いる。したがって、P C板とR C部は一体として挙動することが確認できた。

破壊性状は、R C床版は曲げ圧縮破壊であるのに対し、P C C床版ではせん断破壊であった。破壊時のスパン中央のたわみは、R C床版で55mm、P C C床版で16mm程度を示した。

2-4 継目部試験^{3),4)} (疲労横曲げ試験)

(1) 目的

現行の道路橋示方書によるR C床版の設計法では、配力筋方向には主筋方向の6~7割程度の曲げモーメントが作用することになる。P C C床版はこの曲げモーメントに対してR C部に抵抗するよう設計しているが、懸念されるいくつかの問題が考えられる。例えば、橋軸方向に1mごとに生じるP C板の継目部の不連続性による応力集中、継目部が与える剛性低下の影響、R C部からのP C板の剝離などがある。これらの問題は静的載荷時より繰返し載荷時に発生しやすいと考えられる。そこで、本実験はP C板の継目部に起因する上記の問題を検証するために行った。

(2) 実験方法

供試体は t 23cm \times l 230cm \times w 100cmのP C C床

版を2体製作し、スパン中央から左右それぞれ50 cmの位置に継目を設ける。

供試体にはあらかじめ図-7に示すゲージが埋込まれている。測定項目は、鉄筋、PC鋼材、コンクリートのひずみ、継目部のひびわれ幅、PC板とRC部とのずれ、PC鋼材の滑りこみ量、たわみである。

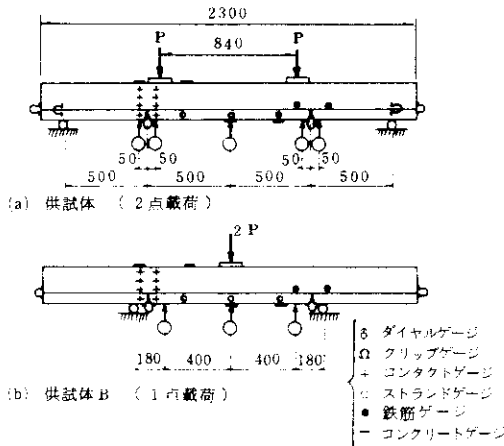


図-7 継目部試験ゲージ貼布位置

荷重方法は図-7の2通りとした。供試体(A)は2点荷重で、中央部はせん断力が0となり、支点付近は曲げとせん断を同時にうけるように荷重した。供試体(B)の荷重方法は中央1点荷重で、継目部からせん断ひびわれが発生しやすい荷重形式である。荷重順序は、まず設計荷重(3.5 t)までは静的荷重を行い、その後数万回ごとに荷重を上げながら繰返し試験を行った。

(3) 実験結果と考察

i) 初期ひびわれ荷重

最初の実験(供試体(A))の静的荷重の段階で、 $P = 2.0$ tの時に継目の開きともなうひびわれが観測され、 $P = 3.5$ tの時にPC鋼材の直下に幅方向全長にわたりひびわれが発生し、同時にPC鋼材端部の滑りこみが確認された。

供試体(B)では、 $P = 1.0$ tでスパン中央部のPC鋼材に沿って下面にひびわれが観測され、PC鋼材の滑りこみは $P = 2.0$ t付近から著しくなることが判明した。

荷重による曲げ引張のみを考慮すれば、 $P = 9.0$ tが計算ひびわれ荷重となるが、実測値はそれよりはるかに小さい。この原因の一つとして、PC鋼材のエッジ効果が挙げられる。つまり、PC板は工場で長物より所定の長さで切断して用いられるため、切断した際に切断面においてプレストレスが解放され、大きな応力の変化が生じる。特に、PC鋼材端部を中心とした円周方向に引張応力が発生し、板の上、下縁にひびわれが発生しやすくなる。

ii) ひびわれ性状と破壊モード

図-8に供試体(A)、(B)の破壊モードを示す。

供試体(A)では、繰返し荷重時のひびわれは、スパン中央部より継目部付近で生長が著しく、特に継目部に発生したせん断ひびわれは $P = 8$ t前後からPC板を剝離させようとする方向に進展した。そして、 $1.0 \sim 1.25$ tで破壊に至った。

