

PC桁のプレストレッシング

管理図に対する判断とその処置

管理図を描く主目的は、プレストレッシングに関する種々の作業工程が正常かどうかを客観的に判断するための資料とすることである。したがって、データをグラフ化して、ただ眺めているにすぎなければ、単なる形式的なグラフにとどまる。このように、グラフ化しただけで、なんの処置もとらなければ、緊張管理を行っているとはいいがたい。したがって、緊張管理図を品質管理のための管理図として役立たせるように工夫していくことが必要である。

また、異常と認められる事態が発生した場合には、その原因を究明し、対策を講じる必要がある。

(a) 安全状態を示す管理図

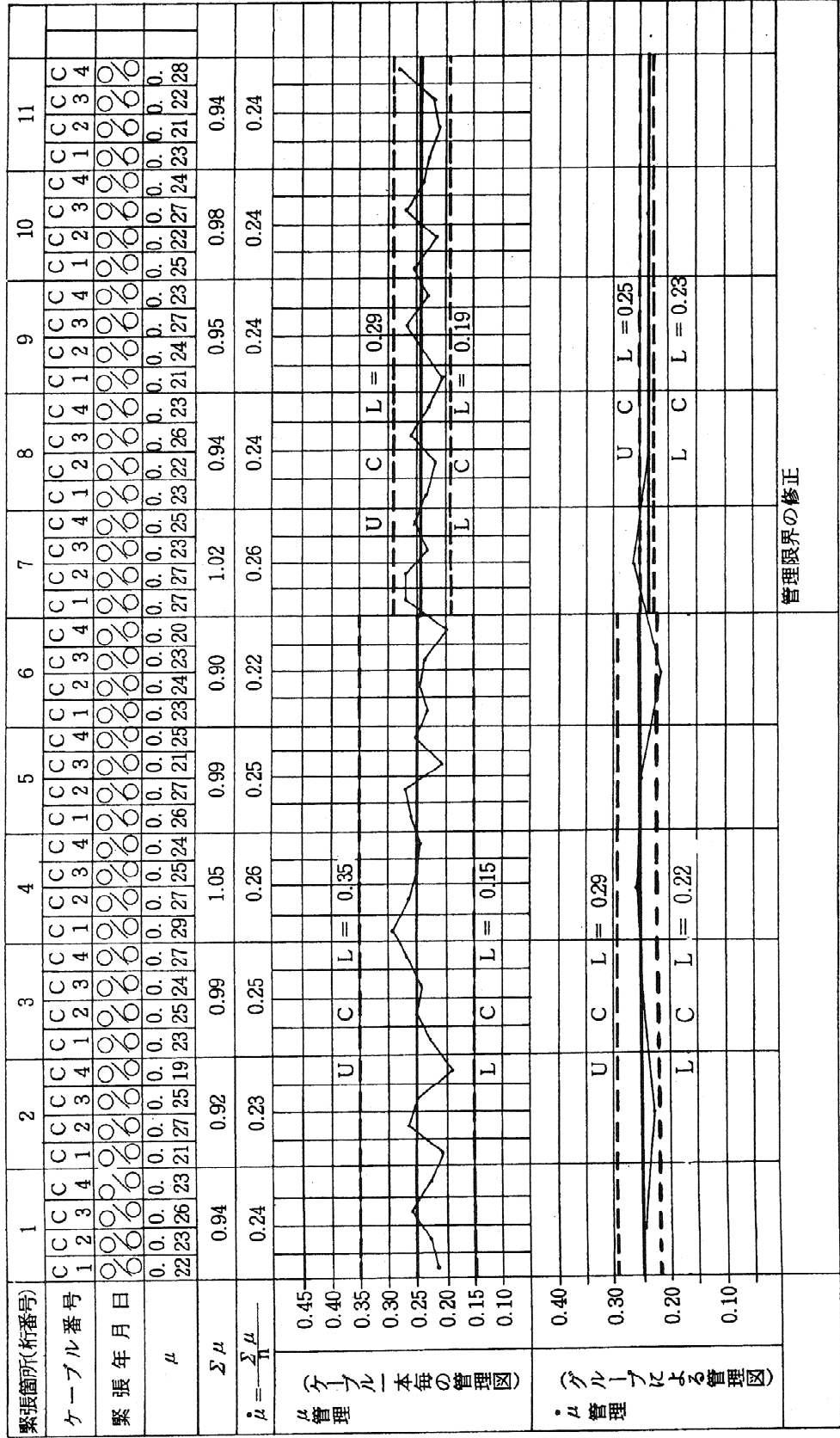
安全状態を示している管理図とは、次のようなものである。

- 1) 管理図に記入された点が管理限界内にあること。ただし、20点に1点の割合以下では管理限界外に出ても直ちに異常とは認めない。
- 2) 管理図上の点が中心線（ μ 線）のまわりに多く集まっていると同時に、それが適当に分散していること。
- 3) 上記2)の状態、さらに限界線付近では非常にまばらにしか点のないこと。

