

講座

PC 工事の施工管理について

(その 2. プレストレスingの管理)

南川 光 一*

1

まえがき

PC 技術が、ヨーロッパ諸国から我が国に導入されて以来、三十数年を経過し、PC 橋を中心にその施工実績は、急速な伸びを示し、めざましい発展を遂げてきた。

この間、PC 構造物の施工に当たって、プレストレス力をいかにして正確に与えるか、そのためには、どのような管理を行うべきかについての幾多の調査研究が多角的に行われてきた。

この結果、いくつかの管理手法が存在し、その適用範囲を定めて、実施されている。

ここでは、そのすべての手法について逐一紹介することは、紙面の都合から省略することとし、付着のあるポストテンションで一般的に実施されている管理手法に限定して、その要点を紹介させていただくことにする。

2

管理の必要性

PC 部材を施工するに当たって、プレストレスingの結果は、直接その部材の安全性に大きく影響を与えるものであるから、その精度は極めて重要である。

一般に、所定のプレストレス力は、荷重計の示度および PC 鋼材の伸び量によって確認されている。

しかし、荷重計の示度は、PC 鋼材引張端における PC 鋼材の直接の測定値であるが、PC 鋼材とシースの間に摩擦が存在するので、設計断面における引張力を示す測定値ではない。

また、PC 鋼材の伸びについても、PC 鋼材全長にわたる平均的な応力を知るだけであり、これも設計断面における鋼材の引張力を示す測定値ではない。

これは、設計断面における所定のプレストレス力と与えられるプレストレス力との間に、次のような原因による誤差およびばらつきが存在するからである。

- ① 荷重計の誤差
- ② 測定値の読取り誤差
- ③ PC 鋼材断面積のばらつき
- ④ PC 鋼材のヤング係数のばらつき
- ⑤ 引張装置、定着具における摩擦のばらつき
- ⑥ 定着具のセット量のばらつき
- ⑦ PC 鋼材とシース間の摩擦のばらつき
- ⑧ その他の原因による誤差

以上から、プレストレスingに際しては、設計断面に与えられるプレストレス力が設計で指示されたプレストレス力を下回る確率が小さくなるように、上記の誤差およびばらつきを考慮して統計確率的に管理を行わなければならないのである。

このため、ケーブル 1 本毎およびケーブルのグループ毎の管理を行い、偶然誤差によるばらつきの影響を小さくして、異常の原因を鋭敏に発見できるようにする必要がある。

3

管理手法の種類とその概要

現在、実施されているプレストレスingの管理手法には、大別して次の二つの方式がある。

① 道路橋に適用されている方式 (道路橋示方書)

A) 摩擦係数による管理手法

一つの部材に配置されている緊張材の本数が比較的少ない場合に採用されている。

B) 荷重計示度と伸びによる管理手法

一つの部材に配置されている緊張材の本数が多い場合に採用されている。

* ドーピー建設工業 (株) 技術部

② 鉄道橋に適用されている方式 (JR)

