

大阪府中央環状線 PC 合成桁橋工事の施工および試験

関 谷 晃*
 宇 野 田 修**
 須 川 昭**

1. ま え が き

本報告は、大阪市を中心とし近郊都市を結ぶ3本の環状幹線道路のうち、大阪府が施工する中央環状線建設工事に採用されたPC箱型合成桁橋の工事に関するものである。初年度（昭和38年）においては、PC橋は5工区にわけて施工され、上部工は38年9月に着工され39年3月に竣工した。PC橋の工事規模をつぎに示す。

工事場所：大阪府茨木市～三島郡三島町
 形式：PCU箱型合成単純桁橋
 橋 長：PC部分 延 1700 m
 有効幅員：7.0～14.25 m 桁 長：15～22 m
 1連当り主桁数：2～5 本
 全主桁数：214 本 連 数：90 連
 施工主体：大阪府中央環状線建設事務所
 施工業者：(上部工) オリエンタルコンクリートKK、
 ピー・エス・コンクリートKK、日本ピー
 ・エス・コンクリートKK、九州鋼弦コン
 クリートKK、住友建設KK

図-1 主桁構造図

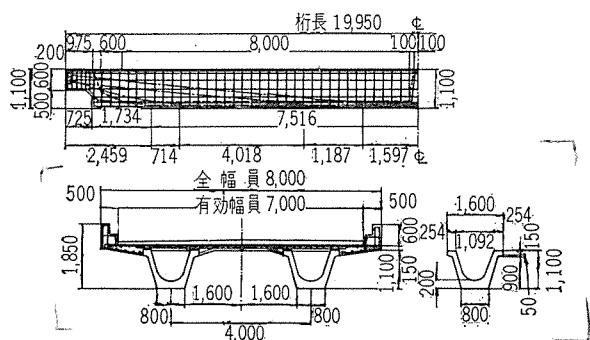
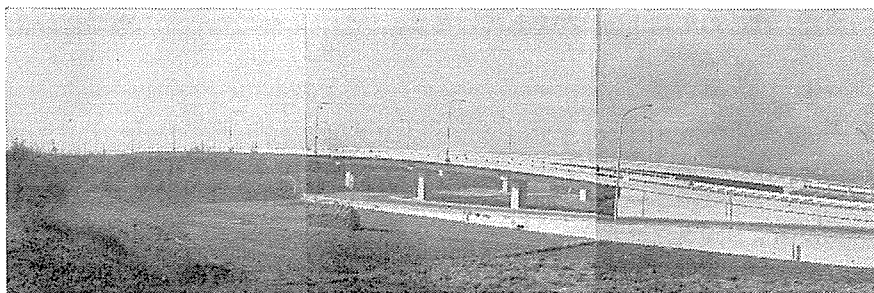


写真-1 全 景



2. 設計および施工の概要

PC橋5工区はそれぞれ主桁本数、橋長など多少異なるが、以下主として元茨木川工区の浜橋について述べることにする。浜橋は上り下り線とも橋長10@20m=200m、有効幅員7m、全幅8m、主桁本数2本である。主桁は図-1に示すごとくU字型断面をなし、桁長19,950m、桁高1,100m、コンクリート量12m³、重量30tで

写真-2 主桁製作

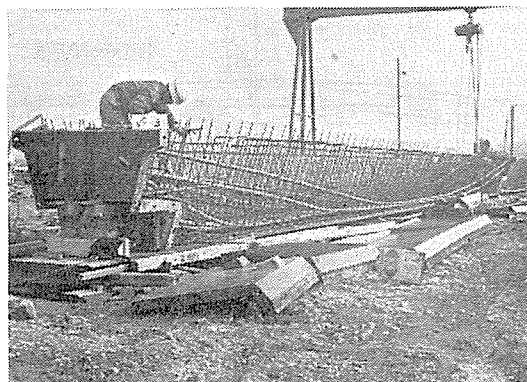
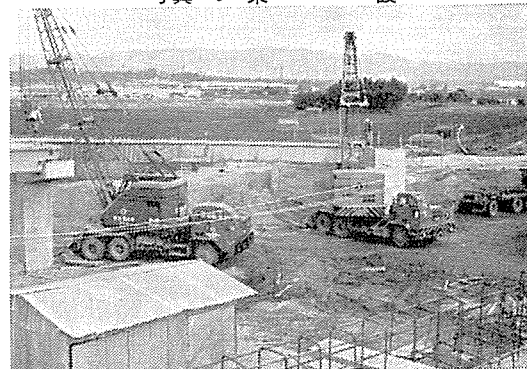


