

プレストレストコンクリート合成床版 (CS版) の開発試験と設計・施工について

池田 永司*
林 三雄**
浜戸 昇***

1. はじめに

合成床版構造は、建設の工業化に伴って急速に発展してきた一つのシステム工法である。このシステムに使用される PC 版は、合成用 PC 版または「合成床版」と呼ばれ、従来のダブル T (D.T) 版に代表されるような部材と区別されている。その理由は、従来型 PC 版の場合、版自体で床組を構成し全荷重を負担しているのに対し、合成用 PC 版は建物のスラブ型枠を兼用し、その後打設される後打ちコンクリートと合成することによって床版構造を形成するためである。したがって合成用 PC 版は、従来型の版と比較すると半製品（ハーフ PC 部材とも呼ばれる）という位置付けができる。

現在コンクリート系合成床版は、既に数種の工法が実用化され、今後も様々な新しいタイプが登場すると思われるが、大別するとその構造種別と合成面のせん断伝達機構によって概ね表-1のように分類することができる。構造は PC 系と RC に分かれ、合成面のせん断伝達機構は表面に凹凸のコッターを設け機械的に伝達するものと結合鉄筋のジベル効果によるものに分けられる。

表面仕上げはいずれも粗面にし後打ちコンクリートの付着力を高めているが、異質なコンクリートの積層構造となるため、乾燥収縮、クリープ、繰返し荷重による影

表-1 コンクリート系合成床版の分類

せん断伝達機構		A 凹凸コッター 機械的伝達	B 鉄筋ジベル	C 粗面仕上げ 付着伝達
PC系	フルまたはパーシャル	IA・IIA ②	IB・IIB	IC・IIC
	Ⅲ種 PC	ⅢA ②	ⅢB	ⅢC ①
RC	鉄筋コンクリート	IVA ①	IVB ③	IVC

注) ①内数字は現在一般評定または評定、評価を受けている主な工法の数を示す。

響等を考慮すると、粗面の程度によるが長期的にみて多くは期待できないという指摘がある。

合成床版構造は、この付着せん断機構以外にもまだ解明されていない部分が多く、その性能の判断が難しいものとされている。通常、日本建築センターの評定もしくは評価の積み重ねによって商品の実用化がはかられている。

ここでは表-1の分類でⅢAもしくはⅢCに相当し、その略称をCS版(Composite System版)と呼ぶ合成床版用PC版について、その実用化を目的に行ってきた各種の開発試験の概要と建築センターの評価の際指摘・指導された内容に基づく設計並びに製作・施工について報告するものである。

2. PC版(CS版)の概要

合成床版用として計画した本CS版は、工場生産を前提とし、従来型のPC部材に比べていくつかの特徴を持っている。以下、断面・形状、使用材料、構造等についてその内容を要約する。

2.1 CS版の断面・形状

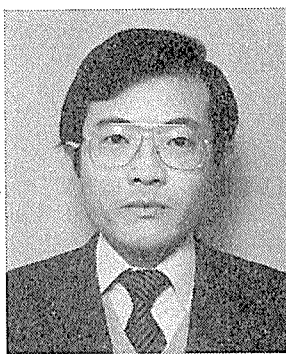
断面・形状は図-1に示すようにダブルT型とし、版幅を



* Eiji IKEDA
ピー・エス・コンクリート
(株) 東京支店 建築部長



** Mitsuo HAYASHI
ピー・エス・コンクリート
(株) 東京支店 建築部 技術
課長



*** Noboru HAMATO
ピー・エス・コンクリート
(株) 東京支店 建築部 技術
課

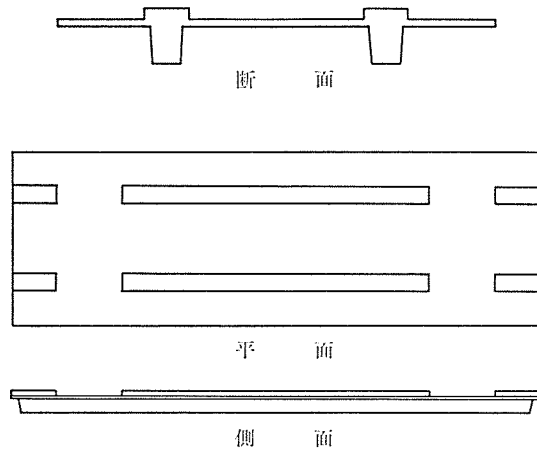


図-1 CS版の断面・形状

2 m としている。

版厚は部材の軽量化と後打ちコンクリートとの断面差を大きくするため 3 cm とする。

背リブは版せいを小さくし、かつ後打ちコンクリートとの合成を良くすることを目的として設け、端部で版ステムを切り欠く上にも重要な役割を果たしている。背リブを両端部で切り欠いているのは、曲げモーメントが小さく版せいに影響の出ない部分に配管スペースが取れるよう、また版長手方向の面せん断のすべり止め、すなわちシアーストッパーを設けることを目的としている。

版ステムはスパンおよび荷重により 100~250 mm まで変化し、事務所荷重を対象とする場合スパンは約 4~9 m を目標としている。

2.2 使用材料

CS 版のコンクリートは高強度を採用している。

材料の標準的な仕様を下記に示す。

コンクリート：

CS 版 設計基準強度 $F_c=630 \text{ kg/cm}^2$

プレストレス導入時強度 $F_{ci}=400 \text{ kg/cm}^2$

後打ちコンクリート 設計基準強度 $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$

PC 鋼材：PC 鋼より線 (SWPR 7 A または SWPR 7 B)

鉄筋：SR 24, SD 30

2.3 構造種別

CS 版および合成床版の構造はプレストレスト鉄筋コンクリート (Ⅲ種 PC) 構造を採用している。Ⅲ種 PC 構造の Ⅲ_{tb} に相当する。

3. 設計概要

3.1 設計方針

合成床版の設計は、鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 (RC 規準)、プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説 (PC 規準)、プレストレスト鉄筋コン

クリート構造設計施工指針・同解説 (PRC 指針) 等に準拠し、以下の方針に従って行う。

- 1) CS 版と後打ちコンクリートは、合成構造として平面保持の仮定が成立するものとする。
- 2) 設計はⅢ種 PC 構造とし、コンクリートの引張応力度が曲げ引張強度以下となるよう設計する (Ⅲ_{tb})。
- 3) 支持条件は単純支持とし、合成後端部に生じる曲げ応力に対しては RC 構造として検討する。
- 4) 床の地震せん断力の伝達に対しては、剛床仮定が成立するものとする。
- 5) 断面の検討は CS 版のプレストレス導入から合成後の設計荷重作用に至る各段階に対して行う。
- 6) 打継ぎ面におけるせん断は、打継ぎ面の粗面による付着せん断、および背リブ切欠き部の凹凸によるせん断機構で伝達させる。
- 7) 支承部の検討は PCI Design Handbook に示される方法によって行う。

3.2 設計条件

- 1) 仮定荷重：合成床版の自重は CS 版の単位体積重量 2.5 t/m^3 、後打ちコンクリート 2.4 t/m^3 として計算する。また後打ちコンクリート打設時の作業荷重は $W=150 \text{ kg/m}^2$ とする。
- 2) CS 版コンクリートの許容応力度：表-2