PC 鉄道橋の既往の緊張データを統計的に解析した結果に基づいて管理する手法である。

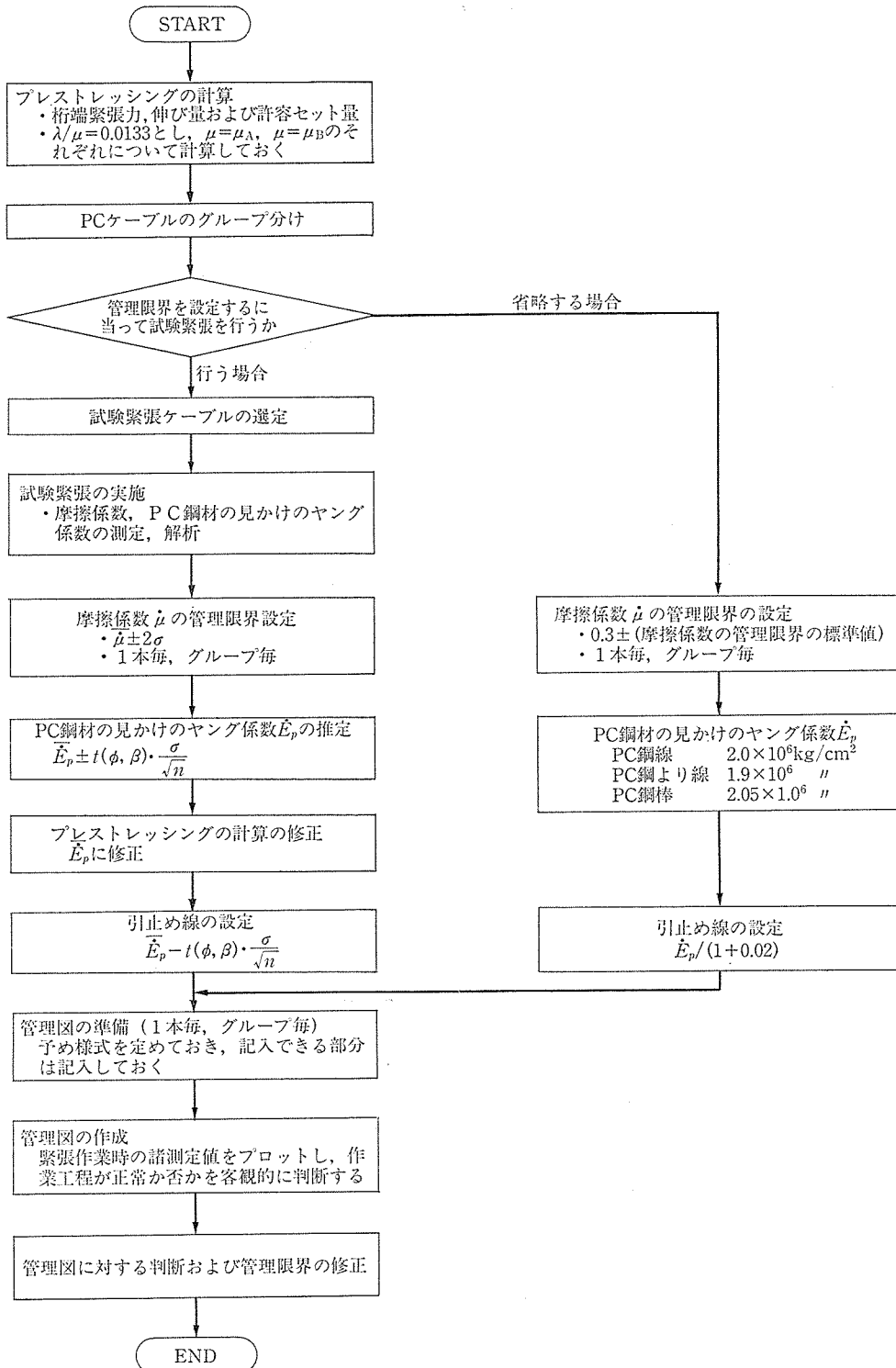
(1) 道路橋に適用されている方式

道路橋の管理手法として、従来から行われている手法を大別すると次の二つに分類される。

A) 摩擦係数による管理手法

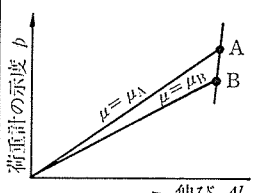
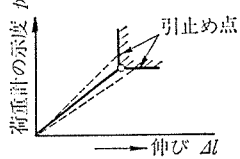
B) 荷重計示度と伸びの両方によって管理する手法
それぞれの概要とその適用範囲は表—1 に示すとおりである。ここでは、ポステン単純桁の主ケーブルのプレストレスングの管理に的をしぼることとし、荷重計示度と伸びによる管理手法については省略する。

摩擦係数による管理手法によって管理を行う場合の手順を図—1 に示す。



図—1 道路橋方式の管理手順

表—1 管理手法の概要およびその適用範囲

管理手類の分法	摩擦による管理手法	荷重計示度と伸びによる管理手法
管理手法の概要	 <p>試験緊張等によって求められた見かけのヤング係数を用いて、摩擦係数 μ の任意二つの値 (μ_A および μ_B) について、プレストレスングの計算を行い、この計算結果をそれぞれAおよびBとする。見かけのヤング係数が正しい場合には、ABを引止め線とする方法。</p>	 <p>あらかじめ、図に示す点A(座標 $p_0, \Delta l_0$)を計算で求めておき、緊張作業にあつては、図のハッチした部分を引止め範囲とする方法。</p>
適用範囲	<p>一つの部材に配置されている緊張材の本数が比較的小さい場合にこの手法を採用することが多い。</p> <p>実際には、次の方式の場合に採用されることが多い。</p> <p>① 分散ケーブル方式 ② 集中ケーブル方式</p>	<p>一つの部材に配置されている緊張材の本数が多い場合にこの手法を採用することが多い。実際には、次の場合に採用されることが多い。</p> <p>① 多数のPC鋼棒を使用する場合 ② 横締めの場合</p>

① プレストレスングの計算

PC 鋼材引張端に与える引張力を決めるに当たっては設計断面におけるプレストレスング導入直後のプレストレス力に次の影響を考慮して算出する。

- 1) コンクリート弾性変形
- 2) PC 鋼材とシースの摩擦
- 3) 定着具におけるセット量、あるいは引戻し量
- 4) ジャッキおよび定着具の内部摩擦

プレストレスングの計算は、プレストレスングの管理を行うためのものであるから、次の数値計算を行っておく必要がある。

- 1) 桁端緊張力
- 2) PC 鋼材の伸び量
- 3) セット量の許容値、あるいは引戻し量

計算に当たっては、 $\lambda/\mu=0.0133$ とし、 $\mu=\mu_A, \mu=\mu_B$ (例えば $\mu=0, \mu=0.6$) の二つの値に対して計算しておく。また、試験緊張を行った場合には、PC 鋼材のヤング係数として、測定結果の平均値 \dot{E}_p を使用する。

② PC ケーブルのグループ分け

PC ケーブル1本毎のプレストレスングにおいては、かなり大きなばらつきは避けられないものであり、1本毎の管理だけでは、大きな誤差が介入しても、偶然誤差以外の誤差(例えばジャッキの荷重計の狂い等)は管理図から容易に検出することができない。

そこで、何本かのケーブルにグループ分けを行い、グループ毎の管理図を作成しておく、異常原因があった場合でも、ばらつきが鋭敏に検出することができる。

グループの分け方は、次の要領によってよい。

- 1) 一般には、1グループのケーブル本数は5~10本程度が適切である。
- 2) 一部材の中に、ケーブルが10本以上ある場合には、二つ以上のグループに分けるのがよい。