供試体(B)では、継目部からのせん断ひびわれが生長し、 $P = 1.25$ t付近でほぼ破壊状態に達した。

これは、道路橋示方書による終局曲げ耐力 $P_u = 15.4$ tや限界状態設計法試案による終局せん断耐力 $V_{cu} = 18.0$ tと比べると小さい値である。

iii) その他の計測項目

PC鋼材端部の滑りこみ量を測定した結果、静的荷重時には最大凹みが0.7 mmであったのが、 20×10^4 回繰返し時には1.4 mmに生長した。この時プレストレスは約20%の損失をきたしていることになる。しかし、その後荷重を上昇させ繰返し回数を増やしても凹みはほとんど増加せず、終局状態でもかなりのプレストレスが残っているものと考えられる。

また、PC板とRC部とのずれは $P = 12.5$ tにおいても検出されず、PC板とRC部との付着は完全であったと推察される。

たわみについては、初期の小さい荷重下でも、全断面有効とした理論値より実測値が大きいことから、継目部の剛性低下に与える影響が大きいものと考えられる。また、たわみは繰返し回数1万回を越えた頃より急激に増大し、特に残留たわみが大きい。破壊に近づくと、スパン中央のたわみは

引張側コンクリートを無視した理論値の2倍以上になった。しかし、 $P = 4.0 \text{ t}$ 程度までは引張側を無視したRC床版の理論値とよく一致しており、PCC床版の剛性は配力筋方向には通常のRC床版の剛性と等しいと考えてはば差支えないと判断される。

最後に、 $P = 11.0 \text{ t}$ 時のRC部の鉄筋ひずみを計測したところ $1,200\mu$ 程度であり、鉄筋の降伏ひずみ($1,800\mu$)と比べると、まだ余裕がある。

(2) 実験方法

供試体はPCC床版と9cmのハンチを設けた同厚のRC床版の2体を作成した。計測ゲージ貼布位置はともに同じ位置である。図-9にPCC床版のゲージ取付位置および荷重載荷位置を示す。

(3) 実験結果と考察

表-4にそれぞれの破壊耐力を、図-10にひびわれ性状と破壊状況を示す。

RC床版では、載荷重5t程度で支間部、支点部に曲げひびわれが認められ、荷重の増加にとも

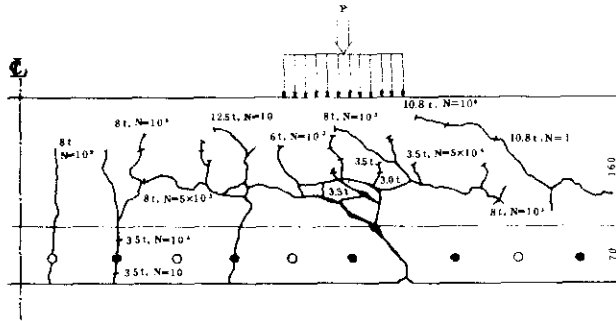


図-8(A) 継目部試験ひびわれ状況図 (供試体A)

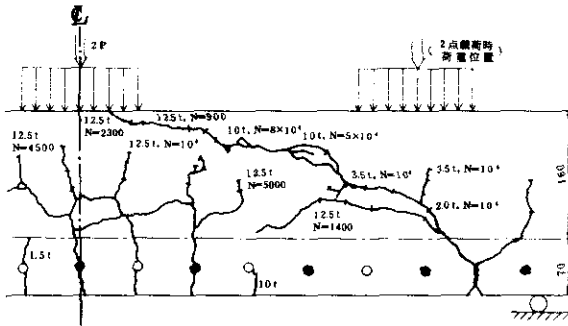


図-8 継目部試験ひびわれ状況図(供試体B)