表-2 CS 版コンクリートの許容応力度

		(kg/cm^2)
設計基準強度	F_c	630
プレストレス導入時圧縮強度	F_{ci}'	400
許容圧縮応力度	導入時 f_{ci}'	235
	設計荷重時 f_c	210
許容斜張応力度	導入時 f_{ti}'	16.5
	設計荷重時 f_{ti}	14.7
許容せん断応力度	τ_a	8.6
許容引張応力度	f_{tb}	73.5

- 3) 後打ちコンクリートの許容応力度：後打ちコンクリートの設計基準強度は 210 kg/cm^2 以上とし、許容応力度は RC 規準に従う。

3.3 設計手法

合成床版の設計の流れを図-2 に示す。設計においては、特に以下の点に留意して検討を行うこととしている。

- 1) 合成後の断面諸定数は、PC 部分と後打ち部分のコンクリートのヤング係数差を考慮して求める。
- 2) CS 版の支持梁へのかかり代は 4 cm 以上とする。
- 3) 合成後端部に生じる曲げ応力に対し、ひびわれおよびたわみ増大を防止するために支持梁による固定度を考慮して必要鉄筋量を算定する。また CS 版直

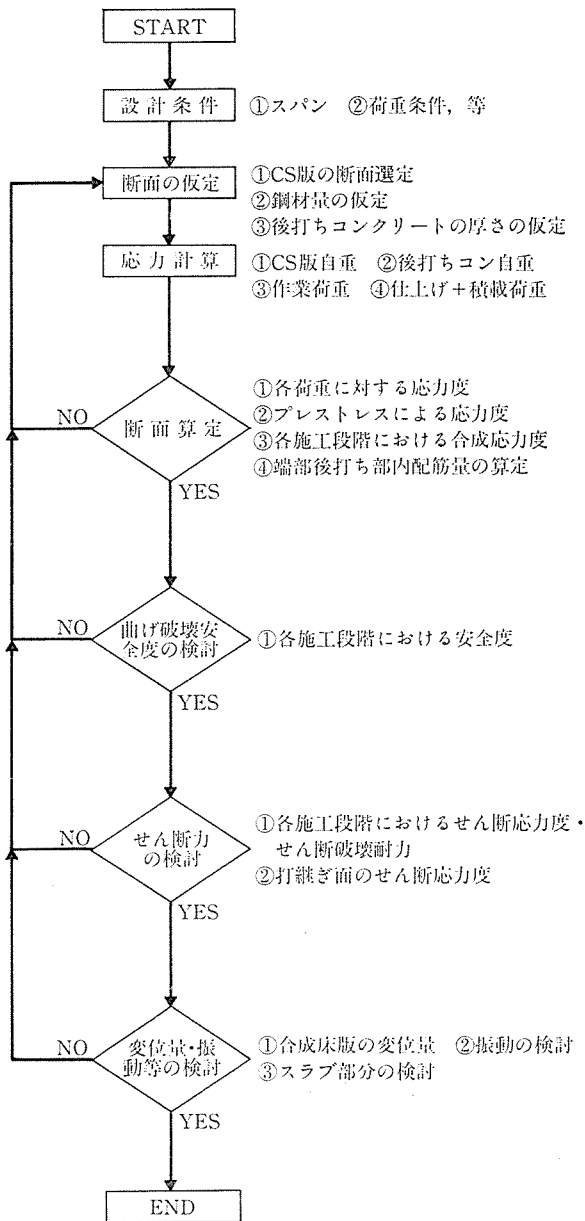


図-2 合成床版の設計フロー

交方向（版相互目地部，支持梁部）に乾燥収縮によるひびわれ防止のため適量の配筋を行う。

- 4) せん断力の検討は各段階を追って行う。CS版および後打ちコンクリート自重についてはCS版単体で負担させ、仕上げ・積載荷重については合成断面で負担させる。せん断応力度の分布状態を図-3に示す。
- 5) 床は地震力に対し剛床仮定を行うが、せん断力の伝達は後打ちコンクリートのみで行うものとし、必要に応じて剛床仮定の可否を検討する。また支持梁に対する有効スラブは同様に後打ちコンクリートのみを考慮する。
- 6) 打継ぎ面における許容付着せん断応力度は、打継ぎ面を粗面とすることを前提として $\tau_a = 3 \text{ kg/cm}^2$

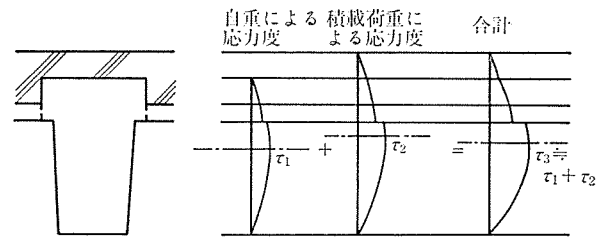


図-3 せん断応力度分布

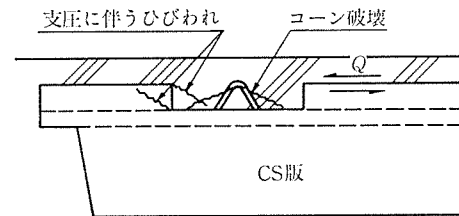


図-4 背リブ切欠き部せん断機構

とする。この許容値は後述する試験結果によると十分に安全側であるが、長期的性状としてはなお未解明であり、本CS版では万一付着が切れた場合を想定し図-4に示すごとく背リブ端部に設けた切欠き部、および吊りフックにより打継ぎ面のすべりおよび剝離を止めるものとする。

- 7) 支承部の検討は、PCI Design Handbookに示される方法により強度設計を行う (Design of Connection-Dapped End Connection)。検討を要する断面は図-5に示すとおりで、各々の想定ひびわれ断面に対し設計強度が必要強度を上回るよう設計する。以下その概要を示す。

$$\text{必要強度 } U = 1.4D + 1.7L$$

D : 固定荷重

L : 積載荷重

- 検討 1 : 曲げに対する検討 (想定ひびわれ ①)

$$\text{設計強度 } \phi M_y = \phi A_s f_y d$$

ϕ : 強度低減係数 (0.85)

- 検討 2 : 純せん断に対する検討 (想定ひびわれ ②)

$$\text{設計強度 } \phi V_n = \phi A_v f_y \mu$$

ただし、 $\phi V_n \leq \phi (0.2 f'_c A_c)$, $\phi (56.2 A_c)$

μ : 想定ひびわれ面の摩擦係数 (1.4)

