

4 編 設 計

1 章 設計に関する一般事項

1 節 設 計 図

26条 設計図に記載する事項

設計図には、つぎの事項を明記しなければならない。

(i) 構造物の名称、形式および図面の尺度

設計の基本とした主な荷重

設計責任者の所属および氏名

設計年月日

材 料 表

(ii) 材令 28 日のコンクリートの圧縮強度, σ_{28}

コンクリートの許容曲げ圧縮応力度, σ_{ca}

コンクリートの許容曲げ引張応力度, σ_{ca}'

プレストレスを与えるときのコンクリートの圧縮強度

(iii) 粗骨材の最大寸法

(iv) PC鋼線の引張強度, σ_{pu}

PC鋼線の許容応力度, σ_{ps}

PC鋼線の有効引張応力度, σ_{pe}

プレストレスを与えた直後、設計断面における PC 鋼線に作用している引張応力度, σ_{pe}

シーすその他とPC鋼線との間の摩擦係数

PC鋼線を引張る順序

PC鋼線に与える引張応力度

(v) その他、施工上特に必要な事項

〔解 説〕 この条は、鉄筋コンクリート構造の場合に必要な事項のほか、プレストレストコンクリートで施工上特に必要な事項をあげたものである。

(v) について その他施工上特に必要な事項とは、たとえばプレストレスを与えることによつておこるはりの縮み、出来上りのはりのそり、等である。

27条 PC鋼線に与える引張力

(1) PC鋼線を数本ずつ組にして各組を順次に引張る場合には、コンクリートの弾性変形を考慮して各組に与える引張力を定め、各組に与える引張力および引張る順序を設計図に明記しなければならない。

(2) PC鋼線とスペーサーまたはシーすとの間に摩擦がある場合には、摩擦の影響を考慮して引張力を計算し、計算に用いた摩擦係数を設計図に明記しなければならない。

〔解 説〕 この条は 26 条と重複しているが、特に必要な事項であるので再掲したのである。

(1) について コンクリートの弾性変形による引張力の損失と摩擦損失とを加算すると相当に大きい力の損失となるから、設計者は PC 鋼線の許容応力度をなるべく有効に用いるために各組における力の損失をなるべく小さくするように考えて設計する。PC鋼線に与える引張応力度が設計図に書いてないと、設計者の意図と異なり、PC鋼線の許容応力度を超過したり、

または所定の引張力が与えられなかつたりするおそれもあるから設計者の意図を設計図に明記しておかなければならないのである(22条(2)参照)。

(2) について PC鋼線を曲げ上げた場合の摩擦の影響は次式で表わすことができる。

$$P = P_0 e^{\mu\alpha} \dots \dots \dots (a)$$

ここに、 μ = 摩擦係数

α = 角度(ラジアン)

実際には、PC鋼線の角度変化による摩擦損失のほか、長さに関する摩擦損失がある。



図—a

はりの長さ 40m 以下、PC 鋼線の曲げ半径 4m 以上の場合には、つぎの直線式によつてよい。

$$P = P_0(1 + \mu\alpha + \lambda l) \dots \dots \dots (b)$$

ここに、 λ = 1m 当りの摩擦損失係数

l = 長さ(m)

設計者は μ および λ については従来の実験に基づいて、ある値を仮定するが、実際に用いるシースその他と PC鋼線 との間の摩擦損失は試験によつて求めなければならない(22条(3)参照)。

実験によれば、薄鉄板製シースを用いるフレッシネー式の場合(b)式によるときは、 $\mu = 0.25 \sim 0.35$, $\lambda = 0.35 \times 10^{-2} \sim 0.5 \times 10^{-2}$ 程度であつて、設計には、 $\mu = 0.3$, $\lambda = 0.4 \times 10^{-2}$ としよ。

施工者は、設計者の仮定した摩擦係数と実際の摩擦係数とを知つて、PC鋼線に与える引張力を定めなければならない。

2 節 応力度の計算

28条 計算上の仮定

(1) 部材断面の応力度の計算には、PC鋼線がコンクリー

トに与える力を部材断面に作用する偏心荷重と考える。断面の応力度は、前記の偏心荷重による応力度と静荷重、動荷重、温度変化、等の設計荷重による応力度とを加え合わせて計算する。

(2) 曲げ応力度の計算では、維ひずみは断面の中立軸からの距離に比例するものと仮定する。

(3) ひびわれのおこるまえの応力度の計算では全断面を考える。

(4) 破壊にたいする安全度の計算では、コンクリートの引張応力を無視する。

[解 説] (1) について この項はプレストレストコンクリートの曲げ応力度の計算の仮定を示したものである。断面に垂直な P_t という力で PC鋼線を引張つて、この力をコンクリートに伝達したとすると、コンクリートにおこっている応力度 σ_{ct}' , σ_{ct} は次式で表わされる。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{ct}' &= \frac{P_t}{A_c} - \frac{P_t e_p}{I_c} y_c' \\ \sigma_{ct} &= \frac{P_t}{A_c} + \frac{P_t e_p}{I_c} y_c \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (a)$$

有効プレストレスは次式で示される。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{ce} &= \frac{P_e}{A_c} - \frac{P_e e_p}{I_c} y_c' \\ \sigma_{ce} &= \frac{P_e}{A_c} + \frac{P_e e_p}{I_c} y_c \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (b)$$

プレストレスを与えた直後の PC鋼線の引張力 P_t は、35~37条に示す PC鋼線のレラクセーション、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮によつて減少し有効引張力 P_e となるから (b) 式では (a) 式の P_t の代りに P_e を用いなければならない

いのである。この σ_{ce}' , σ_{ce} に設計荷重による曲げ応力度を加えて合成応力度を求めるのである。

(2) について プレストレストコンクリートの応力度の計算は平面保持の法則を用いて、これを行うことを示したものである。

(3) について ひびわれのおこるまえは、コンクリートの全断面が有効に働いているから、コンクリートの全断面を考えて応力度の計算を行うのである。

(4) について 破壊にたいする安全度を計算する場合には、引張側のコンクリートに既にひびわれがおこっている場合について考えるのであるから、鉄筋コンクリートの応力度の計算と同様にコンクリートの引張応力を無視するのである。

29条 PC鋼線のヤング係数

PC鋼線のヤング係数は試験によつて求める。試験を行わない場合、計算に用いるヤング係数は、2 000 000 kg/cm² と仮定してよい。

〔解説〕 JIS G 3101 による圧延鋼材は、大体 2 100 000 kg/cm² のヤング係数をもっているが、高強度鋼では 2 000 000 kg/cm² 前後のヤング係数をもっている。

応力—ひずみ曲線の形は、高強度鋼線の種類によつて異なるから、試験によつてヤング係数を求めることにした。設計者が実際に用いる PC 鋼線のヤング係数を知つて設計する場合は一般に少いので、大体の平均値としてのヤング係数をこの条に与えたのである。

