

## 委員会報告

# PC合成床版工法設計施工指針（案）

RECOMMENDATIONS FOR DESIGN AND CONSTRUCTION ON PRESTRESSED CONCRETE PANEL COMPOSITE SLAB METHOD

PC合成床版工法に関する研究小委員会

*By Subcommittee on Recommendations for Design and Construction on Prestressed Concrete Panel Composite Slab Method, JSCE*

### 1. まえがき

近年、旧タイプの道路橋床版で損傷の報告が多く、その原因について各方面で種々取沙汰されてきた。

その設計施工上の不満も指摘されたわけだが、過載を含むおびただしい荷重の、複雑な繰返しを受ける事情に加え、コンクリート自身の劣化問題も絡むなど、床版をめぐる荷重環境の厳しさによるところも大きいと思われる。

さて、建設工事における現場熟練作業員の激減、技能レベルの低下の現実に即応するためには、施工の単純化・安全化・迅速化などを推進し、併せて労働・社会環境の整備を図らねばならないことはいうまでもない。

PC合成床版工法は工場製品のPC板を用いることによって支保工・型枠工事を著しく改善し、しかも、現場打ちコンクリート部との合成断面で抵抗させるという一石三鳥の効用を図るものだが、この適用によって、ひびわれ・たわみ特性が格段に優れ、保守管理、更新性などの点でもより好都合な床版が実現する利点は大きい。いま、本工法を道路橋床版に適用した場合の基本概念を図

—1に示す。

本工法の汎用を図るためにには、その設計施工指針の制定が必須で、土木学会コンクリート委員会の「PC合成床版工法に関する研究小委員会（委員長：渡辺明）」は昭和59年4月以来、その制定作業に当たってきたが、ここによく終了し、コンクリート・ライブラリー第62号「PC合成床版工法設計施工指針（案）」として刊行の運びに至った。

ここに本指針制定に当たって問題になった点、解決への経緯を報告し、指針の要点を述べる。

### 2. 問題になった点とその解決

本指針の制定に当たり特に問題になった点は

(1) プレキャストPC板と現場打ちコンクリートとの接合面のせん断耐力は大丈夫か。

(2) 橋軸方向にPC板継目が存在し、その上に現場打ちコンクリートが打設された場合、その版を等方性版として取り扱えないか。

(3) 連続桁支承上負モーメント領域におけるPC板は鋼線定着のフープテンションにさらに引張応力が加わるため、PC鋼線の定着部にひびわれが生じる懸念はないか。

などで、それについて理論的、実験的に追究され、また内外の諸文献も参考のうえ、次のような結論が導かれた。

#### (1) について

(1) は本工法を推進するうえで重大関心事であり、はりとして、版として、静的にまた繰返し荷重（移動載荷繰返し方式も含む）下で徹底的に追究された。

まず、はりとしての試験では、接合面にジベル筋を入

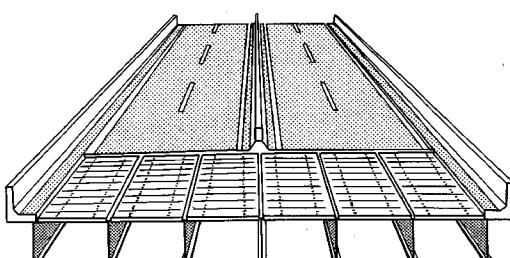


図-1 PCC床版工法の概念図

れたもの、凹凸をつけたもの、ブラッシングをしただけのもの（最悪の場合を想定して、接合面に離型剤を塗つたものも含む）などについて調べ、いずれの場合も設計荷重に対し十分な耐力を有することが実証された。

次に、辺長比 1:3、周辺単純支持版としてモデル化し、プレキャスト PC 板と現場打ちコンクリートの厚さの比を 3 種類変えた版に縁端載荷すなわちせん断卓越型載荷をした場合の解析を行い、 $4.01 \sim 6.74 \text{ kgf/cm}^2$  の最大せん断応力度を算出したが、PC 板表面に網目をつけて程度でも  $10 \text{ kgf/cm}^2$  以上、4 mm 程度の凹凸をつければ  $20 \text{ kgf/cm}^2$  以上の耐力があることが実験的に明らかにされており、後者程度の凹凸をつけておけば全然問題ないことが確認された。