A_c : 想定ひびわれ面の断面積

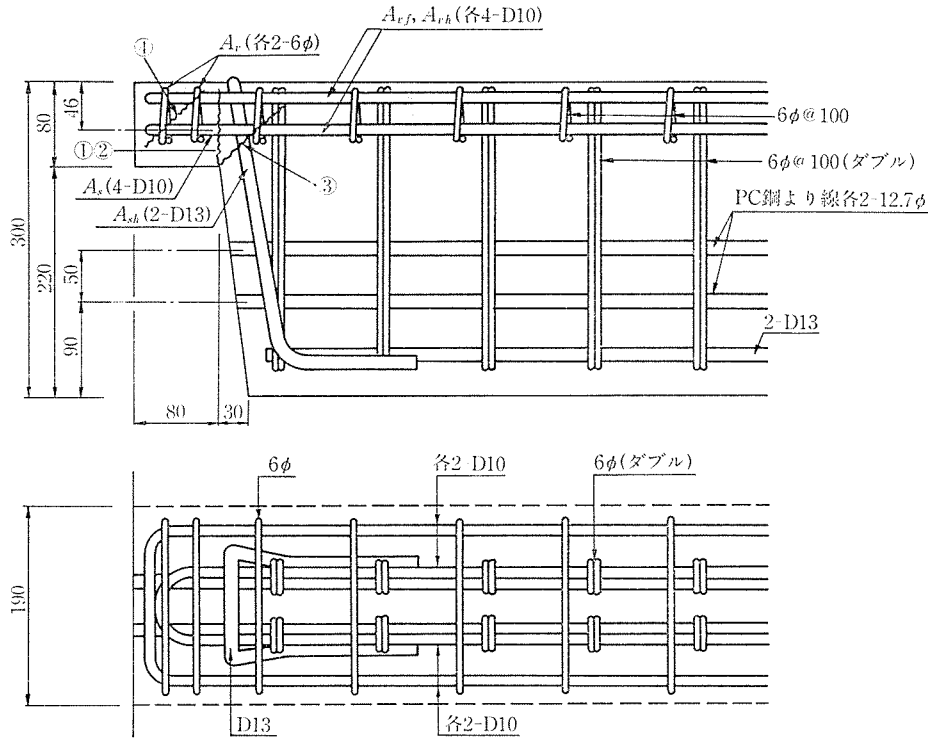
f'_c : コンクリートの圧縮強度

- 検討 3 : 入隅部より進展する斜ひびわれに対する検討 (想定ひびわれ ③)

$$\text{設計強度 } \phi V_n = \phi A_s h f_{ys}$$

ただし、 $\phi V_n \leq \phi (2.12 \lambda \sqrt{f'_c} b d)$

λ : 軽量コンクリートに対する係数 (普通コンクリートは $\lambda = 1.0$)



図—5 支承部配筋図

検討 4：持出し部に進展する斜ひびわれに対する検討（想定ひびわれ ④）

設計強度

$$\phi V_n = \phi (A_v f_v + A_v h f_{yv} + 0.53 \lambda \sqrt{f_c'} b d)$$

$$\text{ただし, } \phi V_n \leq \phi (2 A_v f_v + 0.53 \lambda \sqrt{f_c'} b d)$$

8) 合成床版のたわみは、特にプレストレス導入時のキャンバーに関し、版敷設時の不ぞろいを防止するため極力小さくするよう設計する。

3.4 設計例

用 途：試験研究所

構造・規模：鉄骨造 2階建，2階床に CS 版使用

延床面積 2160 m²，CS 版面積 976 m²

設計条件：設計スパン $L=8.0$ m

仮定荷重

$$\text{仕上げ+積載} = 280 \text{ kg/m}^2 + 300 \text{ kg/m}^2$$

CS 版導入プレストレス：

PC 鋼より線 12.7 φ (SWPR 7 B)

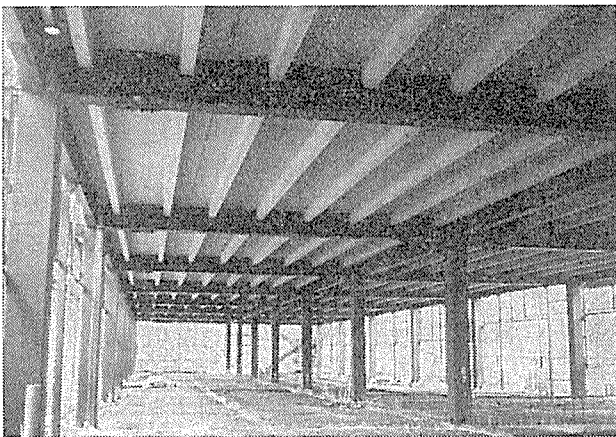
$$P_T = 12.7 \times 4 = 50.8 \text{ t/m}$$

$$\text{設計時 } P_e = 40.64 \text{ t/m } (\sigma_g = 57.3 \text{ kg/cm}^2)$$

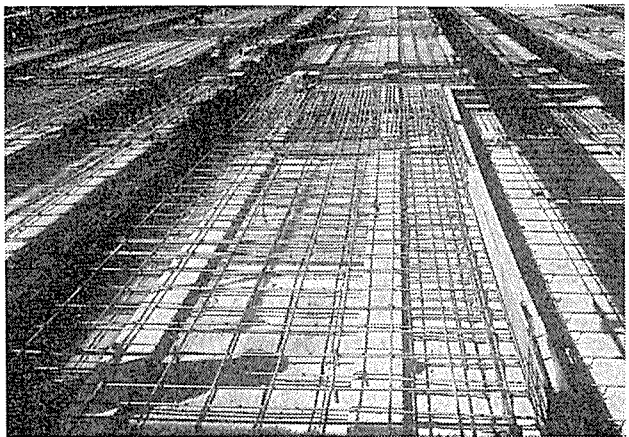
設計概要：図—5～図—8

4. 製作・施工

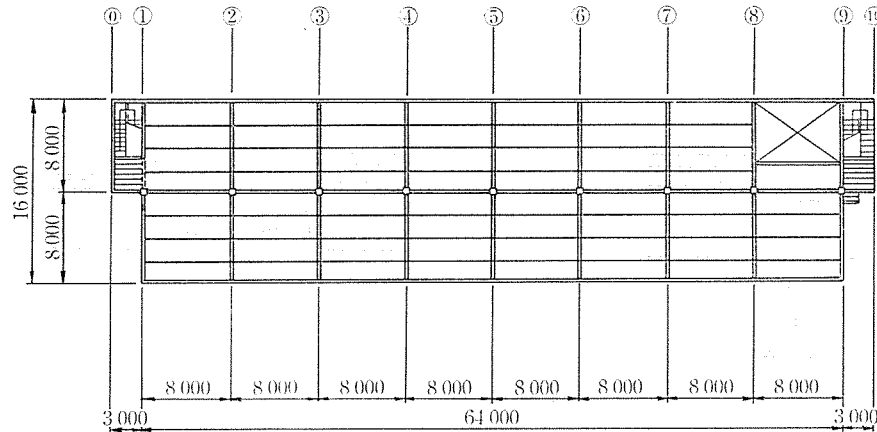
CS 版の製作・施工並びにそれに伴う検査は、通常の PC 部材と類似しているが、いくつかの特徴的なポイントも有している。ここではそのポイントのみを述べるものとする。



