

# 預应力钢筋混凝土 构件计算

K·K·雅可布遜等著

人 民 鐵 道 出 版 社

## 序 言

苏联共产党第十九次代表大会曾規定，我国的大規模建設，要求更广泛地应用預应力鋼筋混凝土，保証能够工業化制出品質优良的結構，以及在最少的劳动消耗和高速度的施工下能够把結構物机械化建筑起来。

从1931年起，我国在預应力鋼筋混凝土的理論和实践方面所作的鉅大工作，使得目前能由个别試驗性的工程对象轉向到工業和民用建筑以及桥梁建筑中广泛地应用預应力鋼筋混凝土。

必須指出，苏联学者和工程师們对这方面的理論研究与其所曾拟定的結構型式与制作方法，远远超过国外所能达到的最好式样。苏联学者的成就，使得在工業化制造的裝配式結構中广泛地利用預应力鋼筋混凝土，大大地縮減工地的工程劳动量因而可节省大量的劳动力。

對於研究預应力鋼筋混凝土結構的設計理論和实践曾經付出鉅大貢獻的，有斯大林獎金获得者B·B·米哈依洛夫和A·A·葛渥茲捷夫教授，П·Л·柏斯捷尔納克，С·Е·弗拉依費利特，Я·В·斯托良罗夫，И·Е·史克良宾教授，斯大林獎金获得者技术科学副博士A·П·柯罗夫金，E·A·特劳依茨基以及H·H·鮑格达諾夫等。

在建筑工程和桥梁建筑中預应力鋼筋混凝土的广泛应用，要求实践工作者們——工程师和技术員們熟悉它的計算的現代理論。

这一情况，激起了本書的作者們来編写一本能够系統地介紹關於預应力鋼筋混凝土構件計算基本原理的参考書。

本書是根据1951年版苏联重工業建筑部《預应力結構設計指示》(И—148—50)以及1953年时此指示的新版(索引編号 И—148—52)的材料为基础而編写的,此外,並利用了交通部中央建筑科学研究院,中央設計構造局以及交通部桥梁工程总局施工部門最近工作的主要資料。

鐵路桥跨結構的構造和計算例子均取自列宁格勒运输桥梁設計事务所和交通部桥梁工程总局中央設計構造局的成品。

ЦПКБ式的鐵路桥跨結構工厂制造的新穎工艺的描述,乃是根据斯大林獎金获得者H·H·鮑格达諾夫的材料来写成的。

本参考書,是由諾沃西比爾斯克鐵道运输工程学院《桥梁》教研組的工作人員K·K·雅可布遜教授,Ф·Ф·克拉斯諾夫副教授和A·B·亞历山大罗夫工程师所写成,它主要是供給設計桥梁的桥跨結構之用。

諾沃西比爾斯克鐵道运输工程学院院長

Г·П·克拉夫錯夫

# 目 录

## 序言

## 第一章 預应力鋼筋混凝土的一般概念

- §1 預应力鋼筋混凝土基本观念.....1
- §2 預应力鋼筋混凝土構件的主要应用場合和建造方法.....2
- §3 应用的材料.....4

## 第二章 預应力鋼筋混凝土構件計算

- §1 关于基本構件計算的概念.....11
- §2 不对称配筋的不对称構件計算.....20
- §3 对称配筋的对称構件計算.....83
- §4 由于混凝土徐变和收縮引起預应力損失的实用(簡易)求法.....89

## 第三章 預应力鋼筋混凝土桥跨結構構件設計的基本法則

- §1 概述.....101
- §2 鋼筋和錨定.....102
- §3 鋼筋接头和塊件連結.....110
- §4 橫向鋼筋.....112

## 第四章 苏联所拟定的預应力鋼筋混凝土鉄路桥跨結構的概述

- §1 灌筑混凝土及混凝土硬固之前張拉鋼筋的結構.....113

|    |                                     |     |
|----|-------------------------------------|-----|
| §2 | 灌注混凝土及混凝土硬固以后張拉鋼筋的結構·····           | 131 |
| §3 | 应用預应力桿件的鋼筋混凝土桁架作为鉄路桥<br>跨結構的建議····· | 144 |

## 第五章 計算实例

|      |       |     |
|------|-------|-----|
| 例 1  | ····· | 154 |
| 例 2  | ····· | 162 |
| 例 3  | ····· | 174 |
| 例 4  | ····· | 191 |
| 参考文献 | ····· | 217 |

## 第一章 預应力鋼筋混凝土的一般概念

### §1. 預应力鋼筋混凝土基本觀念

預应力鋼筋混凝土的特征在于加上荷載之前，人为地在結構內建立一种內应力状态：即混凝土具有相当大的压应力，而鋼筋則受拉。在結構整个使用时期內，主要应保持这种內应力状态。