30条 コンクリートのヤング係数

コンクリートのヤング係数は試験によつて求める。試験を行わない場合、計算に用いるヤング係数は、圧縮および引張にたいして 表—2 の値を用いてよい。

表—2 コンクリートのヤング係数

コンクリートの圧縮強度 (kg/cm ²)	E_c (kg/cm ²)
300	300 000
400	350 000
500	400 000

〔解説〕 コンクリートのヤング係数も、試験によつて求めるのが原則であるが、29条の解説で述べたのと同様の意味で大体のヤング係数を与えたのである。

引張にたいするヤング係数と圧縮にたいするヤング係数とは同じではないが、応力度が小さい間は大体は一致するので簡単のために、引張、圧縮ともに同じ値を用いることにしたのである。

3節 安全度

31条 安全度の計算

プレストレストコンクリート部材の設計では、つぎの各項について計算しなければならない。

- (i) 設計荷重をうけた場合のコンクリートおよび PC 鋼線の応力度
- (ii) ひびわれにたいする安全度
- (iii) 破壊にたいする安全度

〔解説〕 鉄筋コンクリートはりが設計荷重をうけた場合の応力度の計算ではコンクリートにひびわれがでた状態を考えているが、プレストレストコンクリートでは設計荷重で、ひびわれのおこらない設計をしているのであるから、(i) に示す設計荷重をうけた場合の応力度の計算のほか、(ii)、(iii) に示すようにひびわれにたいする安全度および破壊にたいする安全度の

計算を行う必要がある。

プレストレストコンクリートではひびわれがおこつたのちは、ひびわれのおこるまえとは応力状態が異なるから、ひびわれがおこるまでの荷重の範囲を明らかにしなければならないのである。

一般に、荷重と応力度とは比例するものであるが、プレストレストコンクリートではプレストレスがあるために、荷重とプレストレストコンクリートはりにおこつている応力度とは正比例しないから、ある荷重によつておこつている応力度から直ちにひびわれのおこる荷重の大きさを推定することはできない。それで別にひびわれのおこる荷重にたいする計算を行わなければならないのである。

破壊にたいする安全度は鉄筋コンクリートでは計算されていないが、プレストレストコンクリートでは設計荷重にたいする場合と、破壊をおこす荷重にたいする場合とで部材の応力状態が異なるから、安全度を検討しなければならないのである。(i)の設計荷重という意味はプレストレスを与えてから使用開始後の各段階における荷重を意味している。すなわち、プレストレスを与えたのちに、静荷重が加わつて来た場合、静荷重と動荷重とが加わる場合、等について、それぞれの許容応力度に関する条項を満足しなければならない(32条参照)。

32条 最大応力度の計算を必要とする部材の状態

プレストレストコンクリート部材におこる最大応力度は一般に、つぎの3つの状態において、それぞれ最大の影響を与える荷重の組合わせについて計算しなければならない。

- (i) プレストレスを与えた直後の状態
- (ii) プレストレスを与えたのち、PC鋼線のレラクセーション、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮の終る

までの状態

- (iii) PC鋼線のレラクセーション、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮の終つたのちの状態

〔解説〕 PC鋼線の応力状態について考えれば(a)プレテンションングでは引張台の間にPC鋼線を張つたときにPC鋼線に最大の応力度がおこつている。しかしこの応力度は一時的であるから大きい許容応力度を用いてよい(53条(2)参照)。(b)プレストレスを与えてからのちPC鋼線のレラクセーション、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮が終るまでに加わる静荷重および動荷重によつてプレストレスを与えたのちにおけるPC鋼線の最大応力度がおこる。クリープおよび乾燥収縮は約6カ月たてば終つたと考えられるから、プレストレスを与えてから6カ月経過したのちに加わる設計荷重にたいしてはPC鋼線のレラクセーション、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮が終つたときに加わるものとしてPC鋼線の応力度を計算すればよい。

コンクリートの応力状態については(a)プレストレスを与えた直後に部材引張部に最大圧縮応力度が、部材圧縮部に最大引張応力度(設計によつては最小圧縮応力度)がおこる。この状態は短時間のものであり、荷重は一般にこの応力を打ち消すように作用するものであるから、荷重にたいして与えられた許容応力度よりも大きい許容応力度を用いてよい(54条表-6, 55条表-8, 表-9参照)。PC鋼線のレラクセーション、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮が終つた状態では、部材引張部はプレストレスの最小圧縮応力度をうけており、荷重によつて部材引張部に小さい圧縮応力度または最大引張応力度がおこり、部材圧縮部に最大圧縮応力度がおこる

この条に挙げた(i)(ii)および(iii)の3つの状態の(i)はコンクリートの上記(a)の状態についてコンクリートの応力度を検討するものである。(ii)はPC鋼線の(b)の状態につ

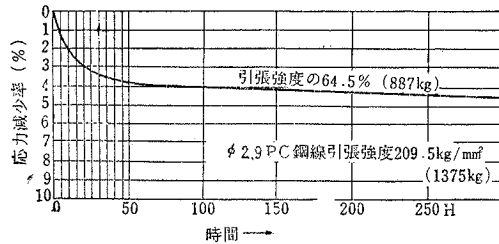
いてPC鋼線の応力度を検討するとともに、その後のPC鋼線のレラクセーション、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮による応力度の減少を検討するものである。(iii)はコンクリートの(b)の状態について、コンクリートの応力度を検討するものである。なお(iii)の状態において、PC鋼線のレラクセーション、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮が予定通りおこらない場合には、コンクリートは安全側となるが、PC鋼線は応力度が大きくなり危険側になるから、PC鋼線の応力度も検討しておかなければならない(34条参照)。

4節 PC鋼線のレラクセーション、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮

33条 PC鋼線のレラクセーション

PC鋼線のレラクセーションは試験によつてこれを求め、PC鋼線に与えた引張応力度のレラクセーションによる減少量を計算しなければならない。試験を行うまえに設計をする場合、計算に用いるPC鋼線の引張応力度のレラクセーションによる減少量は引張応力度の5%としてよい。

〔解説〕 高強度鋼は与える引張応力度が小さければレラクセ



図一a

ーションをおこさないとしてよいが、引張応力度が相当大きければレラクセーションをおこす。図一aは1つの実験例である。

PC鋼線のレラクセーションによる引張応力度の減少量は与えられている引張応力度、PC鋼線の性質、等によつてことなるから試験によつてこれを求めなければならない。

設計のときには、用いるPC鋼線の性質がよくわかっていない場合が多い。この場合には大体の値として5%を見込んでおけばよい。

また、PC鋼線にあらかじめ所定の引張応力度よりも大きい(約5%程度)引張応力度を与えておけば、所定の引張応力度を与えたときにおこるレラクセーションによる引張応力度の減少量が小さくなる。

34条 コンクリートのクリープ

- (1) クリープによるプレストレスの減少を計算する場合、コンクリートのクリープ度は応力度に比例しつぎの(1)式であらわされるものと仮定する。

$$\epsilon_c = \frac{\sigma}{E_c} \varphi \dots\dots\dots(1)$$

ここに、

ϵ_c = コンクリートのクリープ度

σ = コンクリートにおこっている応力度

E_c = コンクリートのヤング係数

φ = コンクリートのクリープ係数 = $\frac{\text{クリープ度}}{\text{弾性ひずみ度}}$

- (2) 計算に用いるクリープ係数は表一3の値とし、計算には表一3の2つの値のうち不利な応力状態となるクリープ係数を用いるものとする。部材断面の最小寸法が75cm以上150cm未満のときは10%、150cm以上のときは20