2-5 連続床版試験^{4),5)}

(1) 目的

PCC床版工法では施工性等を考慮して床版ハンチを設けていない。そこで、PCC床版では支点部が構造上弱点となる可能性が懸念されたので、連続床版に生ずる支点部の負曲げモーメントに対し、RC床版より有効高が減少することの耐荷性状に与える影響を明らかにした。

ない支間部の曲げひびわれが載荷点に向い、44tでせん断破壊した。一方、PCC床版では、初期ひびわれは7.5tで支点上RC部に発生し、その後26tで支間部に生じた。しかし、RC床版に比べひびわれ本数は少なく、ひびわれの生長も小さい傾向にある。破壊は、中間支点付近のPC板端とRC部の境界に破面を形成するせん断破壊である。

表-4をみると、PCC床版のひびわれ荷重は支点部の有効高が小さいにもかかわらず、RC床

版より大きい値を示している。また、破壊荷重についても、実測値は支間部の理論終局荷重とほぼ等しく、その値はRC床版の1.25倍に達した。

このことから、PCC床版の終局耐力は支間部の断面性能に支配され、ハンチの省略は構造上の弱点とならないことが明らかとなった。

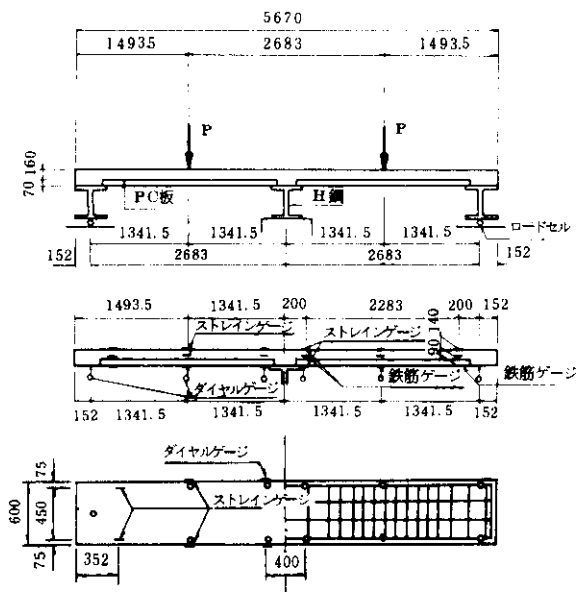


図-9 連続床版試験ゲージ貼布位置

表-4 連続床版試験実験結果

| 試験体の種類 | 設計荷重 (t) | ひびわれ荷重(t) | | 終局荷重(t) | | 破壊形態 |
|--------|----------|-----------|------|---------|------|--------------|
| | | 計算値 | 実測値 | 計算値 | 実測値 | |
| PCC連続版 | (支) 7.5 | 6.4 | 7.5 | 24.3 | 54.8 | 支点部 せん断破壊 |
| | (中) 10.3 | 15.4 | 26.0 | 55.8 | | |
| RC連続版 | (支) 7.2 | 10.9 | 5.0 | 35.3 | | 中間部 せん断破壊 |
| | (中) 9.3 | 7.9 | 6.0 | 28.3 | 44.0 | |