(コンクリート道路橋施工便覧(平成10年1月)より)

橋梁緊張管理図

工事名 ○○橋上部II工事
 工期 H○○.○.○.～H○○.○.○.
 受注者 ○○コンクリート株式会社



管理限界の修正

番号	桁番号	ケーブル 番号(n)	$\dot{\mu}$	$\bar{\mu} - \dot{\mu}$	$(\bar{\mu} - \dot{\mu})^2$
1	1	C 1	0.22	0.02	0.0004
2		C 2	0.23	0.01	0.0001
3		C 3	0.26	-0.02	0.0004
4		C 4	0.23	0.01	0.0001
5	2	C 1	0.21	0.03	0.0009
6		C 2	0.27	-0.03	0.0009
7		C 3	0.25	-0.01	0.0001
8		C 4	0.19	0.05	0.0025
9	3	C 1	0.23	0.01	0.0001
10		C 2	0.25	-0.01	0.0001
11		C 3	0.24	0	0
12		C 4	0.27	-0.03	0.0009
13	4	C 1	0.24	-0.05	0.0025
14		C 2	0.27	-0.03	0.0009
15		C 3	0.25	-0.01	0.0001
16		C 4	0.24	0	0
17	5	C 1	0.26	-0.02	0.0004
18		C 2	0.27	-0.03	0.0009
19		C 3	0.21	0.03	0.0009
20		C 4	0.25	-0.01	0.0001
21	6	C 1	0.23	0.01	0.0001
22		C 2	0.24	0	0
23		C 3	0.23	0.01	0.0001
24		C 4	0.20	0.04	0.0016
			5.79		0.0141
平	均		$\bar{\mu} = \frac{\sum \dot{\mu}}{n} = 5.79 / 24 \doteq 0.24$		
標	準		$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{\mu} - \dot{\mu})^2}{n - 1}} = \sqrt{0.0141 / 23} \doteq 0.025$		

※ ケーブル1本ごとの管理限界線の修正

中 心 線 $\bar{\mu} = 0.24$

上方管理限界線 $\bar{\mu} + 2\sigma = 0.24 + 0.05 = 0.29$

下型管理限界線 $\bar{\mu} - 2\sigma = 0.24 - 0.05 = 0.19$

※ ケーブルグループの管理限界線の修正

中 心 線 $\bar{\mu} = 0.24$

上方管理限界線 $\bar{\mu} + 2\sigma / \sqrt{n} = 0.24 + 0.01 = 0.25$

下型管理限界線 $\bar{\mu} - 2\sigma / \sqrt{n} = 0.24 - 0.01 = 0.23$

ケーブル一本毎の管理図

伸び(%)	計	
万	87	97
万	78	85
	68	75
	58	64
	49	53
	39	43
	28	32
	19	22
	9	11
	8	8
	0	8
	補正	+19
	補正全伸び	203