％だけ表-3の値を減らすものとする。

表-3 計算に用いるクリープ係数

状 態		クリープ係数 (φ)
水 中		0.50 <i>k</i> または 1.00 <i>k</i>
空気中	非常に湿った場合	1.50 <i>k</i> または 2.07 <i>k</i>
	一 般 の 場 合	2.00 <i>k</i> または 3.00 <i>k</i>
	乾燥した場合	2.50 <i>k</i> または 4.00 <i>k</i>

表-3の*k*は図-1から求める。

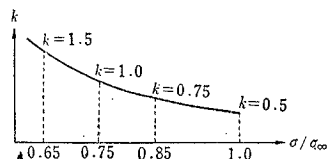


図-1 *k*と σ/σ_{∞} の関係

σ = プレストレスを与えるときのコンクリートの圧縮強度
 σ_{∞} = コンクリートの最終圧縮強度
 σ_{∞} と σ_{28} との関係はつ

ぎのように仮定してよい。

普通ポルトランドセメント $\sigma_{\infty}=1.30\sigma_{28}$

早強ポルトランドセメント $\sigma_{\infty}=1.15\sigma_{28}$

〔解 説〕 (1) について ここに示した式は DIN 4227 に示されている式である。

(2) について ここに示してあるクリープ係数は DIN 4227 に示されているものであつて、設計にはクリプ係数の上限および下限はそれぞれ危険な応力状態となる方の値をとる。コンクリートについては上限、PC 鋼線については下限が危険な場合である。

図-1の関係はコンクリートの硬化程度によつてクリープ係数がことなることを示したものでこれも DIN 4227 に示されているものである。

日本における実験でも同様の関係があることが示されてい

る(土木学会論文集 17号参照)。

35条 コンクリートの乾燥収縮

コンクリートの乾燥収縮によるプレストレスの減少を計算する場合、コンクリートの収縮度はプレテンションングのときは表-4の値、ポストテンションングのときは表-4の値に0.6*k*を乗じたものとする。*k*は図-1から求める。

表-4 コンクリートの収縮度(単位 10^{-5})

状 態		部材断面の最小寸法(cm)		
		20未満	20~75	75以上
水 中		0	0	0
空 気 中	非常に湿った場合	12.5	10	7.5
	一 般 の 場 合	25	20	15
	乾燥した場合	37.5	30	22.5

〔解 説〕 乾燥収縮の影響の計算には、コンクリートが一様に収縮するものと仮定する。

この条でポストテンションングの場合は、プレテンションングの場合よりも小さい収縮量を考えればよいことに規定してあるのはポストテンションングではコンクリートが相当に収縮してからプレストレスを与えるから、それまでにおこつた収縮は考える必要がないこと、および硬化の程度に応じて収縮量も変化すること、等を考えて DIN 4227 に示されている値を採用したものである。

2章 構造細目

36条 付 着

プレテンションの場合には PC 鋼線をコンクリートで確実に つみ十分な付着強度がえられるように PC 鋼線を配置しなければならない。

ポストテンションの場合であとで付着させる場合には、グラウチングによつて十分な付着強度がえられるようにしなければならない。

〔解説〕 プレテンションでは付着によつて PC 鋼線を定着しているのであるから、コンクリート打ちのさい PC 鋼線をコンクリートで十分に包むことができるように PC 鋼線を配置しなければならない。

ポストテンションでは PC 鋼線とコンクリートとの間に付着のある部材の方が付着のない部材よりも破壊に近くなつたときのたわみが小さく、破壊荷重も大きい。だから一般の構造物では付着のある構造とするのがよい。付着のある構造の場合には、できるだけ十分な付着力がおこるような PC 鋼線の配置にするのがよい。

37条 鉄筋の配置および加工

- (1) 鉄筋の最小間隔、かぶり、フックおよび継手については鉄筋コンクリート標準示方書によるものとする。
- (2) はりの圧縮部に鉄筋を配置する場合には、かぶりを十分大きくとらなければならない。

〔解説〕 プレストレスト コンクリートはりの圧縮部に圧縮鉄筋がある場合に、ない場合よりも、はりの強度が減少することがある。それは圧縮鉄筋の横膨脹、バックリング、等によつてかぶりのコンクリートがはがれる影響によるものである。

プレストレスト コンクリートはりは鉄筋コンクリートはりに比較して、大きな圧縮応力度をうけるため鉄筋コンクリート

標準示方書に規定する間隔に圧縮鉄筋をとりまくスターラップを配置するほかに、圧縮鉄筋のかぶりを十分にとる必要がある。

圧縮鉄筋のかぶりについて DIN 4227 では「cm で表わした圧縮鉄筋のかぶりは cm^2 で表わした 1 本の鉄筋断面積の数値以上でなければならない」と規定している。すなわち、直径 20mm の圧縮鉄筋では 3cm 以上、32mm の圧縮鉄筋では 8cm 以上のかぶりとしなければならないことになる。

38条 鋼材のさび止め

PC 鋼線および定着用鋼材は、さび止めのためこれをコンクリート中に埋め込むか、コンクリートでおおうか、または良質の塗料を塗るかしなければならない。塗料を塗る場合には塗りかえが容易にできるようにしておかなければならない。

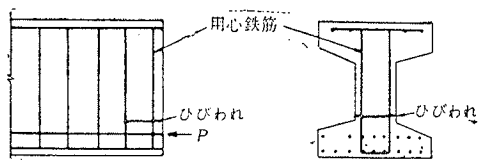
〔解説〕 PC 鋼線および定着用鋼材は、さびによつて強度が減少する。直径の小さい PC 鋼線は、さびの影響が殊に大きいから、さびないように十分の処置をしなければならない。

また施工の際、最終的にさび止めの処置をするまでに、さびの害をうけないように工夫することも必要である。さびがでると PC 鋼線の強度が落ちるばかりでなく、摩擦係数が相当に増加し、所定の引張力が与えられなくなることがある

39条 PC鋼線の定着部の補強

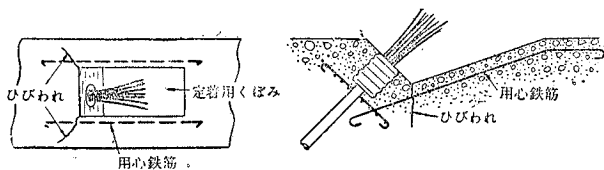
PC 鋼線を定着した面の近くには適当な用心鉄筋を配置して、この部にひびわれのでおそれを少なくしなければならない。

〔解説〕 たとえば図-a のようにはり端において P が働くとひびわれがでることがある。このようなひびわれのでおそれを少なくするためには図-a のような用心鉄筋を用いるのが適当である。



図—a

また曲げ上げた PC 鋼線の定着部では図—b、図—cのようなひびわれのでおそれがあるから、この部分にも用心鉄筋を配置するのがよい。



図—b

図—c

40条 付着のない部材の補強

付着のない部材には、コンクリート体積の 0.3% 以上の鉄筋を配置し、その大部分を部材のスパン方向に配置しなければならない。

〔解説〕 付着のないプレストレストコンクリート部材では、ひびわれがでると、付着のある部材にくらべて幅の広いひびわれとなる。鉄筋が配置してあればこのひびわれが分布されてひびわれの幅が小さくなる。