さらにこのことに関しては、2 径間連続供試体における 500 万回の疲労試験でも問題は生じなかったとの報告があり、また AASHTO では、単にブラッショングしただけでも十分と結論づけている。

#### (2) について

PC 板 4 枚で合成された  $2000 \times 1800 \text{ mm}$  の 1 方向版で、PC 板と現場打ちコンクリートの厚さの比が 110/60 のものと 70/70 の両場合につき、移動載荷線返し試験を 200 万回まで実施して、たわみ、コンクリート上面応力などを実測し、理論値と比較した。

PC 板厚、現場打ちコンクリート厚ともに 70 mm という極端に薄い PC 合成床版の場合でも、T-20 程度の輪荷重の繰返しに対し十分等方性として挙動することが明らかとなり（ちなみに新指針では、現場打ちコンクリートの厚さは PC 板の厚さの 1.5 倍以上と規定している）、しかも現場打ちコンクリート中に入れた配力鉄筋にはわずか  $80 \text{ kgf/cm}^2$  程度の引張応力度しか生じなかった。また継手部は十分な疲労耐力を有し、版下面のひびわれの発生が著しく少ないと判明した。

なお、阪神高速道路公団や日本道路公団などでこれまで実施した限りでは、PC 板の継目に沿ってのひびわれ発生は認められていない。

#### (3) について

鋼線の径を種々変えて鋼線定着に起因するフープテンションを計算し、それに負モーメントによる引張応力を加算しコンクリートの引張強度と対比してみたが、鋼線径  $9.3 \text{ mm}$  程度までなら、实际上主桁フランジと負鉄筋に拘束されていることも手伝い、問題ないことがわかった。

しかし材料学会が実施した横曲げ試験で、 $\phi 10.8 \text{ mm}$ になると急激にひびわれが発生することが認められ、あまり太径の鋼線の使用は避けるべきであることが結論づけられた。

### 3. 指針の目次と要点

#### (1) 目 次

- 1 章 総 則
- 2 章 材 料
- 3 章 PC 板の設計
- 4 章 PC 合成床版の設計
- 5 章 けたとしての PC 合成床版の設計
- 6 章 施 工
- 7 章 試験および検査

#### (2) 適用の範囲

本指針は、PC 合成床版の設計および施工において、特に必要な事項についての一般の標準を示すものである。本指針に示されていない事項は、土木学会「コンクリート標準示方書」によるとし、対象とする PC 板は、原則として、(i) プレテンション方式による工場製品であるもの、(ii) 板の厚さが 7 cm 以上であるもの、(iii) 板の幅が 0.5 m 以上で、1.0 m を標準とするもの、(iv) 板の長さが、PC 鋼材として SWPD 32.9 mm 3 本よりを使用する場合は 0.9 m 以上、SWPR 7 A 7 本より 9.3 mm を使用する場合は 1.2 m 以上であるもの、(v) 板の上面には、PC 鋼材の方向に凹凸があるので、その凹部と凸部、凸部と凸部の間隔は 40 mm から 50 mm の範囲内にあり、かつ凹凸の段差が 4 mm 程度であるもの、などとしている。

本指針は、主として道路橋の床版を念頭に置いて定めたが、道路橋の床版以外の構造物を対象とする場合でも、本指針の趣旨を尊重して十分な検討を行えば、上記の適用範囲以外にも、本指針の適用が可能であると、解説に示した。

#### (3) PC 板の使用限界状態に対する検討法

プレストレッシング直後において、(i) プレストレスによる軸圧縮応力度は、 $100 \text{ kgf/cm}^2$  以下であること、(ii) プレストレスと PC 板の自重とを合成した場合、同一断面内の曲げ圧縮応力度の最小値はその最大値の  $3/5$  以上であること、とし、また床版の施工時において、有効プレストレスと PC 板の自重、現場打ちコンクリートの自重および作業荷重とを合成した場合、コンクリートの曲げ圧縮応力度は、 $200 \text{ kgf/cm}^2$  以下であり、かつコンクリートには曲げ引張応力が生じてはならないと規定した。

プレストレス力および PC 鋼材の偏心量をできる限り大きくして、床版の施工時または PC 合成床版の設計荷重作用時に曲げ引張応力が作用する箇所に、大きな曲げ圧縮応力を作用させるのがよいが、PC 板のような薄肉部材では、過大なそりや、座屈が生じやすくなることなどを考慮した制限条項である。