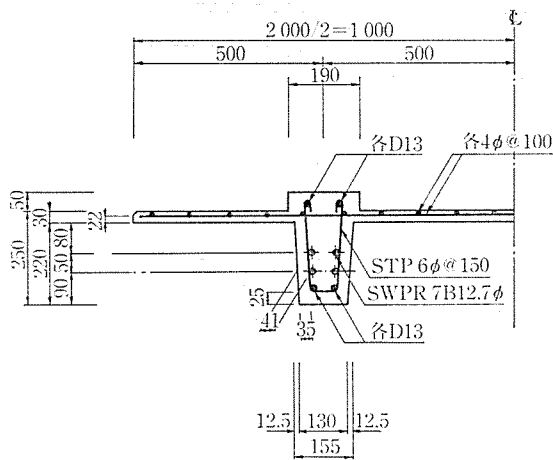
写真—1



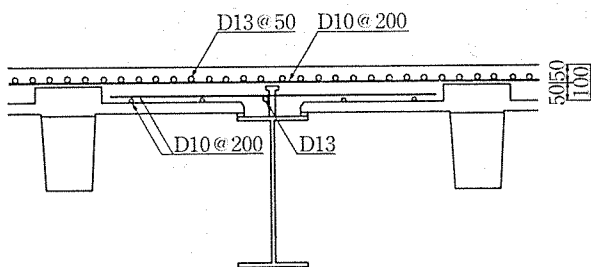
写真—2



図—6 平面図



図—7 断面形状図



図—8 後打ち部端部配筋図

4.1 製作上の注意点

- 1) 版上打継ぎ面の粗面仕上げは入念に行い、レイタンス等は確実に除去する。
- 2) 版部メッシュ筋のかぶり厚は、所定どおり下端より確保する（設計かぶり ±2 mm）。
- 3) 支承部の配筋は、厳格に所定の位置を確保するよう行う（支承部の鉄筋は力学的に重要な役割を持ち配置誤差に敏感である）。
- 4) プレストレスの導入は、コンクリートが所定強度（400 kg/cm²）に達したことを確認してから行う。
- 5) 版部は薄く脆いので直接衝撃を与えないよう取扱

表—3 ひびわれ廃棄基準

箇所	許容ひびわれ幅
システム	0 mm
支承部	0.1 mm
版部	0.3 mm*

* 0.2 mm を超えるものは補修する。

表—4 出荷時許容誤差

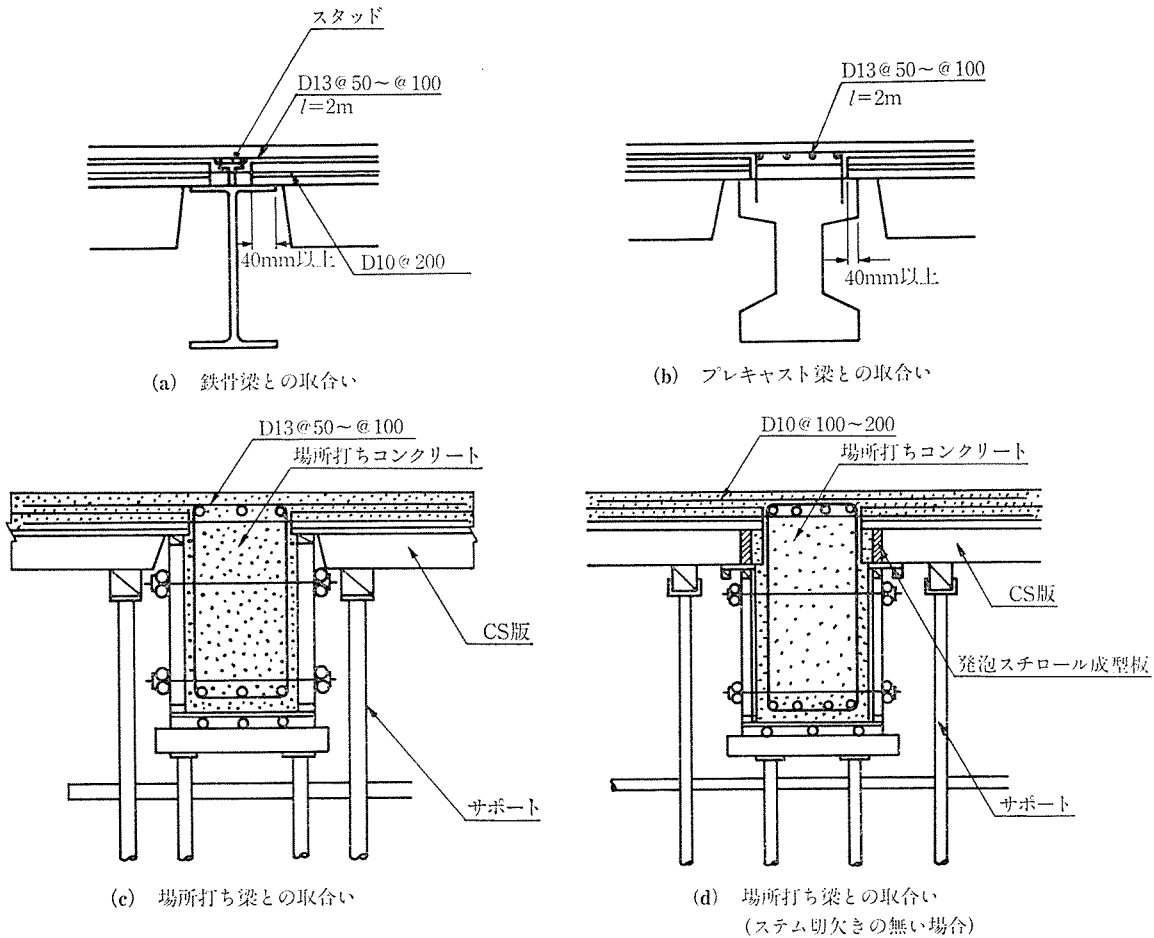
箇所	許容誤差
版 長	±5 mm
版 幅	±3 mm
版 厚	± ₀ ³ mm
反 り	設計値 ±5 mm

いに注意する。

- 6) 製品の保管は、版にねじれおよび過大な反りが起きないように仮置きに注意する。
- 7) 製作から敷設、後打ちコンクリート打設までの期間は2か月を限度とする（鉄筋の打継ぎ面でのかぶりが少なく発錆に注意を要する）。
- 8) 部材の寸法検査は、所定の誤差以内にあることを全数確かめる。特にかかり代に影響する版長は、入念に検査を行う（表—4）。
- 9) 部材のひびわれおよび破損については入念にチェックし、表—3 に示す基準に従い廃棄・補修を行う。

4.2 施工上の注意点

- 1) 部材は運搬されて来た時、車上で受け入れ検査を行う。
- 2) 所定のかかり代は、版敷設時および敷設完了後も十分確保されていることを確かめる。
- 3) 版部は衝撃に脆く壊れ易いため取扱いに注意する。
- 4) 版上に重量物を載荷する時は、背リブに直交する