また、はりの横方向に適当な鉄筋が配置してあれば、横方向の伸びが妨げられて部材の計算にのらない不均等な温度、含水分、等の変化による不均等な収縮膨脹の影響をさけることができる。

この条の規定は、付着のない部材だけでなく付着のある部材でも守るのがよい。

この条の鉄筋は DIN 4227 の解説によると、スパン方向の鉄筋と横方向の鉄筋とからなり、断面に引張応力がおこるところ、定着部分、断面の変化するところ、等ではスパン方向を多くし、特に大きな圧縮応力のおこるところでは横方向鉄筋を多くするのがよいと書いてある。またその他の部分ではスパン方向およびこれと直角の方向に同じ断面積をもつように網状に配置し、網の鉄筋の間隔はなるべく 25cm 以下がよいと書いてある。

41条 ポストテンションにおける PC 鋼線の定着

定着部は原則として PC 鋼線の引張強度が十分発揮できるような構造としなければならない。定着部、定着具、定着板、等の設計の場合、コンクリートおよび鋼材の普通の許容応力度を用いるときは、計算に用いる定着部に加わる力は PC 鋼線の破壊強さを 2 で割った値と仮定してよい。

〔解説〕 鋼材の安全率に大体等しい 2 で PC 鋼線の破壊強さを割ったものを計算に用いる定着部に加わる力とすれば、破壊時には丁度 PC 鋼線と定着部とが同時に破壊することになるのである。この場合、コンクリートは十分な安全率がつてあるからこの部分で破壊は生じないことになる。

3章 設計荷重にたいする計算

1節 プレストレスおよび断面

42条 フルプレストレッシングの場合の部材引張部の設計

フルプレストレッシングの場合には、設計荷重が作用するとき、部材引張部のコンクリートに引張応力がおこらないように部材の断面およびプレストレスの大きさを設計しなければならない。

〔解説〕 フルプレストレッシングでは、設計荷重が作用したときに、部材引張部に引張応力がおこつてはならない。このためには、部材の断面を大きくして、設計荷重による引張応力度を小さくしたり、プレストレスの大きさを大きくしたりして、有効プレストレスの方が常に設計荷重による引張応力度よりも大きくなるようにしなければならない。

重要な構造物、ひびわれのために漏水、凍害、等の悪い影響をうける構造物は、この条に従つて設計するのがよい。

43条 フルプレストレッシングの場合の部材圧縮部の引張応力

プレストレスをコンクリートに与えた直後および静荷重のすべてが作用するまでは、部材圧縮部に短期間引張応力がおこつていてもよい。

〔解説〕 この条の許容応力度については 55 条表-8 に示してある。プレテンションングの場合には、クリープおよび乾燥収縮が終りすべての静荷重が加わつても、はり端では、プレストレスを与えたときにおこつた引張応力度は打ち消されないから、部材圧縮部に引張応力がおこらないような設計としなければならない。

ドイツ国鉄における実験によれば、コンクリートが材令の若い間に引張力により相当なクリープをおこすと、その後の圧縮にたいして弱くなるという結果がでている。これを考えれば、部材の自重だけで、圧縮部に引張応力がおこらないような設計にするのがよいであろう。

44条 パーシャルプレストレッシングの場合の部材引張部の設計

パーシャルプレストレッシングの場合には、設計荷重が作用するとき、コンクリートの全断面を有効とし、換算断面

を用いて求めたコンクリートの引張応力度が 55 条に示す許容引張応力度以下となるように断面およびプレストレスの大きさを設計しなければならない。

〔解説〕 換算断面の計算に用いるヤング係数については 29 条および 30 条に述べてある。

パーシャルプレストレッシングによるとフルプレストレッシングによる場合よりも一般に経済的である。

この条は余り重要でない構造物で経済上パーシャルプレストレッシングを用いる場合の規定である。この場合でも、橋では許容引張応力度を小さくするのがよい。

鉄道橋では現在パーシャルプレストレッシングによる設計を行つていない。主要な道路橋ではパーシャルプレストレッシングとしない。

2 節 引張鉄筋の算定

45条 一般

断面におこるコンクリートの引張応力は、引張鉄筋でこれをうけさせるのが適当である。

46条 付着のある場合

- (1) すべての静荷重が作用するまえに部材圧縮部に短期間おこるコンクリートの引張応力にたいする引張鉄筋断面積は 59 条に規定する鉄筋の許容応力度を約 30% 増したものをういてこれを求めてよい。
- (2) プレテンションングでパーシャルプレストレッシングの場合、設計荷重によつてコンクリートにおこる全引張応力を PC 鋼線 でうけさせたとしたときの PC 鋼線

の応力度と設計荷重をうけたときの PC 鋼線の応力度との和が、58条(1)の PC 鋼線の許容応力度以下であるときは、部材引張部に配置した PC 鋼線はこれを引張鉄筋とみなしてよい。計算した PC 鋼線の応力度が許容応力度をこえる場合には、許容応力度以下となるように、PC 鋼線を増すか、または引張鉄筋を配置するかしなければならない。

〔解説〕(1)について 部材圧縮部におこる引張応力は、静荷重が加わると一般になくなるものである。この引張応力は動荷重が加わる場合と異なり繰り返さず、また短期間であるからこの引張応力をうける鉄筋の許容応力度を大きくしても十分安全である。

この条の 30% という値は DIN 4227 によつたものである。

(2)について この項はプレテンションの場合に部材引張部に配置されている PC 鋼線を引張鉄筋として考える場合について規定したものである。

47条 付着のない場合

付着のない場合には[(有効プレストレス) + 1.35 × (静荷重, 動荷重, および温度変化の最も不利な組合せ)]の荷重状態のときにおこるコンクリートの全引張応力にたいして引張鉄筋を配置しなければならない。この場合、鉄筋の許容応力度を 2 200 kg/cm² としてよい。

〔解説〕 付着のない場合には、40条解説に述べたようにひびわれがでると付着のある場合に比べてひびわれの幅が大きいから部材圧縮部のひずみが大きくなり圧縮部が危険となる。それ

で付着のない場合には最も不利な組合せの設計荷重の 1.35 倍の荷重をうけたときにおこる引張応力にたいして、鉄筋の降伏点応力度に近い 2 200 kg/cm² の許容応力度を用いて引張鉄筋を算定しこれを配置するのである。この 1.35 倍の数値および 2 200 kg/cm² の許容応力度ははりが著しく危険になるのを防ぐために定めた値であつて DIN 4227 でもこれらの値を採用している。

48条 付着のあるポストテンションの場合

PC 鋼線に引張力を与えたのち直ちに付着をおこさせない場合には、付着させるまえに作用するすべての荷重にたいして 47 条に従つて引張鉄筋量を算定しなければならない。

直ちに付着をおこさせる場合で PC 鋼線が部材引張部に一様に分布されているときは、46条の場合と同様に引張鉄筋量を算定する。

直ちに付着をおこさせる場合でも PC 鋼線が部材引張部に一様に分布されていないときは、47 条に従つて計算を行う。

〔解説〕 PC 鋼線に引張力を与えたのち、付着をおこさせるまでの間は、やはり「付着のない場合」であるから 47 条と同様に引張鉄筋を定めなければならないのである。