ただし、この場合、各グループに配置形状の異なるケーブルをほぼ均等に分配し、グループ間に有意差が生じないような配慮が必要である。

- 3) 一主桁内で割り切れる本数とする。

割り切れない場合でも、桁1連当りでは、割り切れるようにするのがよい。

③ 試験緊張

摩擦係数およびPC鋼材の見かけのヤング係数は、現場において、試験により求めるのを原則としている。

摩擦係数 μ およびPC鋼材の見かけのヤング係数 \dot{E}_p は次式によって算出する。

$$\dot{\mu} = \frac{1}{2 \left(\alpha + \frac{\lambda}{\mu} l \right)} \log_e \left\{ \frac{P}{P'} \cdot \frac{1}{(1+\tau)^2} \right\}$$

ここに、

α : ケーブルの角変化 (ラジアン)

λ/μ : 0.0133

l : 標点、固定点間長さの $1/2 = \sum_{i=1}^5 l_i$

P : 作動ジャッキの圧力計の読み (kg/cm^2)

P' : 固定側ジャッキの圧力計の読み (kg/cm^2)

τ : 定着具およびジャッキの内部摩擦損失 (フレシネー工法の場合 0.04)

$$\dot{E}_p = \frac{L}{\Delta l} \cdot \sqrt{P \cdot P'} \cdot \frac{A_m}{A_p}$$

ここに、

\dot{E} : PC 鋼材の見かけのヤング係数

L : ケーブル長 (標点、固定点間)

Δl : PC 鋼材の伸び量 = (作動ジャッキ側の伸び量) - (固定側ジャッキの引込み量)

A_m : ジャッキの受圧面積

A_p : PC 鋼材の断面積

しかし、橋の構造形式の種類、工事規模、定着工法等に関係なく画一的に試験緊張を行うことは、作業をいたずらに繁雑にすることになりかねないので、施工実績の多いポストテンション単純 T 桁等では、表—2 に示す値を用いることにより試験緊張を省略してよい。

④ 試験緊張ケーブルの選定

PC ケーブルの摩擦係数およびPC鋼材の見かけのヤング係数の大きさは、現場の条件、PC ケーブルの配置

表一2 摩擦係数および見かけのヤング係数

	μ	\dot{E}_p (kg/cm ²)	λ
鋼 線	0.30	2.0×10^6	0.004
鋼より線	0.30	1.9×10^6	0.004
鋼 棒	0.30	2.05×10^6	0.003

ここに、 μ : 角変化1ラジアン当りの摩擦係数
 \dot{E}_p : PC 鋼材の見かけのヤング係数 (kg/cm²)
 λ : PC 鋼材の長さ 1m 当りの摩擦係数

形状等により大きく変動するので、ケーブルの選定は慎重に行わなければならない。

- 1) 試験ケーブルの本数は最小5本とする。
- 2) 与えられた時間内で(普通1日の仕事量), できるだけ多い方がよい。一般には, 5~10本の場合が多い。
- 3) ケーブルの曲げ上げ角度やケーブル長さの異なるものは, 異質性が認められることが多いので, 優先的にしかもできるだけ多くの種類を包含する。

⑤ 摩擦係数 $\dot{\mu}$ の管理限界の設定

摩擦係数 $\dot{\mu}$ の管理限界は, 試験緊張の実施の有無によって次のとおり設定する。

1) 試験緊張を行った場合

ケーブル1本毎に対して

$$\text{摩擦係数の上限値} = \bar{\mu} + 2\sigma$$

$$\text{摩擦係数の下限値} = \bar{\mu} - 2\sigma$$

ここに,

$\bar{\mu}$: $\dot{\mu}$ の平均値

$$\sigma: \text{標準偏差} = \sqrt{\frac{\sum(\dot{\mu} - \bar{\mu})^2}{n-1}}$$

ケーブルのグループ毎に対して

$$\text{摩擦係数の上限値} = \bar{\mu} + \frac{2\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\text{摩擦係数の下限値} = \bar{\mu} - \frac{2\sigma}{\sqrt{n}}$$

2) 試験緊張を省略した場合

ケーブル1本毎に対して

$$\text{摩擦係数の上限値} = \mu + 0.4$$

$$\text{摩擦係数の下限値} = \mu - 0.4$$

ケーブルのグループ毎に対して

$$\text{摩擦係数の上限値} = \mu + (\text{表一3の標準値})$$

$$\text{摩擦係数の下限値} = \mu - (\text{表一3の標準値})$$

⑥ PC 鋼材の見かけのヤング係数 \dot{E}_p の推定

PC 鋼材の見かけのヤング係数は, 試験緊張の実施の有無によって次のとおり推定してよい。

1) 試験緊張を行った場合

表一4 摩擦係数および見かけのヤング係数

	\dot{E}_p (kg/cm ²)
鋼 線	2.0×10^6
鋼より線	1.9×10^6
鋼 棒	2.05×10^6

見かけのヤング係数 $= \bar{E}_p$

ここに,

\bar{E}_p : PC 鋼材の見かけのヤング係数の平均値

なお, この場合には, \bar{E}_p を用いてプレストレッシングの計算を行っているかどうかを確認しなければならない。

2) 試験緊張を省略した場合

表一4 の値を用いてよい。

⑦ 引止め線の設定

PC 鋼材の見かけのヤング係数には, ばらつきが考えられるので, ある値だけ低いヤング係数を想定して, その分だけ伸び量が大きくなるように引止め線を決めると, 確率的に妥当なプレストレス力が期待できる。