(支)は支点部、(中)は中間部を表わす。

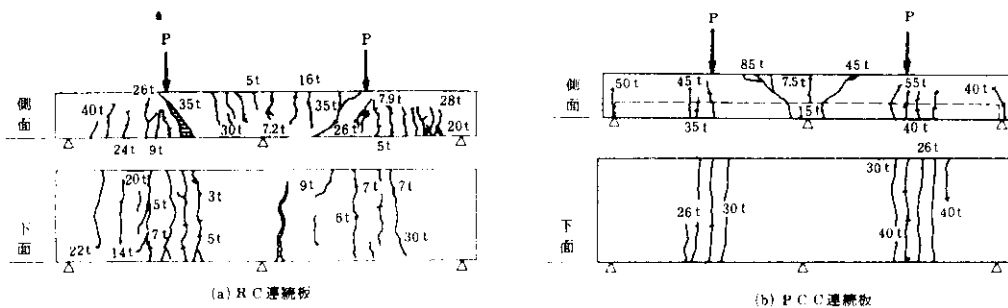


図-10 連続床版試験ひびわれ状況図

2-6 付着せん断試験⁴⁾

(1) 目的

合成桁のずれ止め試験でよく用いられるプッシュアウト試験を準用し、P C板とR C部との付着せん断強度を定量的に把握することを目的とした。

また、P C板の付着面の形状、付着面の清浄度の付着強度に与える影響もあわせて調査した。

(2) 実験方法

図-11に示すような実験装置を用い、P C板とR C部の境界面にクリップゲージを貼布した。P C板の付着面の形状は波形と網目の2種類、P C板の清浄性は無処理のもの、泥を塗布したもの、油性剝離材を塗布したものの3種類について実験を行った。泥、剝離材は付着面にはけで万遍なく塗りこんだ。

(3) 実験結果と考察

P C板に剝離材を塗布したものは付着強度が他の供試体よりはるかに低く、なかには型枠脱型時にすでに剝離したものがあつた。しかし、付着面に泥を塗布した場合は、付着力の大きな低下は見られなかった。

また、P C板付着面に網目仕上げを施したものはすべて波形仕上げのものより付着強度が低かつた。破断面はP C板凸部を結ぶ面で起こっており、すべてR C部のせん断によるものであつた。したがって、粗面の形状を決める際にはP C板の凸部

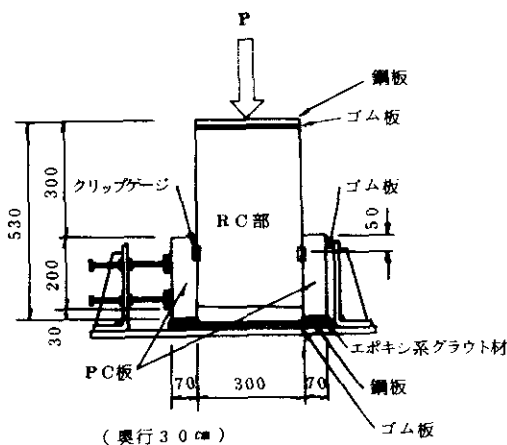


図-11 付着せん断試験方法

を小さくして、R C部のせん断抵抗面積を大きくとれば、付着強度を高めることができる。

平均付着せん断強度は24 kg/cm²程度、最低は10 kg/cm²であり、コンクリート標準示方書等で規定する値と比べてほぼ妥当といえる。

2-7 P C板切断試験^{4), 5)}

(1) 目的

P C板は厚みの薄いプレキャスト板であるため、使用するP C鋼材の種類や径によってはP C鋼材の直角方向に引張応力が顕著に発生する。そこで、所定のP C板を切断して局部応力の分布と大きさを測定し、プレテンション部材定着部におけるエッジ効果を把握することを目的とした。

(2) 実験方法

P C板の下面には、P C鋼材に沿ってひずみゲージを貼り付け、P C板切断直後のひずみの変化を計測した。供試体はP C鋼材に $\phi 10.8$ mmと3 \times $\phi 2.9$ mmの2種類の径を用いたものを作成した。

(3) 実験結果と考察

鋼材直角方向のひずみ分布を図-12に示す。 $\phi 10.8$ を用いた供試体では最大 10×10^{-5} 、3 \times $\phi 2.9$ mmを用いた供試体では最大 2.6×10^{-5} の引張ひずみを示し、太径の鋼材を用いたP C板は大きな局部引張応力が働くことが明らかとなった。