PC 鋼線が部材引張部に一様に分布されていないとき、たとえば、太いワイヤーロープが数少く配置されているような場合は、付着がおこるようにした場合でも、十分な付着強度が期待できないおそれがあるから安全のために「付着のない場合」と同様に 47 条に従つて引張鉄筋を定めることとした。

4章 ひびわれおよび破壊にたいする安全度

49条 ひびわれにたいする安全度

ひびわれにたいする安全率を計算する場合、コンクリートの曲げ引張強度は表-5の値を用いてよい。

表-5 コンクリートの曲げ引張強度

σ_{28} (kg/cm ²)	曲げ引張強度 (kg/cm ²)
300	40
400	50
500	60

【解説】 ひびわれにたいする安全率, F , はつぎの式によつて計算する。

$$F = \frac{\text{(有効プレストレス)} + \text{(コンクリートの曲げ引張強度)}}{\text{(荷重, 温度変化, 等による最大曲げ引張応力度)}} \dots (a)$$

ブロックをつないではりとする場合、継目の処理が十分であり、モルタルまたはコンクリートが継目にしつかりとつめ込まれ、継目が引張力にたえられるように施工されているときは、継目の曲げ引張強度を約 15kg/cm² としてよい。

施工が不良で継目が切れていることが考えられる場合には、継目は曲げ引張りにたえないものとする。

ひびわれにたいする安全率は、フルプレストレッシングの場合は大きく、パーシャルプレストレッシングの場合は小さくなる。この安全率が大きいほど部材の安全度は大きくなるがコストが高くなる。

ひびわれにたいする安全率, F , は単純ばりにたいし (a) 式を書きかえるとつぎの (b) 式ようになる。

$$F = \frac{\sigma + (\sigma + \sigma_r) \alpha + |\sigma'_{cu}|}{(\sigma + \sigma_r) (1 + \alpha)} \dots (b)$$

ここに、 σ = 有効プレストレスと自重による曲げ引張応力度との和

$\sigma_r = \sigma$ と設計荷重による最大曲げ引張応力度との和

α = 自重による曲げ引張応力度と設計荷重（自重を除く）による曲げ引張応力度との比

σ'_{cu} = コンクリートの曲げ引張強度 (表-5の値)

上式の計算において、応力度の符号は圧縮を正、引張を負とする。

つぎの表はひびわれにたいする安全率の概念を与えるための参考として示したものである。 $\sigma_{28} = 500 \text{kg/cm}^2$ のコンクリートについて $\sigma = 168 \text{kg/cm}^2$ (プレストレスの減少量を 20% として 54 条の許容応力度を用いれば $\sigma = 0.8 \times 210 = 168 \text{kg/cm}^2$)、 $\sigma'_{cu} = 60 \text{kg/cm}^2$ として σ_r (kg/cm²) および α の種々の値にたいする F を計算してある。

ひびわれにたいする安全率

σ_r (kg/cm ²) \ α	$\frac{3}{2}$	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	備 考
-45	1.03	1.03	1.04	1.05	1.05	
-30	1.06	1.08	1.09	1.10	1.11	パーシャル
-20	1.09	1.10	1.12	1.14	1.16	プレストレ
-10	1.11	1.14	1.16	1.19	1.21	ッシング
-5	1.13	1.16	1.18	1.21	1.23	
0	1.14	1.18	1.20	1.24	1.27	
5	1.16	1.20	1.22	1.26	1.30	フル プレ
10	1.18	1.22	1.25	1.29	1.33	ストレッシ
15	1.20	1.24	1.28	1.33	1.37	ング
20	1.21	1.27	1.31	1.36	1.40	

ひびわれにたいする安全率を大きくするためには、部材圧縮部における許容曲げ圧縮応力度を小さくつて大きい断面とし σ_r が大きくなるようにすればよい。44 条解説にも述べてあるように、パーシャルプレストレッシングはひびわれにたいする安全率が小さいから、重要な構造物には用いないのがよい。

50条 破壊にたいする安全度

曲げ破壊にたいしては、静荷重、動荷重および温度変化の最も不利な組合せの荷重状態の2倍にたいして安全であることを確かめなければならない。

〔解説〕 DIN 4227 では曲げ破壊にたいしてコンクリートの応力分布をパラボラと仮定し、1.75の安全度を採用しているが、この安全度は51条の仮定に従うと約2となる。この条の規定によればDINと同じ程度の安全率を保つことができる。

51条 破壊にたいする安全度の計算上の仮定

- (1) 部材の破壊時におけるコンクリートの応力分布は矩形とし、コンクリートの応力度は材令28日における圧縮強度 σ_{28} とする。破壊時におけるコンクリートのひずみ度は 2.5×10^{-3} とする。
- (2) PC鋼線が大体同じ高さに配置してあるときは、中立軸から上にあるコンクリート断面の図心とPC鋼線群だけの図心との間の距離を用いて内力の抵抗モーメントを計算する。この場合、引張鉄筋 A_s があるときは破壊時においてPC鋼線群だけの図心に作用している引張力は付着のある場合 $A_p \sigma_{pu} + A_s \sigma_{sy}$ として計算する。
- (3) 付着のないプレストレッシングの場合には、PC鋼線の応力度 σ_p を $\sigma_{pw} + 1400 \text{ kg/cm}^2$ とし(2)に従ってPC鋼線群だけの図心に破壊時に作用している引張力を求める。ここに σ_{pw} は設計荷重が作用したときのPC鋼線の応力度である。この場合 σ_p はPC鋼線の降伏点応力度をこえてはならない。

〔解説〕(1)について コンクリート断面における応力分布は、鉄筋コンクリートの設計計算では、通常、三角形分布としているが、破壊時における応力分布については、多くの研究者が各種の分布を考えている。この指針では、計算上一番簡単であり、実験上もよく合うといわれている図-aのような矩形分布を採用した。

DIN 4227 では応力分布を応力-ひずみ曲線と同じ形の分布になると考えているが、この分布を用いると計算が面倒であるから簡単のために矩形分布を用いることにしたものである。

コンクリートのひずみ度の最大値は、コンクリートの強度によつて余り変らないから従来の実験値をもととして、 2.5×10^{-3} としたものである。

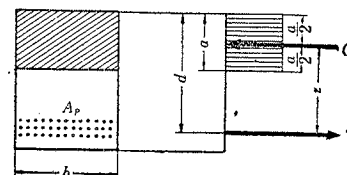


図-a

この値はPC鋼線が大体同じ高さに配置してあるときは必要ではないが、PC鋼線が数段に配置してあるときに、各段のPC鋼線のひずみ比従ってPC鋼線の応力比を知るのに役立つものである。

(2)について 図-aのようにPC鋼線が大体同じ高さにあるときは、破壊曲げモーメントに等しい内力の抵抗モーメント M_u は幅が b の矩形断面の場合、次式によつて計算すればよい。

$$\begin{aligned} M_u &= C \cdot z = T \cdot z \\ &= T(d-a/2) \\ &= (A_p \sigma_{pu} + A_s \sigma_{sy}) (d-a/2) \end{aligned}$$

a はつぎのようにして求める。

$$\begin{aligned} C &= ab\sigma_{28}, \quad T = A_p \sigma_{pu} + A_s \sigma_{sy} \\ \therefore a &= \frac{A_p \sigma_{pu} + A_s \sigma_{sy}}{b \sigma_{28}} \end{aligned}$$