#### (4) PC 合成床版の使用・疲労限界状態に対する検討法

次の3つの方法を示し、いずれの方法を選んでもよいとした。

**A法：応力度を忠実に算定しようという方法**であって、各施工段階ごとに、PC板あるいは現場打ちコンクリートがどのような荷重に抵抗できるかを考慮して応力度を算定し、それを加算していく方法である。設計荷重作用時に、PC板に曲げひびわれが生じるのを許しておらず、曲げひびわれおよび鋼材の疲労に次する検討を行うこととしている。この方法は他の方法に比べて、経済的に設計できるが、設計計算は最も繁雑である。

**B法：A法と応力度の算定方法は同じであるが、PC板内に引張応力の発生を許さないことによって、耐久性の優れたPC合成床版を造るとともに、設計計算を簡単に行える方法である。**すなわち、PC板の曲げひびわれに対する検討が不要であるとともに、PC板内の鋼材応力度の変動は小さくなるので、疲労に対する検討も不要となる。さらに、正の曲げモーメントが作用する箇所では、「コンクリート標準示方書」設計編11.3.1(3)に準じて、現場打ちコンクリートに生じている曲げ引張応力に相当する分の引張鉄筋を現場打ちコンクリート内に配置し、PC合成床版の全断面を有効とする計算を行ってよい。ただし、負の曲げモーメントが作用する箇所では、現場打ちコンクリートの曲げひびわれと現場打ちコンクリート内の鋼材の疲労に対する検討を行わなければならない。

**C法：簡略化した算定方法であり、実際の応力状態とは異なった仮定を用いている。**すなわち、床版施工後にPC板内に残っている圧縮応力を無視し、上載荷重などが作用する前のPC合成床版内の圧縮応力度をすべて0と仮定している。この意味で、A法と比べると経済的とはいえないが、設計計算は簡単になっている。

#### (5) PC 合成床版の終局限界状態に対する検討法

終局限界状態に対しては、曲げモーメントおよび軸方向力に対する安全性の検討、せん断力に対する安全性の検討を「コンクリート標準示方書」設計編6.2および6.3に準じてそれぞれ行うものと規定し、設計曲げ耐力の設計曲げモーメントに対する比が、設計せん断耐力の設計せん断力に対する比が、そして設計押抜きせん断耐

力の設計押抜きせん断力に対する比などが、それぞれ構造物係数(1.15)以上でなければならないとしている。

#### 4. PC 合成床版工法参考資料

2. に前記した問題点解明のために行った諸実験報告、検討結果、その他の参考資料等を以下に掲げている。

1. 設計例
2. PC合成床版工法の特徴
3. PC合成床版工法の施工手順
4. PC板と現場打ちコンクリートとの接触面に作用するせん断力の検討
5. PC板上面の表面形状について
6. 移動載荷方式による版厚の薄いPC合成床版の挙動
7. PC板を用いたPC合成床版の疲労実験
8. PC合成床版に使用するPC板の形状および支持状態に対する検討
9. PC合成床版工法の施工実績
10. PC合成床版に関する参考文献

#### 5. あとがき

近年、たとえば橋梁のようにひとたび供用が開始されると、交通事情などの制約を受けて、構造物の保守管理作業がきわめて難渋するため、初期投資は大きくともむしろ完成後の保守管理のより容易なものを選ぼうとする傾向や、構造物を耐用部位と更新部位とに分けて設計しようとする、いわゆる「部位別耐久設計」において、たとえば橋梁床版を更新部位として位置づけ、交換しやすい構造細部にしようとする気運などが世界的に高まってきた。PC合成床版工法はそのような趨勢に沿う工法でもある。

本指針は一応道路橋床版を念頭に置いて定めたが、「PC板の厚さは、PC板の長さ方向に変化しないものを標準とするが、部分的に増厚されたものでもよい。また、PC板の幅方向にも等厚のものを標準とするが、ウェブなどを付置したものでもよい。」としており、鉄道橋や桟橋の床版、水路の覆板などへの適用も可能であり、現にその方面や特に建築面での利用が急拡大している。本工法の広い活用を期待したい。

(文責：渡辺 明／1987.1.6・受付)