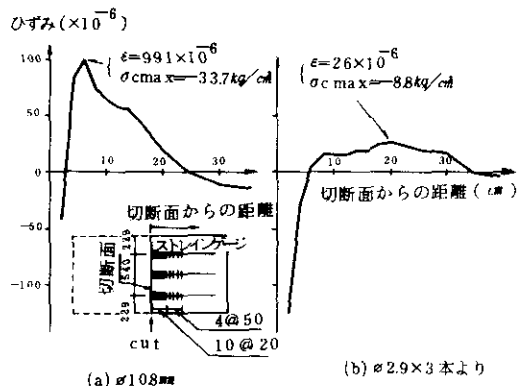


図-12 P C板切断後(10分間)のひずみ分布

なお、P C鋼材の付着長は25～35 cm程度であり、P C C床版の特長を生かすためにはP C板の長さは少なくとも1 m程度は必要である。

2-8 P C板横曲げ試験^{4),5)}

(1) 目的

前述の実験結果から、P C板の鋼材端部には局部引張応力が働くことが明らかとなり、そのため横曲げに対する耐力が減少する懸念がある。

そこで、P C板に横曲げを与えた場合のひびわれ発生およびボンドスリップの限度を把握するとともに、P C鋼材の種類の影響、ひびわれ補強方法の効果を確認した。

(2) 実験方法

供試体は、P C鋼材として $\phi 10.8\text{mm}$ 、 $\phi 9.3\text{mm}$ 、 $3\times\phi 2.9\text{mm}$ の3種類、補強法として溶接金網、メタルラスおよび補強なしの3種類のあわせて9種類を作成した。

載荷方法は、曲げスパン40cm、せん断スパン25cmの2点載荷とし、直線載荷と漸次繰返し載荷の2ケースについてそれぞれ実験を行った。そして、スパン中央のたわみ、コンクリート表面のひびき、およびP C鋼材のすべりこみの状態を測定した。載荷方法を図-13に示す。

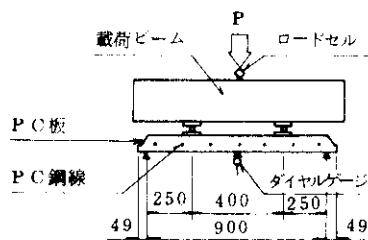


図-13 P C板横曲げ試験

(3) 実験結果と考察

平均ひびわれ荷重は $\phi 10.8\text{mm}$ で1.7t、 $3\times\phi 2.9\text{mm}$ で2.6 t、平均ボンドスリップ荷重は $\phi 10.8\text{mm}$ で1.2 t、 $3\times\phi 2.9\text{mm}$ で2.6 tとなり、P C鋼線の径の小さいものが耐力が高い。また、 $\phi 10.8\text{mm}$ では最初のひびわれはすべてP C鋼線の下で起こっているのに対し、 $3\times\phi 2.9\text{mm}$ ではすべて鉄筋の下で生じた。この原因としては鋼材径の大きいものの方

がプレストレスによる局部応力の大きいことが挙げられる。

補強方法ごとに平均ひびわれ荷重を求めてみると、メタルラスでは2.8 t、溶接金網では2.5 t、補強なしの場合は2.1 tであった。ボンドスリップ荷重についても同じ傾向があり、メタルラスや溶接金網は横曲げに対する補強効果が高いことがわかった。

また、供試体の中には鋼材下面のかぶり厚に数mmの誤差のあるものが見出され、かぶり厚が小さいと横曲げに対して早期にひびわれが発生することが明らかとなった。したがって、P C板製作時には所定のかぶりを確保するよう注意しなければならない。

2-9 P C板支点部耐力試験⁴⁾

P C板を主桁上フランジに乗せかける際、所定の桁かかり長が確保できないと、P C板支点部が破損することが考えられるので、P C板の主桁へのかかり長を種々変化させ静的載荷を行った。図-14に載荷方法を示す。