写真-3 架 設



あり、フレシナーケーブル7mm 10本が配置されている。(写真-1、写真-2参照)。

主桁製作に当っては、本線取付道路上は下部工事の施工に必要であるため、架設地点と全然離れた工場あるいは基地にて製作され、トレーラーで運搬した後トラッククレーンによって架設した(写真-3参照)。

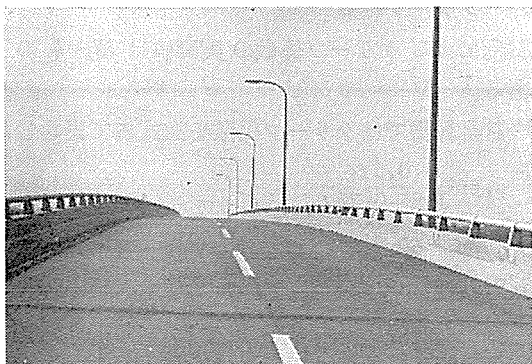
* 大阪府中央環状線建設事務所 所長 **大阪府中央環状線建設事務所 工務第二課長 *** 九州鋼弦コンクリートKK

主桁架設後つり支保工を用いて床版部分の型わく組立、配筋を行ない、コンクリート約 29 m³を打設して、合成桁として完成した(写真—4 参照)。

写真—4 床版配鉄図



写真—5 舗装高欄



舗装はすべてアスファルト舗装とし、また伸縮継手にはエポキシ樹脂(クリートボンド)モルタルを用いた(写真—5 参照)。

以上の施工方法を用いることにより従来のT型単純桁またはI型合成桁と比較してつぎの利点が考えられる。

1) U型断面の主桁を用いることにより主桁本数が少なくなり、主桁製作および架設の工期がいちじるしく短縮される。また横方向の曲げ抵抗がI型に比しはるかに大きく、主桁のトレーラ運搬および架設に対して十分安全である。

2) 床版完成後は2主桁箱型断面となりねじり剛性が大きくなる。

以上を総合して製作施工の簡素化が工期の短縮に役立ち、従来のT桁方式に比し工期の短縮をはかりうるとともに経済的施工に役立つことになるので、今後の大規模なPC高架橋工事には非常に有効な一方法と思われる。

3. 試験の概要

試験項目は、PC主桁のPS導入応力の測定、クリープ係数、乾燥収縮度、弾性係数の測定、クリープおよび乾燥収縮によるモーメントが主桁および床版に与える応

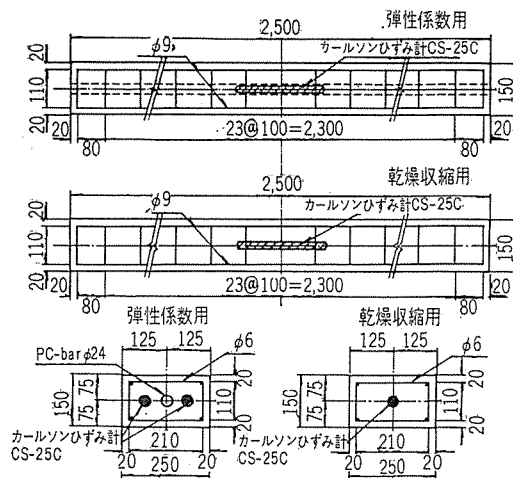
力の検討、クリープ、乾燥収縮によるズレ力の分布の問題、載荷試験による桁各点の応力、たわみおよび荷重分配の検討などである。これらの目的を達成するために試験項目を大別して

- ① 予備試験：弾性係数、クリープ、乾燥収縮度などの基礎的な問題に対する検討
- ② カールソンひずみ計による実橋の諸測定：プレストレス導入の検討、静荷重応力の測定、クリープ、乾燥収縮による応力の検討
- ③ 載荷試験：トラック荷重による応力およびたわみの検討、荷重分配の検討

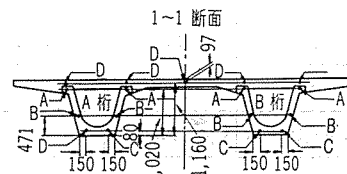
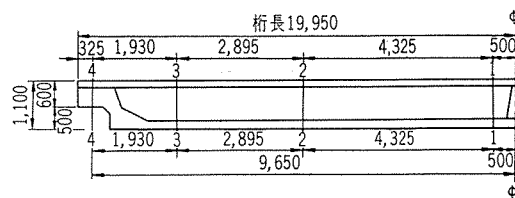
にわたった。予備試験には 図—2 に示す試験桁5本を製作した。また実橋の諸応力測定のため 図—3 に示すごとく主桁の各断面位置にそれぞれ図のごとくカールソンひずみ計 CS-25C を配置した(写真—6 参照)。