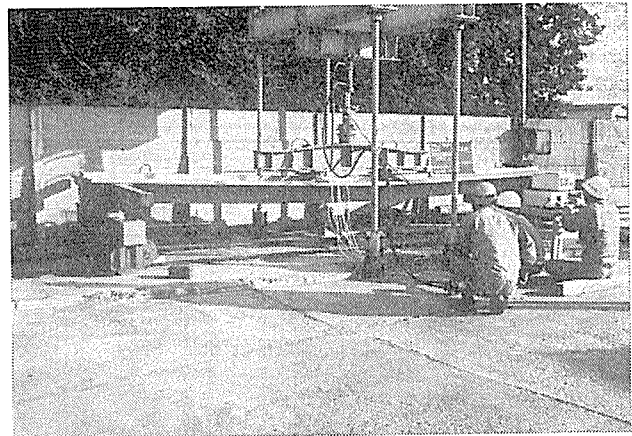
図—9 梁との標準的取合い

よう載せ、版部に直接触れないようにする。

- 5) 版上の載荷重は、後打ちコンクリートと作業荷重による応力を上回らない範囲とする。
 - 6) 目地部は隙間の検査を行い、コンクリート漏れの恐れがある場合はこれをシールする。
 - 7) コンクリート打設前、版上の油分、ゴミ等附着性能に支障あるものはこれを除去する。
 - 8) コンクリートの打設は、一箇所に山盛りにならないよう十分に注意して行う。
 - 9) コンクリートの打設後急激な乾燥を避けるため、一定期間は適宜散水養生を行う。
 - 10) コンクリートの養生期間は、コンクリートが所定強度の 85% に達するまでとする。またこの期間は、版上に重量物は載せないようにする。
 - 11) 養生完了後の版上に重量物を載せる時は、その版の設計積載荷重を超えないものとする。
- CS 版の標準的な取合いを 図—9 に示す。

5. 開発試験

合成床版の開発に伴い、その力学的特性を把握し、構造上の安全を確認するために各種試験を実施した。以下



写真—3

その概要と結果について報告する。

5.1 曲げ試験

目的：CS 版単体 および合成床版の曲げ性能を調べ、合成構造としての一体性を確認することを目的として行った。

試験方法：試験体断面は 図—1 に示す断面の半分（シングルTタイプ）とし、また後打ちコンクリートの厚さは 10 cm とした。支承スパンは 5.5 m である。なお試

験体の断面仮定は前述した設計例に基づいている。

導入プレストレス

$$4-12.7 \phi, P_T=50.8 \text{ t} (\sigma_g=71.2 \text{ kg/cm}^2)$$

コンクリート強度 CS 版 $\sigma_{14}=580 \text{ kg/cm}^2$

後打ち部 $\sigma_3=300 \text{ kg/cm}^2$

結果と考察：曲げ試験の荷重-変位履歴を 図-10 に、計算値と実験値の比較を 表-5 に示す。また試験体中央におけるひずみ測定結果を 図-11 に示す。

これらの結果より、実験値は合成効果を考慮して求めた計算値とよく一致しており、一体構造とみなしてよいことが確認された。

また設計荷重（ひびわれ耐力）を多少超過してもひびわれ幅は小さく、除荷後の復元力も極めて優れていることが示され、本合成床版がプレストレスコンクリート構造としての性能を備えていることが確認できた。

5.2 支承部せん断試験

目的：合成床版の支承部は、設計手法の項で述べたごとく、CS 版支承部に配筋した鉄筋によりせん断伝達を行うものとして設計している。この設計手法を本合成床

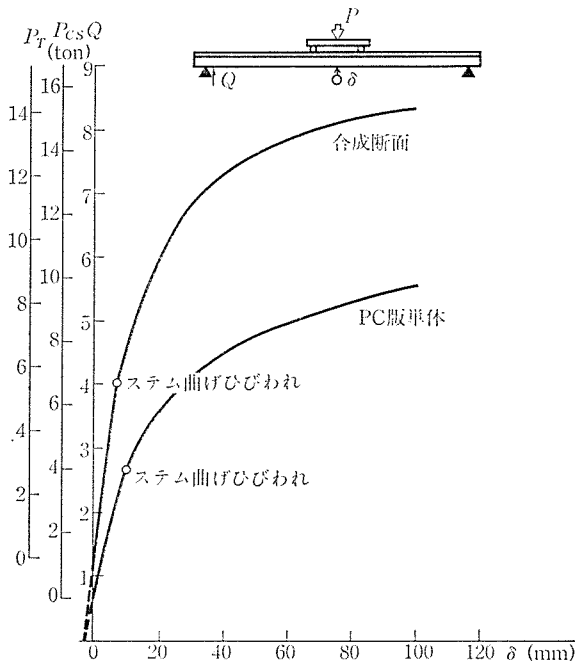
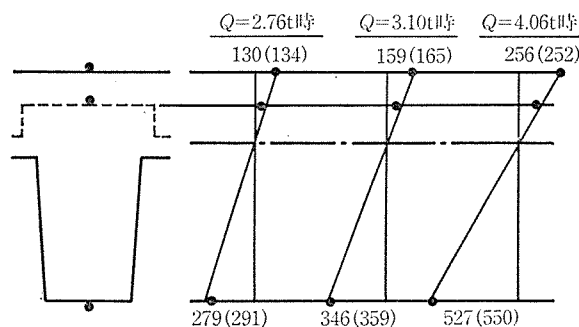
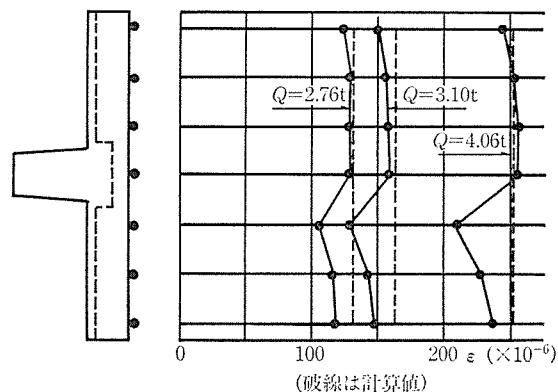


図-10 曲げ試験荷重-変位履歴

表-5 曲げ試験結果

		実験値	計算値
PC 版単体	初期剛性 $EI (\times 10^9 \text{ kg}\cdot\text{cm}^2)$	14.87	12.22
	ひびわれ耐力 $M_{cr} (\text{t}\cdot\text{m})$	6.30	5.99
	曲げ降伏耐力 $M_y (\text{t}\cdot\text{m})$	12.70	12.12
合成床版	初期剛性 $EI (\times 10^9 \text{ kg}\cdot\text{cm}^2)$	27.96	27.08
	ひびわれ耐力 $M_{cr} (\text{t}\cdot\text{m})$	9.07	8.81
	曲げ降伏耐力 $M_y (\text{t}\cdot\text{m})$	18.73	17.36