1) 試験緊張を行った場合

\bar{E}_p は t 分布すると考えられるので, 見かけのヤング係数の範囲は次のよう推定される。

$$\bar{E}_p \pm t(\phi, \beta) \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

ここに,

\bar{E}_p : PC 鋼材の見かけのヤング係数の平均 (測定値)

ϕ : 自由度 $= n-1$

β : 危険率

$t(\phi, \beta)$: 自由度 ϕ の t 分布で, 危険率 β に対する座標値を表わす (表一5 参照)。

$$\sigma: \text{標準偏差} = \sqrt{\frac{\sum(\bar{E}_p - \dot{E}_p)^2}{n-1}}$$

n : データ数

表一5 $t(\phi, \beta)$ の表 ($\beta=0.05$)

ϕ	$t(\phi, \beta)$	ϕ	$t(\phi, \beta)$	ϕ	$t(\phi, \beta)$
1	12.71	11	2.20	21	2.08
2	4.30	12	2.18	22	2.07
3	3.18	13	2.16	23	2.07
4	2.78	14	2.15	24	2.06
5	2.57	15	2.13	25	2.06
6	2.45	16	2.12	26	2.06
7	2.37	17	2.11	27	2.05
8	2.31	18	2.10	28	2.05
9	2.26	19	2.09	29	2.05
10	2.23	20	2.09	30	2.04

表一3 摩擦係数の管理限界の標準値

1組のケーブル数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10以上
管理限界値	± 0.40	± 0.28	± 0.23	± 0.20	± 0.18	± 0.16	± 0.15	± 0.14	± 0.13	± 0.13

したがって、引止め線は

$$\bar{E}_p - t(\phi, \beta) \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

と設定することができる。

2) 試験緊張を省略した場合

表-1 に示した PC 鋼材の見かけのヤング係数の値 \bar{E}_p は平均値であり、ばらつきを示す変動係数は、一般に 1.5~2% であることから、伸び量が 2% 大きくなるように引止め線を定めてよい。

$$\bar{E}_p / (1 + 0.02)$$

⑧ 管理図準備・作成

管理図としては、ケーブル 1 本毎の緊張力を確保するための「1 本毎の管理図」とケーブル全体の傾向を把握するための「ケーブル全体の摩擦係数の管理図」を作成する必要がある。

予め管理図の様式を定め、試験緊張の結果等を記入しておき、実際の緊張作業時には、その測定値のみをプロットあるいは記入すればよいようにしておかなければならない。

⑨ 管理図に対する判断および管理限界の修正

1) ケーブル 1 本毎の管理図に対する判断と対策

次のような異常な現象が出現した場合には、原因を究明し、対策を講じなければならない。

- a) 測定点が一直線上にない場合
- b) 測定点の軌跡が管理限界を外れる場合
- c) 測定点の軌跡の勾配に傾向性がある場合
- d) セット量が許容セット量を超える場合
- e) 左右の伸び量が不均衡の場合

2) ケーブル全体の摩擦係数の管理図

管理図が安定状態を示さなくなった場合には、何らかの異常があると判断し、ジャッキ、ポンプ、荷重計、材料の品質、緊張材の配置方法、コンクリート打設等について検討を実施するとともに、管理限界線の再検討を行う必要がある。

また、試験緊張を省略する場合には、10 本程度の実際のデータが得られた時点で新たに管理限界を設定し直すのがよい。

(2) 鉄道橋方式

この方式によってプレストレスングの管理を行う場合の手順を図-2 に示す。

① 設計緊張力 P_j から荷重計示度 σ_m を算出する

$$\sigma_m = \frac{1}{A_m} (1 + r) (1 + \mu\alpha + \lambda l) P_j$$

$$P_j = P_t + \Delta P_j$$

ここに、

σ_m : 荷重計示度

A_m : ジャッキの受圧面積

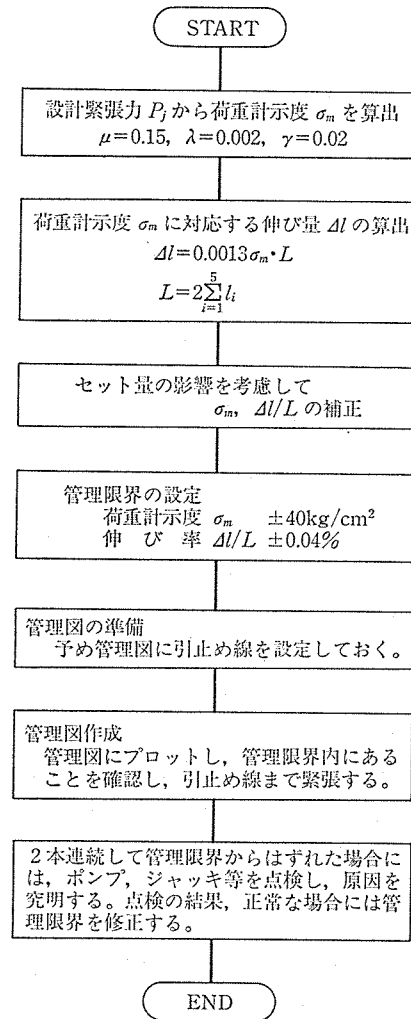


図-2 鉄道橋方式の管理手順

r : ジャッキおよび定着具の摩擦係数

P_t : 設計断面におけるプレストレス導入直後の引張力

$$\Delta P_j = n \cdot A_p \cdot \sigma_{cpg} \cdot \left(1 - \frac{i}{N}\right)$$