緊張年月日
H〇〇.〇〇. ①

けたNo. 緊張順序 ケーブルNo
① 1 C1

最終緊張力 補正全伸び μ値 セット値
495KN/mm² 203% 0.22 16

引止 Ep
183

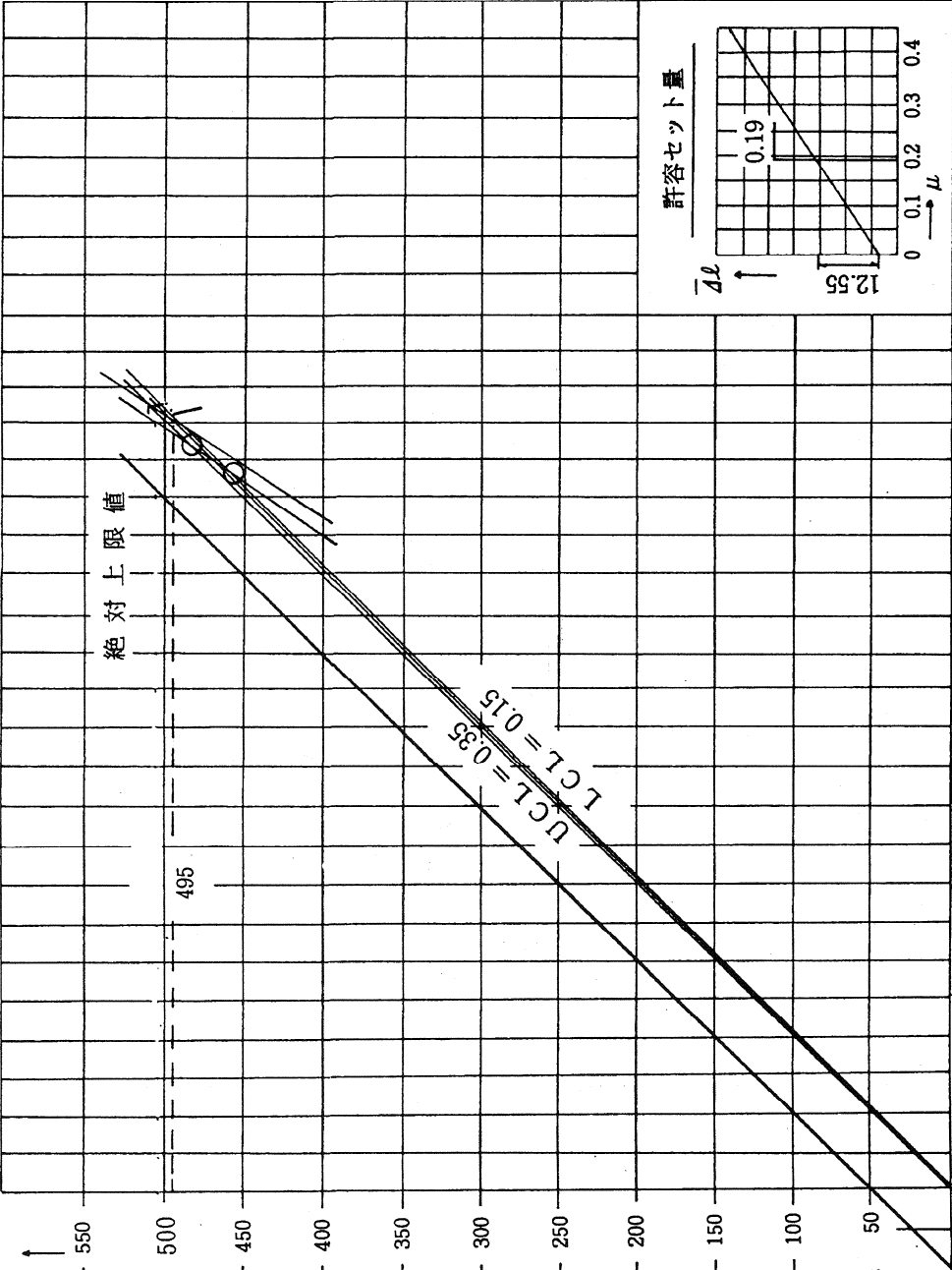
橋梁名

担当者

緊張計算	
μ	0.1 0.3
σ _m (KN/mm ²)	446 471
ΔL(%)	188 195
ΔL(%)	9.9 520

圧力計の絶対上限線	
ケーブル種別	引張力 KN/mm ²
12本-φ124%	520

特記事項
片引き 両引き
異常の有 無
異常の内容
コンクリート打設
H〇〇.〇〇.〇



PC鋼材伸び量 ΔL(%) →

試験緊張PC鋼材の見かけのヤング係数Epの計算表

施工会社名 ○○コンクリート株式会社
 工事名 ○○橋上部工工事

測定順序	ケーブル番号	緊張方向	l	Δl	$\frac{l}{\Delta l}$	Pa	Pb	\sqrt{PaPb}	Am	Ap	$\frac{Am}{Ap}$	Ep	$(\bar{E}_p - \dot{E}_p)^2$	備	考
			mm	mm		KN/mm ²	KN/mm ²	KN/mm ²	cm ²	cm ²		KN/mm ²			
1	C 1	起点	30,692	196	156.6	490	407	447	300	11,148	26.911	188	0		
2	"	終点	"	189	162.4	"	392	438	"	"	"	191	9		
3	C 2	起点	30,670	201	152.6	"	407	447	"	"	"	184	16		
4	"	終点	"	190	161.4	"	392	438	"	"	"	190	4		
5	C 3	起点	30,640	200	153.2	"	402	444	"	"	"	183	25		
6	"	終点	"	186	164.7	"	387	435	"	"	"	193	25		
7	C 4	起点	30,624	199	153.9	"	407	447	"	"	"	185	9		
8	"	終点	"	187	163.8	"	387	435	"	"	"	192	16		
9															
10															
11															
12															
合計	Σ		—	—	—	—	—	—	—	—	—	1506	104		
平均	$\frac{\Sigma}{N}$		—	—	—	—	—	—	—	—	—	188	—		