注) 鉄筋、PC 鋼材の強度は規格強度 $\times 1.1$ として計算



●印が測定値
()内の数値は計算値

図-11 ひずみ測定結果

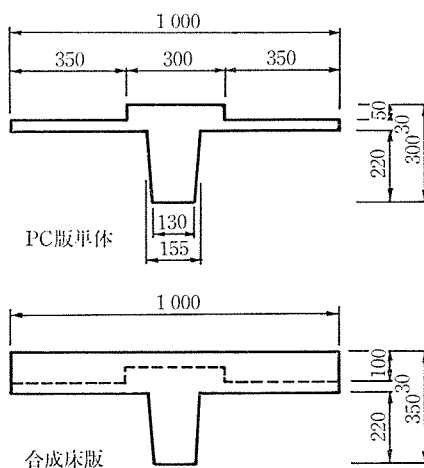


図-12 試験体断面

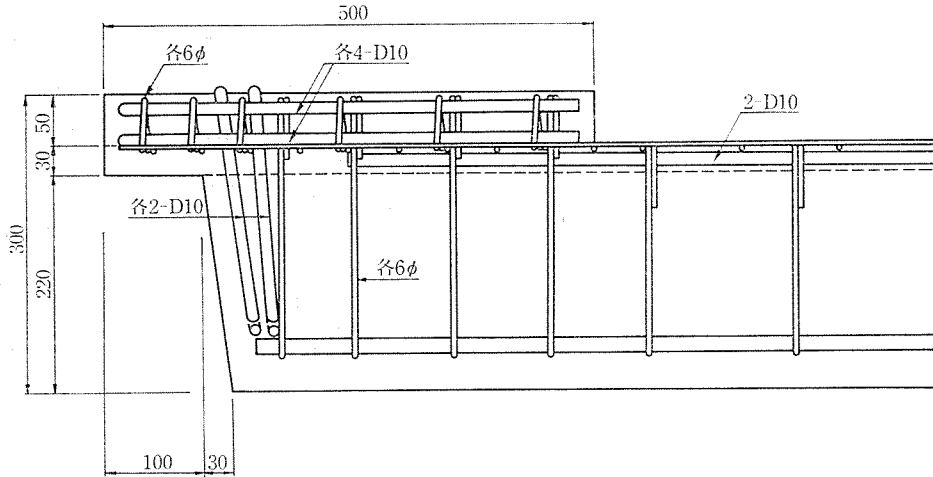
版の設計に適用するにあたって、その妥当性を確認し、また破壊性状等の耐力性状を把握することを目的として、前述設計例を基に仮定した断面で CS 版単体および合成床版の支承部せん断試験を実施した。

試験方法：試験体断面を 図-12 に、CS 版の支承部配筋を 図-13 に示す。なお試験体には実設計と異なり PC 鋼材は配置されていない。

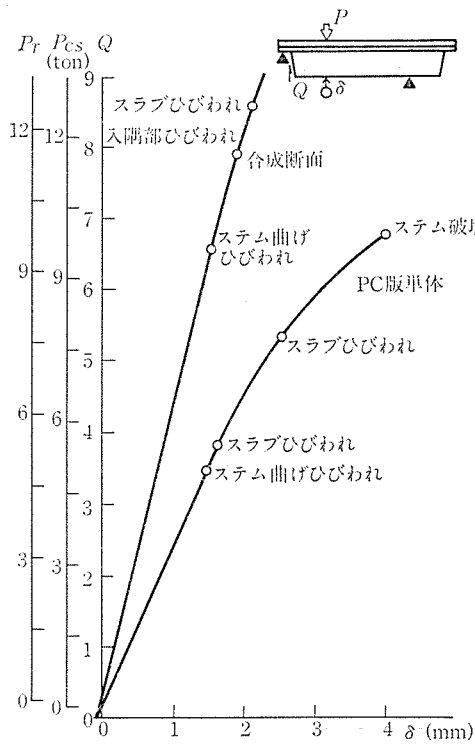
コンクリート強度 CS 版 $\sigma_{13}=610 \text{ kg/cm}^2$

後打ち部 $\sigma_{14}=220 \text{ kg/cm}^2$

結果と考察：支承部せん断試験の荷重-変位履歴を 図



図—13 支承部配筋（試験体用）



図—14 支承部せん断試験荷重-変位履歴

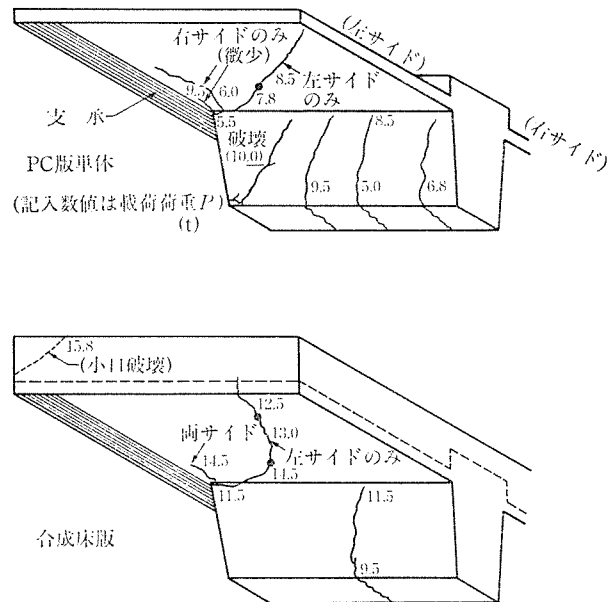
—14 に、またひびわれ状況を 図—15 に示す。

CS 版単体，合成床版ともにリブ下端の曲げ補強筋が不足し，早期に曲げひびわれが発生したが，支承部は曲げ試験による曲げ耐力に比べ十分なせん断耐力があることが示された。一般的な床設計の範囲で起こり得るせん断力に対して本支承部は十分に安全であるといえる。

なお試験体の破壊性状は，CS 版単体でリブのせん断破壊，合成床版で持出し部小口の破壊であった。また打継ぎ面のずれは，破壊に至るまで全く見られなかった。

5.3 打継ぎ面付着せん断試験

目的：合成床版の構造上の重要な点のひとつである付



図—15 支承部ひびわれ状況

着せん断特性を把握することを目的とし，PC 版の形状，打継ぎ面の粗面状態をパラメータとして試験を行った。

試験方法：試験は後打ちコンクリートの両側に PC 版を配置した押し抜き 2 面せん断の方法により，圧縮試験機を使用して行った（図—16）。加力は 2 t/分 の一定速度で行った。なお試験体付着面に対する側圧は加えていない。

試験体の種類を表—6 および 図—17 に示す。PC 版形状は平板および上部背リブをモデル化したものの 2 種類とし，付着面の仕上げは金鍍により平滑に仕上げた O タイプ，木鍍の小端でランダムに荒した A タイプ，鉄線を使って一方の筋目を入れた B タイプの 3 種類とした（CS 版の粗面は B タイプに類似）。

A タイプ 凹凸の深さ 約 7~10 mm

B タイプ 凹凸の深さ 約 3~6 mm

結果と考察：試験結果の代表例を 図-18, 19 および 表-7 に示す。

打継ぎ面の A, B タイプでは相違は見られなかった。履歴曲線で示されるごとく、平板タイプには変位が急増する点があり、この点がずれの発生点と考えられる。変位急増点における変形は、 $\delta=0.027\sim 0.032\text{ mm}$ と比較的類似している。またせん断応力度は若干ばらつきはあるが、 $\tau=13.9\sim 17.6\text{ kg/cm}^2$ 程度あり、長期許容値 $\tau_a=3\text{ kg/cm}^2$ の 4.6~5.8 倍となった。