つぎに載荷試験は、約 14t ダンプトラック 72 台を使用し、中央載荷および偏心載荷を行ない、各載荷時の応力およびたわみの測定を行ない、また荷重分配をも検討した。測定にはカールソンひずみ計を用いると同時に、スパン中央にワイヤーストレインゲージを貼付して

図—2 試験桁



図—3 (a) カールソン配置



両者より求めた。たわみの測定は1/100ダイヤルゲージを使用した(写真-7参照)。

図-3 (b)

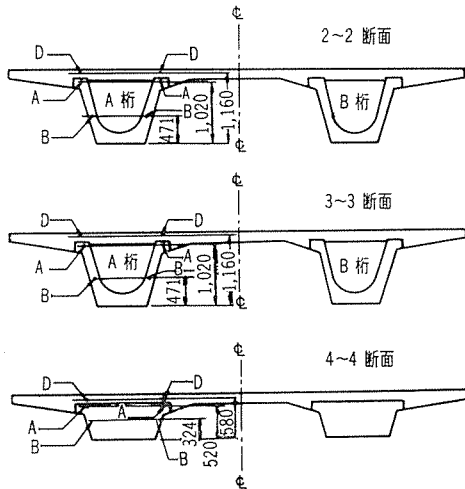


写真-6 試験桁

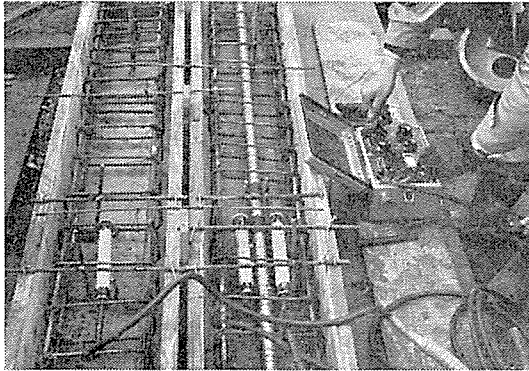


写真-7 載荷試験



4. 試験結果

(1) 強度と弾性係数

図-2 に示した試験桁に軸応力を与えて求めた値と、15×30 cm のテストピースにペーパーゲージを貼付して圧縮試験により求めた値の平均値は表-1 のとおりである。しかしながら実橋の材令 28 日以後における弾性係数値は諸種の測定の結果よりみて、試験時の強度に対する指針値を用いた。すなわち主桁および床版に対してそれぞれ

$$E_B = 4.0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_S = 3.2 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2 \quad n = 0.8$$

として以下の実橋の諸測定に利用した。ただし主桁 P S 導入時の値は実測値どおり $2.97 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ とした。

(2) クリープ係数

試験桁によるクリープ係数の実測値は図-4 のとおりである。

本設計計算書ではクリープ係数を次式にて表わした。

$$\varphi_t = \frac{0.5t}{1.5 + 0.25t}$$

φ_t : t 週目のクリープ係数 t: 期間 (週にて現わす)

本式の計算値と実測値とを比較すると短期間の測定ではあるが、実測値は計算値の 57% である。また一方実橋主桁に埋込まれたカールソンひずみ計を用いて、床版

図-4 試験桁A桁クリープ係数

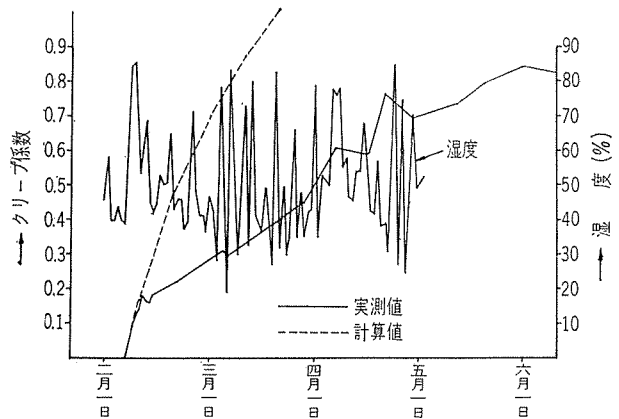


表-1 強度と弾性係数

(kg/cm^2 , $\times 10^5 \text{ kg/cm}^2$)