μ : PC 鋼材の角変化 1 ラジアン当りの摩擦係数

λ : PC 鋼材の長さ 1 m 当りの摩擦係数

r, μ, λ の値は、既往の多くのデータより、それぞれ、 $r=0.02, \mu=0.15, \lambda=0.002$ としてよい。

② 荷重計示度 σ_m と伸び率 Δ/L との関係式を算定する

荷重計示度 σ_m と伸び率との間には次の関係が成立する。

$$\Delta/L = 0.0013 \sigma_m$$

ここに、

$$\Delta/L = \text{伸び率 (\%)}$$

$$L = \text{ケーブルの全長} = 2 \sum_{i=1}^5 l_i$$

③ セット量の影響を考慮して $\sigma_m, \Delta/L$ を補正する
セット量が許容セット量を超える場合には、この影響

を考慮して σ_m , $\Delta l/L$ を補正する。

補正後の伸び = $\Delta l +$ 補正量

補正後の $\Delta l/L = (\text{補正後の伸び})/L$

したがって、補正後の σ_m は

補正後の $\sigma_m = (\text{補正後の } \Delta l/L) / 0.0013$

となる。

④ 荷重計示度 σ_m と伸び率 $\Delta l/L$ の管理限界の設定
荷重計示度 σ_m とコンクリートの弾性変形を考慮した支間中央の緊張力 P_j との関係を回帰分析の結果、荷重計示度の標準偏差は $\sigma = 20 \text{ kg/cm}^2$ であり、5% の誤差を考慮すると、荷重計示度 σ_m の管理限界は、次のとおり設定できる。

$$\sigma_m \pm 2\sigma = \sigma_m \pm 40 \text{ kg/cm}^2$$

次に、伸び率 $\Delta l/L$ と荷重計示度 σ_m の関係を回帰分析の結果、標準偏差 $\sigma = 0.02\%$ であり、5% の誤差を考慮すると、伸び率 $\Delta l/L$ の管理限界は、次のとおり設定できる。

$$\Delta l/L \pm 2\sigma = \Delta l/L \pm 0.04\%$$

⑤ 管理図の準備

予め、荷重計の示度、伸び率が求められているので、これらの値を管理図にプロットし、引止め線 CD を設定しておくのがよい (図-3 参照)。

⑥ 管理図の作成

予め、準備しておいた管理図の用紙にプレストレスの測定結果をプロットし、管理限界内にあることを確認し、引止め線まで緊張する。

⑦ 管理限界に対する判断、管理限界の修正

すでに設定した管理限界から外れることもあるので、2本連続してはずれた場合には、ポンプ、ジャッキ等の点検を行い、原因を究明しなければならない。この結果、ポンプ、ジャッキ等が正常であれば、管理限界の見直しを行う。

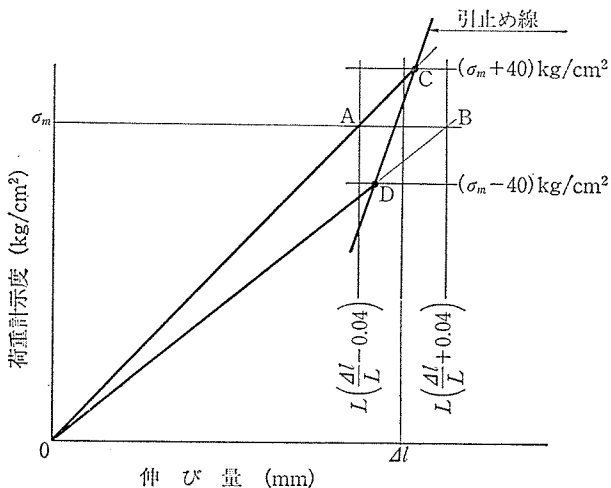


図-3 引止め線の設定

4 管理の実施例

管理手法については、前項で記述したので、以下に実施例に基づいて説明する。

(1) 道路橋方式

実施例の概要は次のとおりである。

構造形式：単純合成桁

支間：34.0 m

径間数：4 連

主桁本数：4 本/連

ケーブル本数：4 本/桁

ケーブルの種類：12-φ12.4 ケーブル

① プレストレスの計算

プレストレスの計算結果は表-6 のとおりである。

② ケーブルのグループ分け

桁 1 本当りのケーブル本数は 4 本であることから、1 グループを 4 本とする。

表-6 プレストレスの計算結果

ケーブル番号	緊張順序	ケーブル長 $l (=l_1+l_2+l_3)$ (m)	摩擦損失係数	桁端緊張力 P_j (t)	荷重計示度 σ_m (kg/cm ²)	伸び量 Δl (mm)	許容セット量 Δl (mm)
C ₁	1	34.853	0.2	134.0	460.2	204.9	22.5
			0.4	146.4	502.7	215.3	42.9
C ₂	2	34.804	0.2	132.0	453.3	201.6	20.5
			0.4	143.6	492.9	210.9	38.8
C ₃	3	34.749	0.2	130.0	446.4	198.0	18.0
			0.4	140.7	483.2	205.9	33.6
C ₄	4	34.700	0.2	127.8	438.7	194.5	15.8
			0.4	137.5	472.0	201.2	28.9