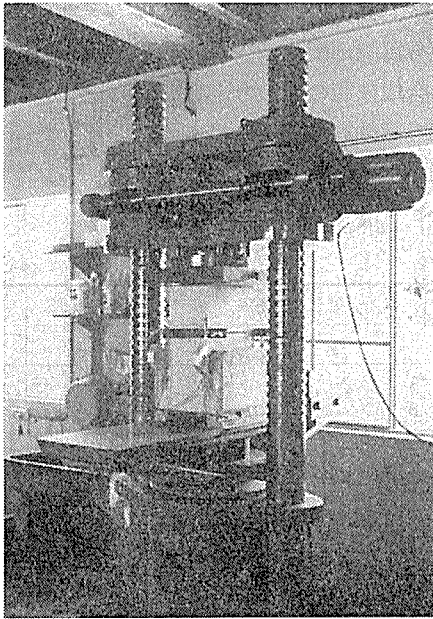


写真-4

表-6 試験体の種類

試験体記号	PC 版形状	打継ぎ面状態
PL-O	PL 型	平滑
PL-A	PL 型	粗面 A
PL-B	PL 型	粗面 B
CS-A	CS 型	粗面 A

試験体に凸部を設けた CS タイプは、平板タイプに比べはるかに耐力がある。これは凸部が打継ぎ面の剝離を拘束したためと考えられる。実設計における凸部とは平板部との面積比率等異なり、本結果をそのまま応用できないが、性状としては十分期待できる面があると思われる。

なお打継ぎ面が平滑な場合は、面の付着せん断は全く期待できないことが示された。

5.4 長期載荷試験

目的：長期載荷試験は後打ちコンクリートの乾燥収縮、CS 版のプレストレス導入に伴うクリープ収縮等打継ぎ面の付着状態に影響を及ぼす要因に対し、合成床版が一体性を保持できるか確認し、また端部および中央部のひびわれ発生に伴うたわみ進行の状況を把握すること

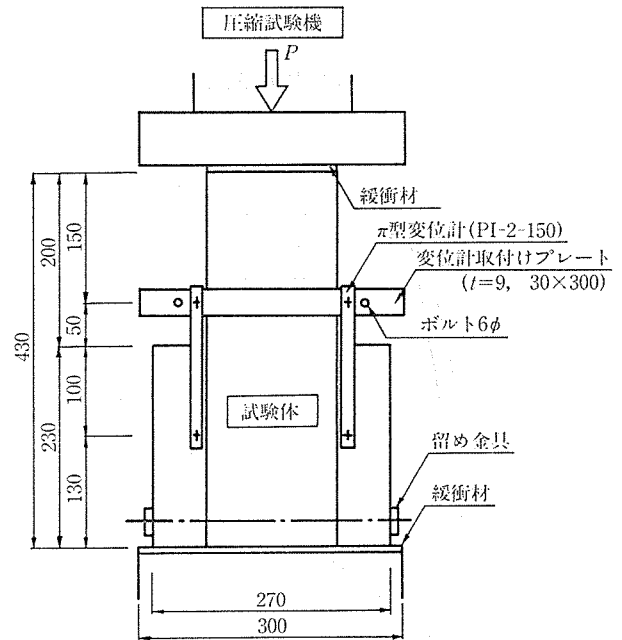


図-16 試験方法

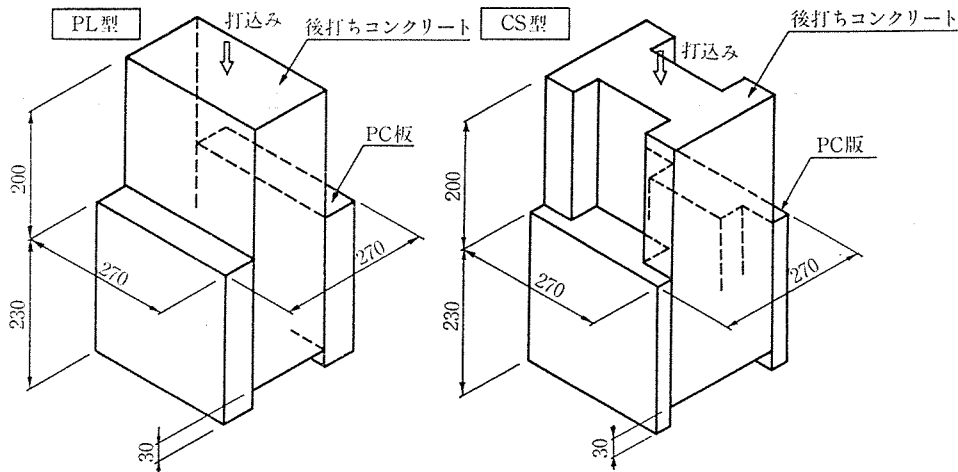
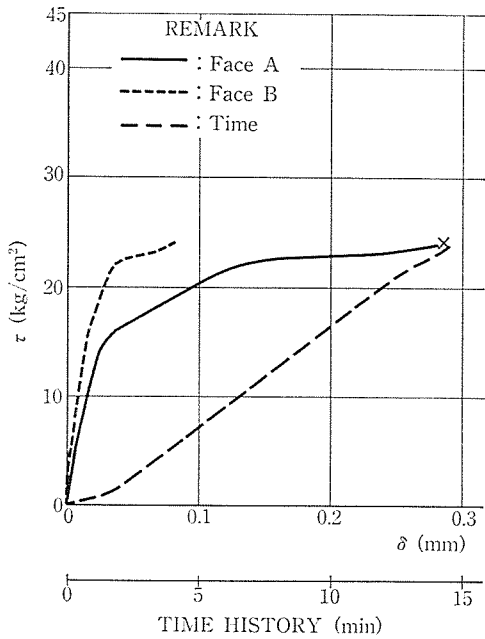
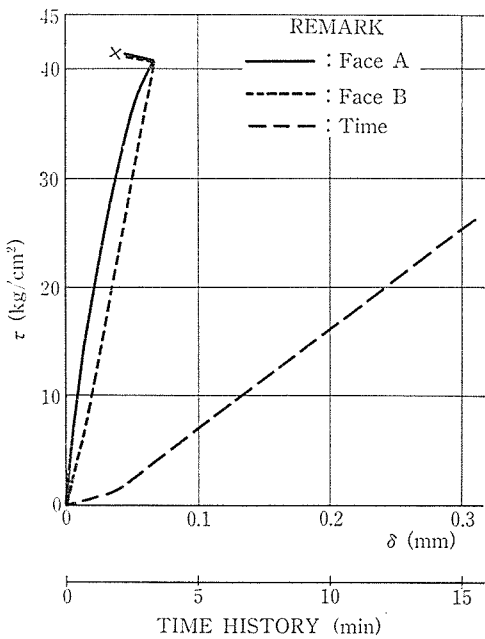