	主 桁				床 版				
	5日	7日	14日	28日	5日	7日	14日	28日	
強 度 (kg/cm^2)	356	392	464	527	211	194		311	
弾性係数 (kg/cm^2) $\times 10^5$	試験桁	2.94		2.85	3.23	2.25	2.33	2.50	2.71
	テストピース	2.99	2.97	3.15	3.33	2.34	1.84	2.20	2.42
	平均	2.97	2.97	3.05	3.28	2.30	2.09	2.35	2.57

コンクリート打設までの期間測定した実橋主桁のクリープ係数の値は上式の約 82% であった。したがって以上を総合して実橋のクリープ係数は上式の 80% とした。

$$\text{すなわち } \varphi_s = \frac{0.4t}{1.5+0.25t}$$

とした以後の各実橋試験の計算式とした。本式よりクリープ係数の終局値を求めれば $\varphi_\infty = 1.6$ となる。

(3) 乾燥収縮度

試験桁より求めた乾燥収縮度の実測値を 図-5 に示す。

乾燥収縮度とクリープ係数の関係は 図-6 に示すごとく一次的に比例するものと考えられる。したがって

$$S_t = \frac{S_\infty}{\varphi_\infty} \cdot \varphi_t \quad S_t : t \text{ 週目の乾燥収縮度}$$

S_∞, φ_∞ : 乾燥収縮度およびクリープ係数の終局値

図-5 試験桁A桁乾燥収縮度

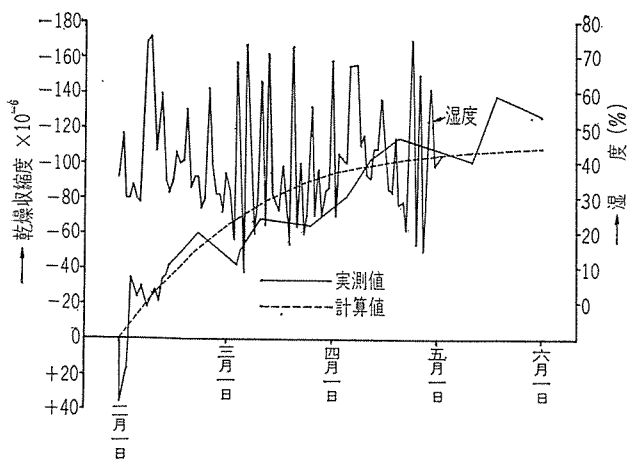
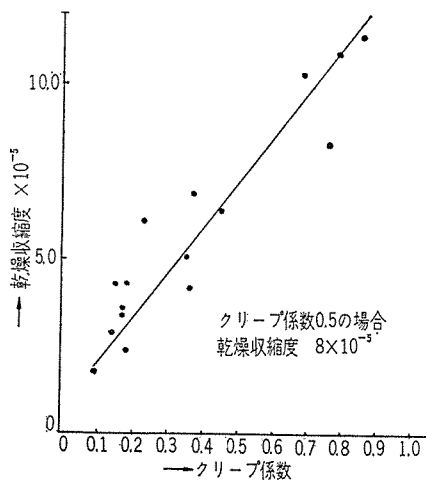


図-6 乾燥収縮度とクリープ



なる関係を用い、 S_∞, φ_∞ は一応指針値を用いて

$$S_t = \frac{3.75t}{1.5+0.25t} \times 10^{-5}$$

なる式を求め、これを計算式として測定値と比較した結果は 図-5 に示すごとくかなりよく合致した。実橋

の計算式としては試験桁と実橋の断面積/周長の比より主桁および床版に対するそれぞれの補正係数として 0.8 および 0.9 をかけて計算式とした。

$$\text{主桁 } S_t = \frac{3t}{1.5+0.25t} \times 10^{-5}$$

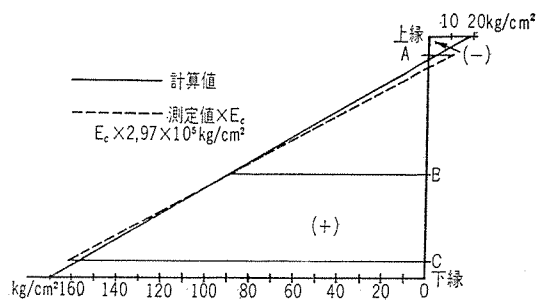
$$\text{床版 } S_t = \frac{3.38t}{1.5+0.25t} \times 10^{-5}$$