PC鋼材の見かけのヤング係数Epの推定
 (jis Z 9045 活用)
 $\phi = n-1 = 8-1 = 7$
 $t(\phi \cdot \beta) = 2.37$
 $\dot{E}_p = \bar{E}_p \pm t(\phi \cdot \beta) \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
 $= 188 \pm 2.37 \times \frac{3.9}{\sqrt{8}}$
 $= (191 \sim 185) \text{ KN/mm}^2$
 以上より $\dot{E}_p = \frac{1}{2} (191 + 185)$
 $= 188 \text{ KN/mm}^2$ $188 / 1.09 = 183$

Ep : PC鋼材の見かけのヤング係数
 Pa・Pb : 緊張側および固定側ジョッキの荷重計の読み
 Am : ジョッキの受圧面積
 Ap : PC鋼材の断面積
 l : PC鋼材の伸び測定マーク点間の長さ
 Δl : PC鋼材の伸び量

$$* E_p = \frac{l}{\Delta l} \sqrt{Pa \cdot Pb} \cdot \frac{A_m}{A_p}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{E}_p - \dot{E}_p)^2}{n-1}} = 3.9$$

種類	単位	Ap
12-φ5	cm ²	2.3568
12-φ7	cm ²	4.6176
12-φ8	cm ²	6.0324
12T12.4	cm ²	11.148
12T12.7	cm ²	11.8452
12T15.2	cm ²	16.6440

試験緊張摩擦係数 μ の計算表

施工会社名 ○○コンクリート株式会社
 工事名 ○○橋上部工工事

測定順序	ケーブル番号	緊張方向	$\Delta\alpha$ rad	Σl m	$\lambda/\mu\Sigma l$	$\Delta\alpha + \lambda/\mu\Sigma l$	γ	$\frac{1}{(1+\gamma)^2}$	P_a KN/m ²	P_b KN/m ²	$\frac{P_a}{P_b}$	$\frac{P_a}{P_b} \cdot \frac{1}{(1+\gamma)^2}$	$\log_e \left\{ \frac{P_a}{P_b(1+\gamma)^2} \right\}$	μ	$(\bar{\mu} - \mu)^2$	備	考
1	C1	起点	0.1571	30,692	0.4082	0.5653	0.04	0.9246	490	407	1.204	1.113	0.107	0.189	0.0038		
2	"	終点	"	"	"	"	"	"	"	392	1.250	1.156	0.145	0.257	0.0000		
3	C2	起点	0.1396	30,670	0.4079	0.5475	"	"	"	407	1.204	1.113	0.107	0.195	0.0031		
4	"	終点	"	"	"	"	"	"	"	392	1.250	1.156	0.145	0.265	0.0002		
5	C3	起点	0.1047	30,640	0.4075	0.5122	"	"	"	402	1.219	1.127	0.120	0.234	0.0003		
6	"	終点	"	"	"	"	"	"	"	387	1.266	1.171	0.157	0.307	0.0031		
7	C4	起点	0.0698	30,624	0.4073	0.4771	"	"	"	407	1.204	1.113	0.107	0.224	0.0007		
8	"	終点	"	"	"	"	"	"	"	387	1.266	1.171	0.157	0.329	0.0061		
9																	
10																	
11																	
12																	
合計	Σ																
平均	$\bar{\mu}$													0.251			

標準偏差

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(\bar{\mu} - \mu)^2}{N - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.0173}{8 - 1}}$$

$$= 0.050$$

管理限界

ケーブル1本ごとに対して

$$UCL = \bar{\mu} + 2\sigma = 0.251 + 2 \times 0.050 = 0.351$$

$$LCL = \bar{\mu} - 2\sigma = 0.251 - 2 \times 0.050 = 0.151$$

ケーブルのグループに対して

$$UCL = \bar{\mu} + \frac{2\sigma}{\sqrt{n}} = 0.251 + \frac{2 \times 0.05}{\sqrt{8}} = 0.286$$

$$LCL = \bar{\mu} - \frac{2\sigma}{\sqrt{n}} = 0.251 - \frac{2 \times 0.05}{\sqrt{8}} = 0.216$$

$$\mu = \frac{1}{\Sigma \alpha + \lambda / \mu \Sigma l} \log_e \left\{ \frac{P_a}{P_b} \cdot \frac{1}{(1+\gamma)^2} \right\}$$

λ/μ : 鋼線束の場合 0.0133
 鋼より線束の場合 0.0133
 鋼棒の場合 0.0100

$\gamma = 0.04$