図-17 試験体図



図—18 PL-B 試験結果



図—19 CS-A 試験結果

を目的として行った。試験は現在続行中であり、ここでは試験概要と途中経過を報告する。

試験方法：使用 CS 版の断面を 図—20 に、試験方法を 図—21 に示す。

設計条件

スパン $L=6\text{ m}$

支持条件 単純支持 (ただし実際には実設計に準拠して両端固定とした)

積載荷重 $w=600\text{ kg/m}^2$, ブロック 6 段積み (試験では 2 段ごと, 3 回に分けて載荷)

導入プレストレス $4-12.4\phi$, $P_T=44.0\text{ t}$

後打ち部端部配筋量 $D16@100$

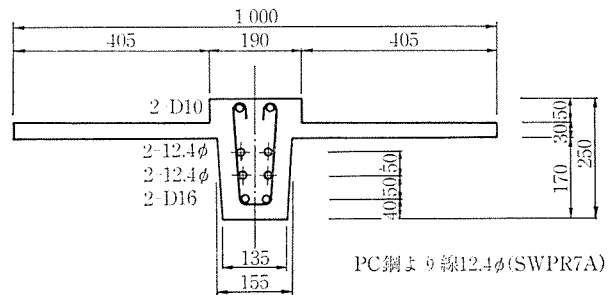
測定は合成床版のたわみ, 軸変形, 打継ぎ面のずれ変形, 後打ち部鉄筋のひずみ等について行った。

途中経過：床版中央 3 点 (版下 2 点, リブ下 1 点) で

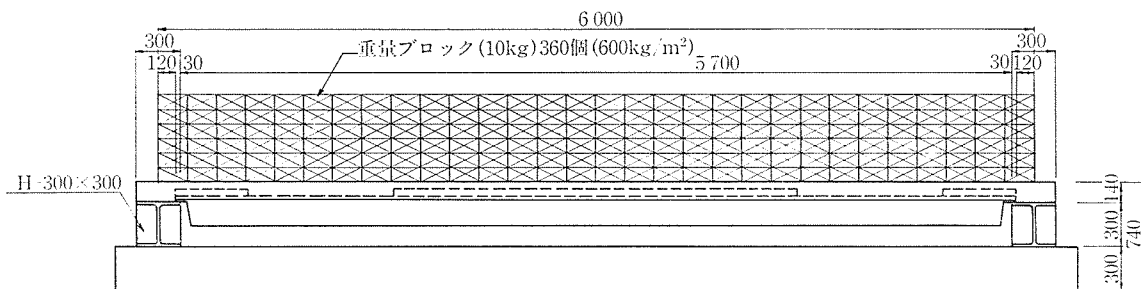
表—7 試験結果

(単位: $\text{kg/cm}^2 \cdot \text{mm}$)

試験体		変位急増点		破 壊		$\frac{\tau_y}{\tau_u}$
		τ_y	δ_y	τ_u	δ_u	
PL-O	1	—	—	6.6	—	—
	2	—	—	2.0	—	—
PL-A	1	15.7	0.029	24.4	0.212	0.643
	2	13.9	0.032	21.8	0.186	0.638
PL-B	1	14.8	0.027	24.1	0.285	0.614
	2	17.6	0.028	18.5	0.060	0.951
CS-A	1	—	—	39.1	0.068	—
	2	—	—	40.7	0.069	—



図—20 試験体 PC 版断面



図—21 長期載荷試験方法

測定したたわみを 図-22 に示す。日変化に伴うたわみのばらつきがみられるが、平均すると現在約5か月経過

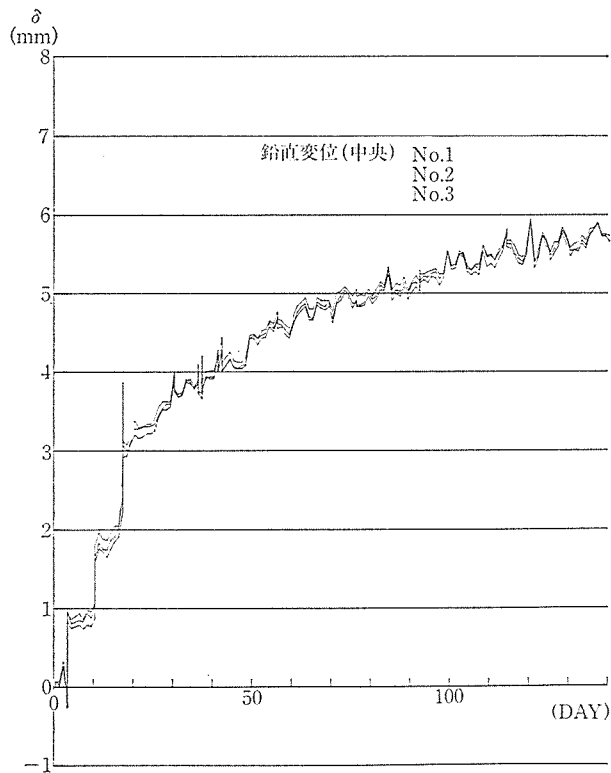


図-22 長期載荷たわみ履歴

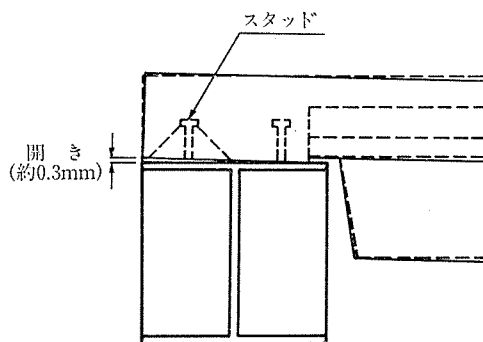


図-23 支承梁上の回転現象

した段階でたわみは弾性変形時の約2倍に達している。しかしたわみの増加はやや収束する傾向にある。

ひびわれはブロック載荷前 CS 版の付根位置に生じた。これは CS 版のクリープ進行に伴うものと思われる。なお、このひびわれは微細で、現在のところ進展は全く見られない。

またブロック載荷中、端部に曲げひびわれが1本発生したが、現段階でひびわれ幅は約0.1 mm程度である。なおブロック載荷中、支承部の一端で 図-23 に示すような支承梁上の回転現象が見られ、結果的に鉄筋応力も小さく、またひびわれも微細となった。この状態は実設計でも注意すべき点である。また、これからの進展状況が不明であるので注意深く測定していく予定である。

試験体中央における曲げひびわれは、現在のところ全く見られず、また打継ぎ面のずれも計測されていない。

6. おわりに

本 CS 版合成床版構造は、開発研究に着手してわずか1年半を経過したに過ぎない。そのため、まだ継続中の試験もあり、未知の部分が多く残している。

現在開発途上であるが、2回の建築センター評価を受け、使用実績も数件にのぼることができた。この間多くの貴重な指摘、指導を受け今後確認すべき事柄も概ね把握することができた。本紙面を借り、関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) PCI design handbook, precast prestressed concrete—SECOND EDITION
- 2) Alan H. Mattock: Behavior and Design of Dapped End Members, SEMINAR ON PRECAST CONCRETE CONSTRUCTION IN SEISMIC ZONES, Tokyo, October 27-31, 1986

【昭和 62 年 2 月 20 日受付】