実験の結果、桁かかり長が最小10mmの場合でも作業荷重の8倍の荷重に対し何の異状も認められなかった。また、破壊試験では桁かかり長25mmの場合、作業荷重の18倍の破壊耐力を示した。

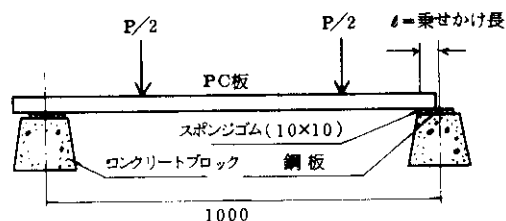


図-14 P C板支点部耐力試験の載荷方法

あとがき

一連の実験をとおして、P C板内のプレストレスによりP C鋼材と同方向の耐荷性状は大幅に改善できることが確認された。一方、P C鋼材と直

角方向の局部引張応力がコンクリートに発生することが明らかとなり、PCC床版の橋軸方向の引張応力に対しては十分な配慮をする必要がある。

そこで、非合成桁での桁変形による床版の曲げや連続桁中間支点上の負の曲げについて検討を加えた。単純桁にモデル化し理論解析を行い、設計荷重下における鋼桁上での橋軸方向の曲げ引張応力度を試算した。床版と鋼桁とは完全非合成とし、11t（衝撃荷重を含む）の後輪荷重が作用した時のPCC床版下縁の曲げ引張応力度を求めると、14～17 kg/cm²程度となる。また、連続桁中間支点上に後死荷重と活荷重によって生ずる断面力を合成断面として試算すると、床版下縁の引張応力度は17 kg/cm²程度である。これらの引張応力とプレストレスによるPC板下面の局部応力との和をひびわれ強度($\sigma_t \div 50 \text{ kg/cm}^2$ 程度)以下に抑えることは、技術的に可能である。

したがって、これらの点に十分配慮すれば、従来のRC床版に比べ数々の特長を持ったPCC床版は、メンテナンス・ミニマムに重点が置かれつつある今後の橋梁建設に高い可能性を有する工法として、大いに活用されることが予想される。

そのためには、この種の合成床版の合理的な設計法の確立、設計基準や施工マニュアルの策定など詰めるべき問題も多い。とくに、PCC床版内のプレストレスを設計に考慮して⁸⁾、Ⅱ種あるいはⅢ種PC部材と考えることが合理的設計法につながると思え、さらに検討を重ねている。

最後に、これらの調査研究にあたり助言と協力を賜った阪神高速道路公団技術審議会コンクリート構造分科会（主査：岡田清 京都大学教授）の委員各位、園田恵一郎 大阪市立大学教授をはじめ、多くの関係者に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 水元、正田；RC床版破損問題とその対応策、阪神高速道路公団、技報第2号、昭和57年
- 2) 今井、岡田、児島、水元；RC床版の乾燥収縮ひびわれに関する研究、土木学会論文報告集、№340、1983-12
- 3) 今井、水元；RC床版の損傷防止とPCC床

- 版、橋梁と基礎、pp116～120、昭和58年8月
- 4) PC埋設型枠床版の耐荷性状に関する調査研究報告書、日本材料学会委託、昭和57年3月
- 5) 岡田、水元、中島、正田；PC埋設型枠を用いた床版の耐荷性状に関する研究、PC技術協会第22回技術発表会、pp29～30、昭和57年11月
- 6) コンクリートの基礎性状に関する調査研究（その2）報告書、日本材料学会委託、昭和58年3月
- 7) 伊藤、正田；海老江出路PCC床版の設計と施工、阪神高速道路公団、第16回技術研究発表会、昭和59年2月
- 8) 渡辺明；PC板埋設型枠の利用による新省力・迅速施工法に関する研究、九州工業大学研究論文、昭和58年3月