引張鉄筋に作用している引張力は簡単のために PC 鋼線群の
 図心に作用しているという考えである。

なお略算式としては、 $M_u = 0.9A_p\sigma_{ps}d$ を用いてもよい。

この式は一般に $\frac{bd\sigma_{ps}}{A_p\sigma_{ps}}$ が大きい場合で、はりが破壊する
 ときに、PC 鋼線が破断する場合、PC 鋼線の伸びが非常に大き
 くなり大きいひびわれがおこり圧縮部分の厚さ a が小さくなつて
 コンクリートが圧縮破壊をおこす場合のように、PC 鋼線の伸び
 が非常に大きくなるのが原因となつてはりが破壊をおこす場
 合に用いられる。

$\frac{bd\sigma_{ps}}{A_p\sigma_{ps}}$ が小さい場合では、PC 鋼線の伸びが大きくならな
 いにコンクリートが圧縮破壊をおこすから、破壊の曲げモーメン
 トは上記の式によつて求められない。このときは次式によつて
 M_u を計算する。

$$M_u = \frac{1}{3}bd^2\sigma_{ps}$$

PC 鋼線の伸びが大きくなり、コンクリートが圧縮破壊をお
 こすような設計は一般に不経済であるから特別の場合のほかは
 このような設計をしないのがよい。

(3) について 付着のない場合には、PC 鋼線の応力はそ
 の全長にわたつて一様になる。PC 鋼線の応力度が、その降伏
 点応力度に達すると部材は急激に折れ曲る傾向になつて破壊す
 る。この場合の部材の強さについては、まだよくわかつていな
 いから DIN 4227 に示してある値を用いて、PC 鋼線の応力度
 は、設計荷重をうけたときの応力度から 1400kg/cm^2 だけ増加
 できると考えている。従来の実験では、破壊の強度は付着のあ
 る場合の大体 75% の強度を示している。

5 章 せん断応力

52 条 斜引張応力度の計算

(1) 斜引張応力度の計算には、全断面が有効であるとし

て計算したせん断応力度および垂直応力度を用いる。

斜引張応力度の計算は、断面に圧縮応力だけがおこつ
 ている場合には、全断面の各部について、また断面に引
 張および圧縮応力がおこっている場合には、圧縮応力が
 おこっている部分の各部について行い、その最大値を求
 めなければならない。

(2) 破壊にたいする安全度を検討するための荷重をうけ
 た場合の斜引張応力度を計算するときにも、簡単のため
 に全断面が有効であるとして、せん断応力度および垂直
 応力度を計算してよい。

〔解説〕(1) について 斜引張 応力度の計算において全
 断面を有効とするのはひびわれがないとした断面を意味するも
 ので、斜引張応力度はこのひびわれがないとした断面について
 計算したせん断応力度 τ と垂直応力度 σ_c を用いて、次式に
 よつて計算する。

$$\sigma_1 = -\frac{\sigma_c}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{\sigma_c^2 + 4\tau^2} \dots\dots\dots(a)$$

はりの断面の各部においては σ_c および τ が変化するため、
 σ_1 は断面に圧縮応力がおこっている各部について計算し、その
 最大値を求めなければならない。

プレストレスト コンクリートはりは軸方向の圧縮応力をう
 けているため σ_c が大きく、鉄筋コンクリートはりに比較して
 σ_1 が非常に小さくなる利点をもっている。ポストテンショニ
 グのはりで PC 鋼線が曲げ上げである場合には、はりに作用す
 るせん断力として外力のせん断力から PC 鋼線の引張力の鉛直
 分力を差し引いた値を用いることができるから (a) 式の τ が小
 さくなり、 σ_1 が更に小さくなつて非常に有利である。プレテン
 ショニングのはりの端部の斜引張応力度を計算する場合、垂直応

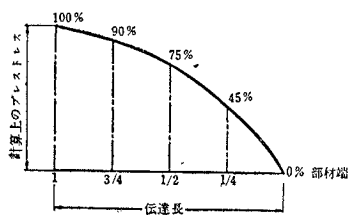
力度 σ_c の計算には、伝達長（部材端から計算上のプレストレスが作用する断面までの距離）の間のプレストレスの分布を考えなければならない。伝達長およびこの間のプレストレスの分布はつぎにのべる Ross の実験結果から求めてよい。

(a) 伝達長の計算に用いる付着応力度は、表面が平滑な PC 鋼線では、つぎようになる。

直 径 (mm)	1.6	2	2.9	5
付着応力度 (kg/cm ²)	25.5	17.5	12.5	10.0

$$\text{伝達長} = \frac{\text{(PC鋼線の引張力)}}{\text{(付着応力度)} \times \text{(PC鋼線の周長)}}$$

(b) 伝達長の中のプレストレスの分布は図-a になる。



(2) について 破壊にたいする安全度を検討するための荷重、すなわち $1.75 \times$ (静荷重 + 動荷重) の荷重状態にたいして、斜引張応力度を計算する場合

にも、ひびわれがないものとして計算する。ひびわれがでている断面についての計算はよくわかっていないから、大体の概念をえるために便宜上この条の規定のように定めたものである。

53条 腹鉄筋の設計

(1) 設計荷重を受けた場合、斜引張応力度は 57 条表-11 の許容応力度をこえてはならない。許容応力度をこえた場合には断面寸法、プレストレスの大きさ、等をかえなければならない。

(2) 破壊にたいする安全度を検討するための荷重、 $1.75 \times$ (静荷重、動荷重および温度変化の最も不利な組合せ)、

をうけた場合、斜引張応力度は 57 条表-12 の最大値をこえてはならない。最大値をこえた場合には、断面寸法、プレストレスの大きさ、等をかえなければならない。

この場合、斜引張応力度が 57 条表-12 の許容値をこえるときは全斜引張応力にたいして腹鉄筋を用いなければならない。腹鉄筋の許容応力度は 59 条に示す値を用いる。

[解 説] この条は DIN 4227 に従ったものである。この条に規定した設計方法は 57 条表-11 に規定した許容値をこえた場合にはすべての斜引張応力を腹鉄筋でとらせる方法であつて鉄筋コンクリートで従来行つていた方法と同じような考え方である。

$\sigma_{28} = 50 \text{ kg/cm}^2$ のコンクリートの場合について説明すればつぎのようである。

(a) 設計荷重をうけた場合、 σ_1 がフルプレストレッシングのときは 10 kg/cm^2 、パシアルプレストレッシングのときは 20 kg/cm^2 をこえたらば、断面の高さを高くしたり、腹部を厚くしたり、プレストレスの大きさをかえたりする。

(b) 破壊にたいする安全度を検討するための荷重をうけた場合、

(i) σ_1 が 48 kg/cm^2 をこえたらば断面、プレストレス、等の大きさをかえる。

(ii) σ_1 が 20 kg/cm^2 以下ならば腹鉄筋は不要である。

(iii) 20 kg/cm^2 をこえ 48 kg/cm^2 以下の場合にはすべての σ_1 にたいして腹鉄筋を用いる。

腹鉄筋の計算において、鉄筋の許容応力度を 59 条で 2200 kg/cm^2 としたのは、スターラップはコンクリートにひびわれがでてから働くものであつて、ひびわれがでている状態では鉄筋の応力度を降伏点近くまでとつてよいという考えである。