表-7 試験緊張結果

緊張順序	ケーブル No.	μ	$\bar{\mu} - \mu$	$(\bar{\mu} - \mu)^2$	\bar{E}_p ($\times 10^9$)	$\bar{E}_p - E_p$	$(\bar{E}_p - E_p)^2$
1	C ₁ 右	0.108	0.091	0.008281	1.921	0.053	0.002809
2	C ₁ 左	0.237	-0.038	0.001444	1.999	-0.025	0.000625
3	C ₂ 右	0.239	-0.040	0.001600	2.016	-0.042	0.001764
4	C ₂ 左	0.136	0.063	0.003969	1.921	0.053	0.002809
5	C ₃ 右	0.173	0.026	0.000676	1.911	0.063	0.003969
6	C ₃ 左	0.252	-0.053	0.002809	2.042	-0.068	0.004624
7	C ₄ 右	0.273	-0.074	0.005476	1.972	0.002	0.000004
8	C ₄ 左	0.172	0.027	0.000729	2.009	-0.035	0.001225
	Σ	1.590		0.024984	15.791		0.017829

$$\bar{\mu} = \frac{\sum \mu}{n} = \frac{1.590}{8} = 0.199$$

$$\bar{E}_p = \frac{\sum E_p}{n} = \frac{15.791}{8} = 1.974$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{\mu} - \mu)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.024984}{7}} = 0.060$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (E_p - \bar{E}_p)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.017829}{7}} = 0.050$$

表-8 管理限界および引止め線

	試験緊張を行った場合		試験緊張を省略した場合	
	1本毎	グループ毎	1本毎	グループ毎
摩擦係数の管理限界	$0.199 \pm 2 \times 0.060$		$0.3 \pm 2 \times 0.2$	
	上限 0.32	$0.199 \pm \frac{2 \times 0.060}{\sqrt{4}}$ 上限 0.26	上限 0.7	$0.3 \pm \frac{2 \times 0.2}{\sqrt{4}}$ 上限 0.5
	下限 0.08	下限 0.14	下限 -0.1	下限 0.1
PC鋼材の見かけのヤング係数 ($10^6 \times \text{kg/cm}^2$)	\bar{E}_p	1.97	2.00	
	引止め線	$1.974 - 2.37 \times \frac{0.050}{\sqrt{8}}$ = 1.93	2.00/1.02 = 1.96	