この式より乾燥収縮度の終局値を求めると、主桁および床版に対しそれぞれ、 12×10^{-5} および 13.5×10^{-5} となる。

(4) プレストレス導入

プレストレス導入応力の検討には、緊張記録より桁端の導入応力を求め、角度長さによる摩擦のロス、コーンのスベリによるロスなどを差引いた計算値と実測値とを比較した。その結果は断面 I II III IV において非常によく合致している。断面 I (中央) の結果を 図-7 に示す。

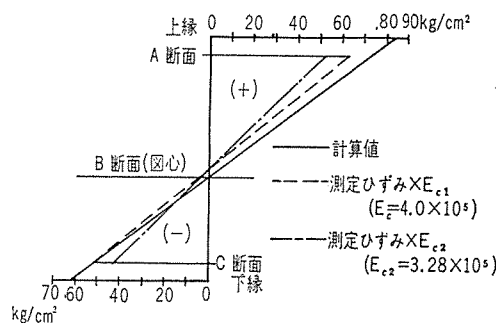
図-7 プレストレス導入による桁応力



(5) 床版コンクリート打設による主桁応力

床版荷重による応力の実測値と計算値とは 図-8 に示すごとくよく合致する。ただし主桁の弾性係数は $4.0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ として求めたものの方がよく合うので、以下の計算では、(1)において述べたごとく弾性係数值として主桁床版にそれぞれ 4.0×10^5 および $3.2 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ を用いた。

図-8 床版コンクリート打設による主桁応力 断面 I (中央)

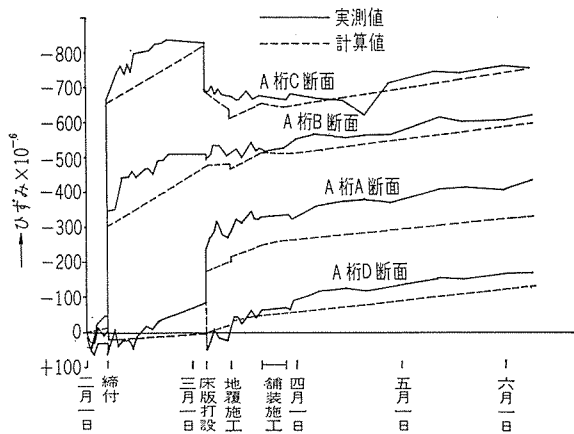


(6) 実橋のクリープ、乾燥収縮による応力の検討

実橋のクリープ、乾燥収縮によって生ずるモーメントによる応力はこれのみを直接に測定することは困難であ

るので、(2)、(3)において掲げた実橋の計算式を用いて、クリープ乾燥収縮、P C鋼線応力度の減少によって生ずるモーメントによる応力を算出して理論的なひずみ量を計算した。また一方P S導入、床版、地覆、舗装などの荷重によって生ずる応力によるひずみ量を計算した。これらの合計ひずみ量にクリープ、乾燥収縮による計算ひずみ量を加算して、実橋に生ずべき理論的な全ひずみ量とカールソンひずみ計による実測値とを比較した。その結果は 図-9 に示すごとく両者がよく合致している。したがって、以上述べた各係数式および本計算方法は実用上十分信頼できるものと思われる。

図-9 ひずみ量変化図



(7) クリープ乾燥収縮によるズレ力の検討

クリープ乾燥収縮によって主桁と床版の間には反対方向の力が働きズレ力を生ずる。

「鋼道路橋合成桁設計施工指針第 42 条」によれば、コンクリートの乾燥収縮および温度差により生ずるがせん断力は、スパン端部において主桁間隔 a ($a > l/10$ より大きいときは $l/10$ をとる) の長さに存在するズレ止めで負担させねばならない。

と規定している。

このズレ力の分布を知るために各断面 I II III IV に埋込まれた主桁上縁と床版の接近した 2 個のひずみ計の変化により本問題と検討する。床版打設より舗装終了までは諸種の荷重の変化があるが、舗装終了後はひずみ計にはクリープ乾燥収縮の影響のみが現われる。したがって、舗装終了後 3 月 27 日測定した測定値を基準として、6 月 8 日までの測定値との差を各断面ごとに求めれば 表-2 および 図-9 のごとくなる。

主桁カールソン位置 A 点と床版カールソン位置 D 点との間隔は 12 cm で近似としており、A 点と D 点の応力の差およびそれによるクリープひずみを無視すれば 図-10 はクリープ乾燥収縮によるせん断力の分布と相似であると考えられる。この図によれば、ズレ力は規定のご