破壊にたいする安全度を検討するための荷重をうけた場合、 σ_1 が 20 kg/cm^2 以下であるときは、スターラップは必要でない

が、鉄筋コンクリートばりの場合と同様に計算上必要でなくとも少くともはり高さ以下の間隔にスターラップを配置するのがよい。

6章 許容応力度

1節 コンクリートの許容応力度

54条 許容圧縮応力度

コンクリートの許容圧縮応力度は表-6および表-7による。

(1) 許容曲げ圧縮応力度

表-6 許容曲げ圧縮応力度 (kg/cm²)

適用範囲	σ_{28} (kg/cm ²)		
	300	400	500
1. 矩形断面	110	140	160
2. I形および中空断面	100	130	150
3. 矩形断面における部材引張部 (プレストレスを与えた直後)	140	180	210
4. I形および中空断面における部材引張部 (プレストレスを与えた直後)	130	170	200

(2) 許容軸方向圧縮応力度

表-7 許容軸方向圧縮応力度 (kg/cm²)

適用範囲	σ_{28} (kg/cm ²)		
	300	400	500
5. 軸方向圧縮部材	80	110	130

〔解説〕 コンクリートの許容応力度は σ_{28} が300,400および500kg/cm²について与えてある。中間の値にたいする許容応力度は、比例によつて求めてよい。

コンクリートにたいする安全率は、大体3を考へて定められたもので、DIN 4227によつたものである。

55条 許容引張応力度

コンクリートの許容曲げ引張応力度は表-8および表-9に許容軸方向引張応力度は表-10による。

(1) フルプレストレッシングの場合

表-8 許容曲げ引張応力度 (kg/cm²)

適用範囲	σ_{28} (kg/cm ²)					
	一般の場合			橋の場合		
	300	400	500	300	400	500
6. 部材圧縮部(プレストレスを与えた直後)	30	38	45	8	10	12
7. 部材圧縮部(すべての静荷重が作用したのち)	0	0	0	0	0	0

(2) パーシャルプレストレッシングの場合

表-9 許容曲げ引張応力度 (kg/cm²)

適用範囲	σ_{28} (kg/cm ²)					
	一般の場合			橋の場合		
	300	400	500	300	400	500
8. 部材圧縮部における曲げ引張						
8-1 プレストレスを与えた直後	30	38	45	8	10	12
8-2 すべての静荷重が作用したのち	—	—	—	0	0	0
8-3 設計荷重が作用したのち	30	38	45	—	—	—
9. 部材引張部における曲げ引張						
9-1 部材引張部における曲げ引張	30	38	45	—	—	—
9-2 下側の引張縁および防水工を有する上側の引張縁における曲げ引張	—	—	—	20	25	30
9-3 上置層がなく直接に車輪がのる上側の引張縁における曲げ引張	—	—	—	12	15	18

(3) 許容軸方向引張応力度

表-10 許容軸方向引張応力度 (kg/cm²)

適用範囲	σ_{28} (kg/cm ²)					
	一般の場合			橋の場合		
	300	400	500	300	400	500
10. 軸方向引張部材	12	15	18	12	15	18

【解説】 橋の場合には、計画した荷重がのる機会が多く応力の繰返しがおこるから、引張応力度をなるべく小さくしておくことが安全である。

なお、ここに、一般の場合に示してある許容値は、曲げ引張強度の75%であつて、この値は DIN 4227 を採用したものである

56条 許容支圧応力度

許容支圧応力度は表-11 による。

表-11 許容支圧応力度 (kg/cm²)

適用範囲	σ_{28} (kg/cm ²)		
	300	400	500
11. 一般の場合	80	110	130

局部的載荷の場合には、支承表面積を A_0 、定着板の面積を A_1 とすれば、表-10 の許容応力度を $\sqrt[3]{\frac{A_0}{A_1}}$ 倍して用いてよい。ただし 1.7 倍をこえてはならない。支承表面積 A_0 の図心は定着板の面積 A_1 の図心と一致しなければならない。

多数の定着板を配置する場合には、計算上の支承表面積 A_0 は互に重複してはならない。

【解説】 この条の後段は、局部的載荷の場合における許容支

圧応力度の割増しの規定である。これによれば定着板が多数ある場合の A_0 と A_1 との関係は図-a に示したようになる。

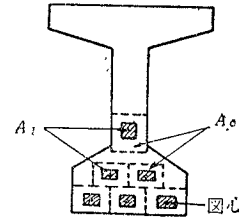


図-a

フレッシュナー コーンはその支圧面積が小さいから、これを用いる場合には支承部分のコンクリートを鉄筋で十分補強しなければならない。

57条 許容斜引張応力度

(1) 設計荷重をうけた場合、曲げ部材における許容斜引張応力度は表-12 による。

表-12 許容斜引張応力度 (kg/cm²)

適用範囲	σ_{28} (kg/cm ²)		
	300	400	500
12. フル プレストレスリングの場合	8	9	10
13. パーシャル プレストレスリングの場合	12	16	20

(2) 破壊にたいする安全度を検討するための荷重をうけた場合、曲げ部材における許容斜引張応力度は表-13 による。

表-13 許容斜引張応力度 (kg/cm²)

適用範囲	σ_{28} (kg/cm ²)		
	300	400	500
14. 最大値	32	40	48
15. 許容値	12	16	20

〔解説〕 フル プレストレスリングの場合の許容値は、鉄筋コンクリートの場合とほぼ同じ安全度をとつたものである。

パーシャル プレストレスリングの場合に、コンクリートの引張強度の約42%（安全率2.4）を許しているのは、斜引張応力による破壊にたいする安全度を大きくするために、曲げモーメントの場合よりも大きい安全度を考えたものである。破壊にたいする安全度を検討するための荷重をうけたときにたいする最大値は、コンクリートの引張強度であり、許容値はその約42%としたものである。

パーシャル プレストレスリングの許容斜引張応力度と破壊にたいする安全度を検討するための荷重にたいする斜引張応力度の許容値とが等しくしてあるのは、この大きさまでは腹鉄筋を用いなくてもよいということである。

2 節 PC鋼線および鉄筋の許容応力度

58条 PC鋼線の許容応力度

- (1) 設計荷重をうけたときのPC鋼線の許容応力度 σ_{pa} はつぎのようにとる。

$$\sigma_{pa} \leq 0.60 \times (\text{引張強度})$$

- (2) 最初に引張るときの設計断面におけるPC鋼線の許容応力度 σ_{pa} はつぎのようにとる。

$$\sigma_{pa} \leq 0.80 \times (\text{降伏点応力度})$$

ポストテンショングの場合でPC鋼線を順次に引張るとき。

$$\sigma_{pa} \leq 0.85 \times (\text{降伏点応力度})$$

- (3) ポストテンショングの場合で摩擦によつてPC鋼

線の伸びが妨げられ、定着時に定着装置にすべりがある場合にはPC鋼線端の許容応力度 σ_{pa} はつぎのようにとる。

$$\sigma_{pa} \leq 0.90 \times (\text{降伏点応力度})$$

〔解説〕 (1) について PC鋼線の許容応力度はプレストレストコンクリートの断面寸法の決定の場合には、余り関係のないものであつて、ただ破壊にたいする安全率に直接関係するものである。