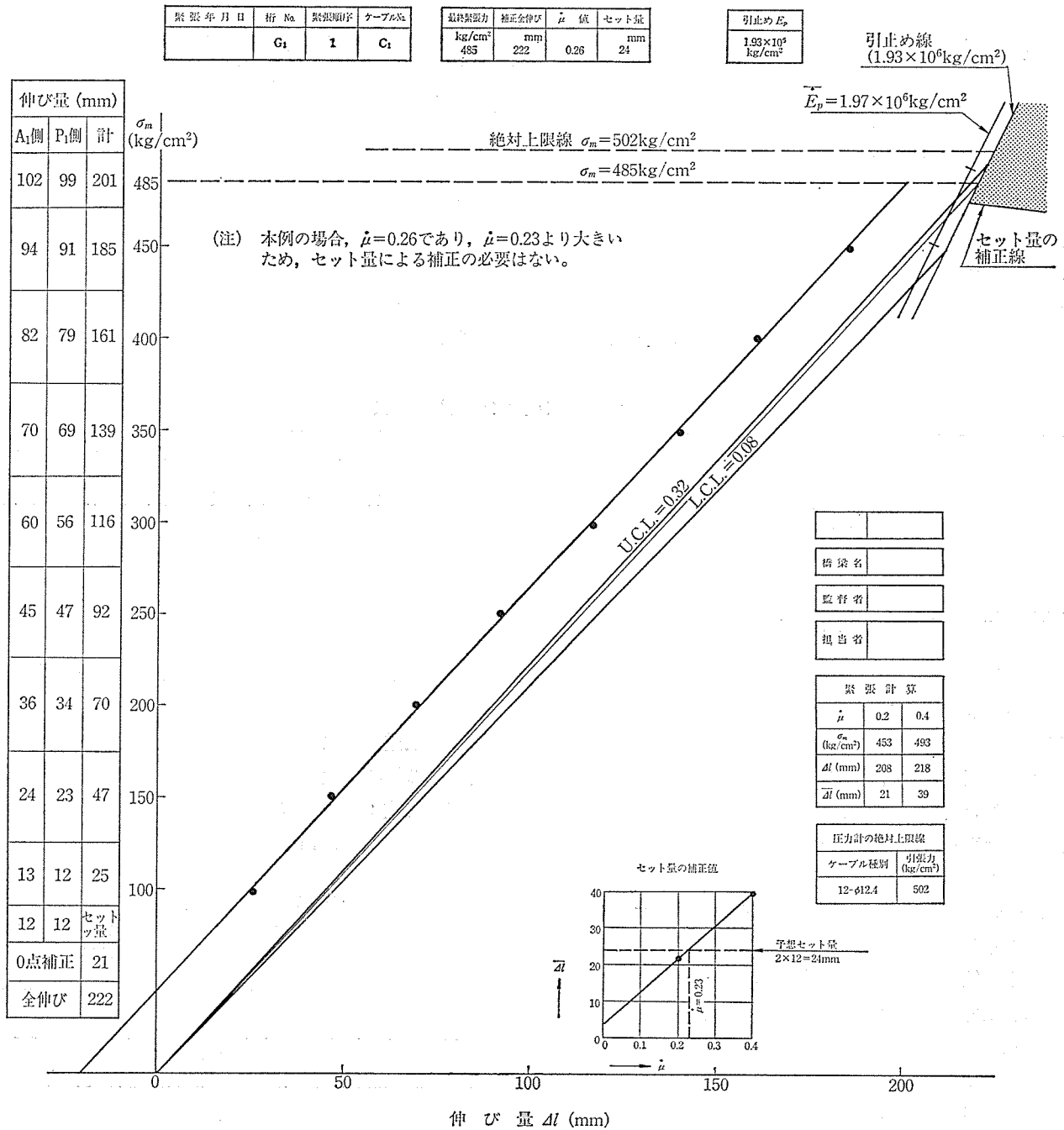


図-4 ケーブル1本毎の管理図

監督者
橋梁名
担当者

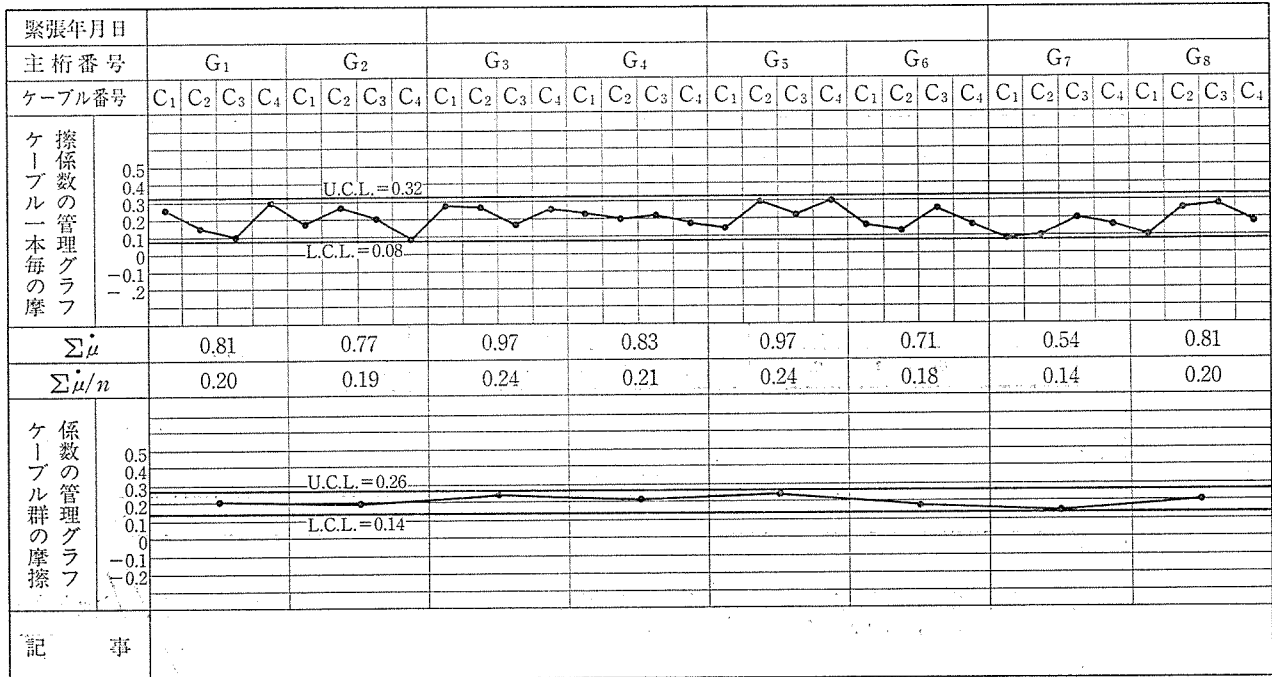


図-5 ケーブル全体の摩擦係数の管理グラフ

表-9 プレストレスの計算結果

ケーブル番号	緊張順序	④荷重計示度 σ_m (kg/cm ²)	⑤伸び率 ($\Delta l/L$) (%)	⑥許容セット量 $\bar{\Delta l}$ (mm)	⑦ケーブル長さ L (mm)	⑧セット量補正後の伸び量 $L(\frac{\Delta l}{L}) + \text{補正值}^*$ (mm)	⑨セット量補正後の伸び率 ⑧/ L (%)	⑩セット量補正後の荷重計示度 ⑨/0.0013 (kg/cm ²)
C ₁	1	480.0	0.6240	12.1	31 176	194.5	0.6240	480.0
C ₂	2	467.7	0.6080	10.8	31 162	191.9	0.6158	473.7
C ₃	3	452.9	0.5888	9.4	31 118	188.4	0.6054	465.7
C ₄	4	437.2	0.5684	7.9	31 094	184.9	0.5946	457.4