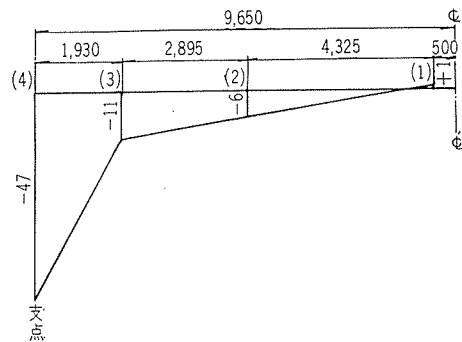
とく支点 (4 断面) より $l/10=1.93$ m 離れた 3 断面まででほとんど受け持っていることとなる。

表-2 舗装後 3 月 27 日より 6 月 8 日までのひずみ増加量 ($\times 10^{-6}$)

種類 \ 断面	(1)	(2)	(3)	(4)
主桁ひずみ(A)	-96	-74	-56	-32
床版ひずみ(D)	-97	-68	-45	+15
ひずみ差	+1	-6	-11	-47

3月27日ひずみを基準としたもの

図-10 主桁各点における主桁と床版のひずみ増加量の差



(8) 載荷試験

載荷試験においては、対称荷重および偏心荷重に対してカールソンひずみ計およびペーパーゲージの両方で応力を測定した。その結果は、対称荷重のとき主桁下縁の応力は計算値に比し 82~92% であり、主桁上縁は 67%、覆上縁は地 75% であった。ただし地覆断面は有効であるとして計算した。

しかしながら最大偏心荷重のとき、載荷桁に対する主桁下縁の応力は 75% であったが、非載荷桁に対しては主桁下縁に計算上では引張応力が生ずることになるが、実際には圧縮応力を生じた。

したがって非載荷桁に対する荷重分配は Homberg あるいは Courbon の計算式より十分良好であってこれらの式を用いるときは十分安全であるといいうる。

また、たわみ量は地覆換算断面を用いたとき、実測値は計算値の 101% であり全く合致する。なお床版断面のみ有効と考えたときの実測値は 72% であった。したがって、たわみの結果からも地覆は断面の一部と考慮して差支えないものと思われる。

5. む す び

以上、本工事の施工および試験の概要を述べたが、試験の結果より、今後同様な橋梁を設計施工する場合の参考としつぎのことが考えられる。

- 1) コンクリートの弾性係数はほぼ指針値に合致し、

クリープ係数、乾燥収縮度は指針値を用いれば十分安全側であると考えられる。

2) 床版の乾燥収縮による応力は主桁下縁に引張応力を与へ主桁のクリープは主桁下縁に圧縮応力を与える。

したがって主桁製作後あまりおそくないうちに床版を打設し合成桁とすることが得策であろう。

3) 荷重分配は Homberg Courbon を用いるとき十分安全であると思われる。

4) 本橋のごとく地覆の断面がかなり大きく、引続いてコンクリートを打設する場合は、地覆は床版の一部と考えて設計しても十分安全であろう。

5) クリープ、乾燥収縮による合成桁としての応力は

本報告で述べた通常の計算方法でかなりよく合致するものと思われる。

以上本報告は紙面の都合もあり結果のみを述べることとなり、特にクリープ、乾燥収縮によるモーメントの計算方法など述べて省略することとなったが、ご判読いただき読者諸賢のご批判を仰ぐ次第である。

最後に本試験にご助言を賜った日本構造橋梁研究所、猪股博士に紙面をかりて厚くお礼申し上げるとともに、応力測定、データの整理計算に尽力された九州鋼弦コンクリートKKの藤崎静雄君のご努力に深く感謝の意を表します。

1964.12.15・受付

会員増加についてお願い

会員の数はその協会活動に反映するもので、増加すればそれだけ多くの便益が保証されています。現在の会員数は創立当時に比較すると約4倍の1,200名ですが、まだまだ開拓すべき分野が残されており。お知合の方を一人でも余計ご紹介下さい。事務局へお申し出で下されば 入会申込書 はすぐお送りいたします。

東京製綱製品



PPC

JIS G 3536

鋼線・鋼より線
B B R 工法 鋼線
多層鋼より線 (19,37本より)

製造元 **東京製綱株式会社**
 発売元 **東綱商事株式会社**

東京都中央区日本橋室町2丁目8番地 古河ビル四階
 電話 (211) 2851 (大代表)