したがつて設計荷重をうけたときの許容応力度を余り大きくとると、破壊にたいする安全率が小さくなる。

この指針では破壊にたいする安全率を2以上と定めてあるので、許容応力度もこの安全率の方から定められることになる。

PC鋼線の引張強度の60%以下とすれば、普通の場合破壊にたいする安全率は2以上となるものである。

(2) について 最初に与える引張応力度を余り大きくすると、PC鋼線のレラクセーションは非常に大きいものとなる。

従来の試験によると最初の引張応力度と引張強度との比が、80%以上になると、レラクセーションは急激に増加する傾向にある。この指針ではPC鋼線のレラクセーションを試験によつて求めない場合には、引張応力度の5%と考えてよいとしてある。したがつてこの数値を用いるものとすれば、当然、レラクセーションと与えた引張応力度との間に比例関係が大体成立する範囲内にPC鋼線の引張応力度を制限しなければならないことになる。

最初に引張るときの許容応力度を降伏点応力度の80%としたのは、現在のPC鋼線の降伏点応力度は引張強度の85~88%であることを考えて定めたものである。すなわち、このようにすれば最初に引張るときの引張応力度は引張強度の大体70%以下となつて、PC鋼線のレラクセーションが特に大きくなるようなことはないからである。

またこのように規定しておけば、PC鋼線のレラクセーション、コンクリートの弾性変形、コンクリートの乾燥収縮、クリープ、等によつてPC鋼線の引張応力度は減少し、この減少量は15~20%程度のものであるから有効引張応力度は引張強度の55~57%程度である。したがつて設計荷重をうけたときのPC鋼線の引張応力度は引張強度の60%程度となるものである。

ポストテンショニングの場合でPC鋼線を順次に引張る場合には、22条解説に述べてあるように、コンクリートの弾性変形によつて、はじめに引張つたPC鋼線の応力度は減少するから、それだけ余分に引張つておかなければならない。この減少量の平均値は大体5%以下であるから、最初の引張応力度の許容値を降伏点応力度の85%としておけば、全部のPC鋼線を定着しおわつたときのPC鋼線の平均引張応力度は降伏点応力度の80%程度となるものである。

(3) について ポストテンショニングの場合で摩擦によつてPC鋼線の伸びが妨げられている場合には、PC鋼線端では、その中央付近より大きい引張応力度を生ずることになる。すなわち、単純ばりの場合で、設計断面である中央断面において所定の引張応力度を与えるにはPC鋼線端ではこれよりも大きい引張応力度を与えなければならないことになる。

しかし、定着時にPC鋼線がすべるような場合には、PC鋼線の引張応力度は減少することになる。もし摩擦があれば、このすべりの影響の及ぶ範囲は限られたものとなる。

このような場合にはPC鋼線の所定位置で所定の引張応力度を与えるために、PC鋼線の端に一時的に大きい引張応力度を与えても定着と同時に引張応力度は減少するものであるから、実際上の施工の便および施工上の安全度を考えて降伏点応力度の90%までを許したものである。しかしこの場合、降伏点の高いPC鋼線でもその引張強度の80%を余りこえることのないようにするのが施工上は安全である。

図-a および図-b に例として、引張作業中のPC鋼線の応力

度と定着時に定着装置で4mmの滑りを生じた場合のPC鋼線の引張応力度との関係を示してある。

図-a および図-b から明らかなようにケーブルに沿つて摩擦があり、また定着時にすべりがあるような場合には定着後のPC鋼線の引張応力度は引張作業中の最大応力度に比較して相当に小さいものとなる。この引張作業と定着作業との間でPC鋼線が

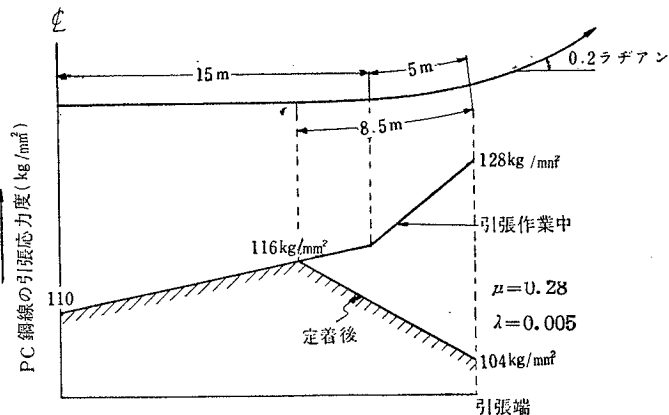


図-a

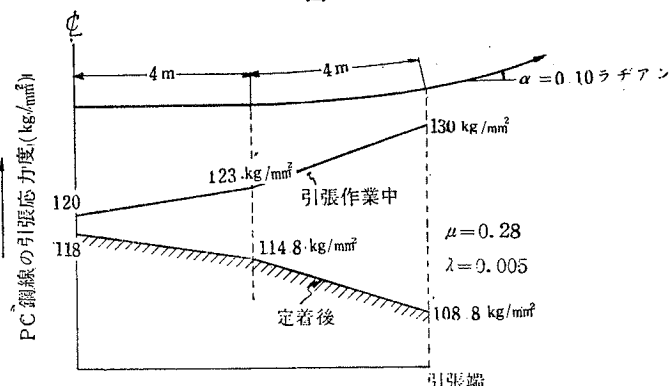


図-b

最大引張応力度をうける時間は普通の場合、数分をこえないものであつて、この間のレラクセーションはほとんど問題とならないものであり、引張作業中のPC鋼線の破断にたいする安全度の面から、最大引張応力度は制限されるものである。したがつて引張作業中の最大引張応力度については、かならずしもこの指針の数値にこうでいせず、指針の精神をいかすように、適用にあつては注意しなければならない。

59条 鉄筋の許容応力度

設計荷重による引張応力をうけるために鉄筋を用いる場合、その許容引張応力度は $1400\text{kg}/\text{cm}^2$ とする。ひびわれを検討するための荷重をうける場合の引張鉄筋および腹鉄筋の許容引張応力度は $2200\text{kg}/\text{cm}^2$ とする。

〔解説〕 SS 41の降伏点は、JIS G 3101では $23\text{kg}/\text{mm}^2$ 以上としているが、実際に入手できる鉄筋は $23\text{kg}/\text{mm}^2$ 程度の降伏点のものが多いので、安全率を約2として $1400\text{kg}/\text{cm}^2$ まで用いることとしたのである。

引張鉄筋および腹鉄筋の許容応力度については、45、46条および47条解説を参照すること。

プレストレスト コンクリート設計施工指針

定価 100 円

昭和 30 年 6 月 25 日 印刷

昭和 30 年 6 月 30 日 発行

発行者 中 川 一 美

東京都千代田区大手町2の4

印刷者 大 沼 正 吉

東京都港区赤坂溜池5

印刷所 株式会社 技 報 堂

東京都港区赤坂溜池5

発行所 社団法人 土 木 学 会

東京都千代田区大手町2の4

電話和田倉(20) 3945・4078

振替口座 東京 16828 番