注) 補正值=2(セット量-許容セット量)

③ 試験緊張

試験緊張のケーブルは4本とし、測定結果を表-7に示す。

④ 管理限界、引止め線の設定

試験緊張を行った場合、省略した場合の管理限界、引止め線は表-8のとおりとなる。

⑤ 管理図

図-4は、1本毎の管理図のうちのC₁ケーブルの管理図である。

引止め線 ($E_p=1.93 \times 10^6$ kg/cm²) まで、PCケーブルに引張力を与えた結果、荷重計示度 $\sigma_m=485$ kg/cm² で引止めとした。また、この場合の $\bar{\mu}=0.26$ であり、管理図に示すとおり、 $\bar{\mu}=0.23$ より大きいいため、セット量の補正の必要はない。

次に、図-5は、ケーブル全体の摩擦係数の管理グラフである。1本毎およびグループ毎の管理限界内に点在

し、ほぼ安定状態にあるが、引き続き推移を見守る必要がある。

(2) 鉄道橋方式

実施例の概要は次のとおりである。

構造形式：単純T桁

支 間：30.0 m

表-10 管理限界

ケーブル番号	緊張順序	$\sigma_m \pm 40$ (kg/cm ²)	$(\frac{\Delta l}{L} \pm 0.04)L$ (mm)
C ₁	1	520	207
		440	182
C ₂	2	514	204
		434	179
C ₃	3	506	201
		426	176
C ₄	4	497	197
		417	172

径間数：3連
 主桁本数：6本/連
 ケーブル本数：4本/桁
 ケーブルの種類：12-φ12.4

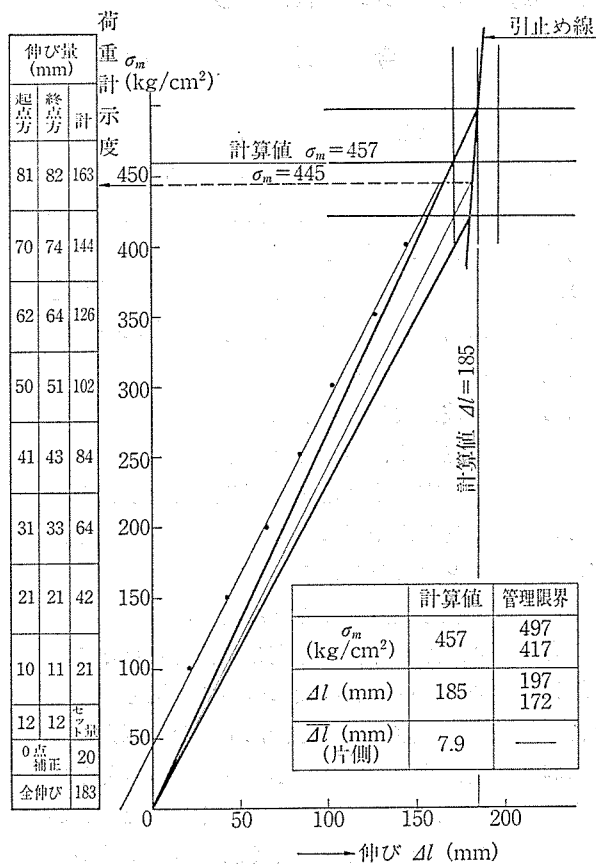


図-6 ケーブル1本毎の管理図

① プレストレスの計算
 プレストレスの計算は表-9 のとおりである。
 ② 管理限界の設定
 荷重計示度 σ_m および伸び Δl の管理限界は表-10 のとおりとなる。

③ 管理図
 図-6 は、C₄ ケーブルの管理図である。
 管理限界から設定した引止め線まで、PC ケーブルに引張力を与え、荷重計示度 $\sigma_m = 445 \text{ kg/cm}^2$ で引止めとした。

当然のことながら、グループ管理も行わなければならないが、ここでは省略する。

5 あとがき

プレストレスの管理を行ううえでの要点について、単純桁をベースにして、一通りふれたつもりであるが、紙面の都合上、省略した部分もかなりある。

不足部分については「コンクリート橋施工便覧」および構造物設計資料 No. 77「PC 橋の簡略化した緊張管理」を参照していただきたい。

また、ここに記述した管理手法のほかに、施工の実態を踏まえた注目すべき管理手法も提案されているが（安井昌幸：プレストレス導入における摩擦係数の再検討，プレストレストコンクリート Vol. 30, No. 2）ここではふれなかった。御容赦願いたい。

転勤（または転居）ご通知のお願い

勤務場所（会誌発送、その他通信宛先）の変更のご通知をお願いいたします。

会誌発送その他の場合、連絡先が変更になっていて、お知らせがないため郵便物の差しもどしをうけることがたびたびあります。不着の場合お互いに迷惑になるばかりでなく、当協会としても二重の手数と郵送料とを要することになりますので、変更の場合はハガキに新旧の宛先を記入のうえ、ただちにご一報くださるようお願いいたします（ご送金の際、振替用紙裏面の通信欄に記入されても差し支えありません）。

ご転勤前後勤務先に送ったものがそのまま転送されないでご入手できない場合、当方として責任を負いかねますのでご了承ください。