在荷重作用之下，预先建立在鋼筋混凝土中的內应力状态是会起变化的。由于荷重产生的应力和原先所建立的內应力相加，結果使混凝土的預压缩減低。然而就在这种情况下、使得混凝土有可能仅仅承受压应力。

这样，在預应力鋼筋混凝土結構中，就能够完全避免有受拉的混凝土構件，也就保證了这种結構的高度抗裂性。

这种情况允許有效地利用高强度鋼作为預应力鋼筋混凝土的鋼筋，而在普通鋼筋混凝土中，很显然，由于不能允許的大裂縫急速地形成，这种高强度鋼是不可能採用的。採用高强度鋼也能保證金屬的大量節約。

在預应力鋼筋混凝土中高标号的混凝土得到合理地使用，由此就可減小体积，从而減輕結構的重量。

当採用預应力鋼筋混凝土时，由于混凝土預压力的作用可使主拉应力減小，而且在有些情况下甚至可根本消除，因之可以制定很薄的腹壁厚度。这样，也会保證結構在体积和重量上的节省。

預应力鋼筋混凝土由于混凝土被压缩而沒有裂縫，因之比普通鋼筋混凝土具有更大的剛度。

預应力鋼筋混凝土結構的建築高度可以定得比普通鋼筋混凝土

土小些。这种情况，如所熟知，在許多場合中对桥跨結構是非常重要的。

使用預应力鋼筋混凝土，保證了在工厂中以工業化方法制造桥跨結構、然后在現場架設或者裝配的可能性。这样可減少施工的劳动量，保證高速度的施工和結構物的优良品質。

所列举的預应力鋼筋混凝土的优点决定了它比普通鋼筋混凝土有更大的耐久性。

在預应力鋼筋混凝土中，混凝土收縮和徐变的变形具有重大的意义。

混凝土的收縮基本上表示在構件長度上的縮短。这种構件長度的縮短被与混凝土結合在一起的鋼筋所阻止。因为兩者相互結合的緣故，当混凝土因收縮而長度縮短时，鋼筋受到压应力而混凝土受到拉应力。因此，預先在混凝土和鋼筋中所建立的內应力为之降低。

混凝土受高应力預壓縮后，由于徐变的变形也促使其長度縮短，因之鋼筋內产生压应力而減低了它的預張力。由于鋼筋和混凝土結合在一起，可以观察到混凝土中預压力的值也因而降低。

所有这些指出了，混凝土的收縮和徐变的作用將使混凝土和鋼筋的內应力都趋向降低。因此必需預先給与結構構件这样的預应力，即甚至在混凝土因收縮和徐变而受到損失以后，它仍旧能够抵消由于使用荷載所产生的拉应力。

## §2. 預应力鋼筋混凝土構件的主要应用 場合和建造方法

由上面所述很明显，預应力鋼筋混凝土最宜於用在使用荷載下混凝土內發生显著拉应力的構件。

屬於这种構件的有：

- 1) 中心受拉構件；
- 2) 受弯構件；

3) 偏心受拉構件;

4) 大偏心的偏心受壓構件(第一種偏心受壓情形)。

在荷載作用下中心受壓的構件或小偏心受壓的構件(第二種偏心受壓情形)採用預應力鋼筋混凝土,是不會是有利的,所以不建議採用。僅僅在某些場合中,當在運輸和安裝過程中必需保證構件的高度抗裂性時,可能在此種構件中採用預應力。

非常明顯,在預應力鋼筋混凝土構件中,應該保證鋼筋和混凝土之間的結合在任何情況下不能夠被破壞。這種結合可以用錨住張拉鋼筋或者保證鋼筋與混凝土間黏着作用的方法來實現。斯大林獎金獲得者B·B·米哈依洛夫教授的連續配筋結構就可作為保證鋼筋與混凝土此種結合的構造例子,在此結構中鋼筋是連續圍繞成的並且具有被錨住的端頭。

相應的試驗確定了:當光面鋼筋直徑在3公厘以內和變形鋼筋直徑小於或等於16公厘時,混凝土和鋼筋間的黏着作用具有可靠的保證。採用這種鋼筋時可以不需要錨定。

當張拉鋼筋被錨定的情況下可以採用任何直徑的光面鋼筋,也可採用直徑為6公厘或較小的鋼絲制成的鋼筋束。

預應力鋼筋混凝土構件可以用各種方法製造。製造的方法決定了預應力鋼筋混凝土構件的工作性質。

預應力鋼筋混凝土構件的主要類型是:

1) 鋼筋與混凝土的原有黏着作用被保證的結構。在這種結構中,混凝土是在鋼筋張拉以後澆筑的,亦即鋼筋張拉的控制是在混凝土壓縮之前實現;

2) 鋼筋與混凝土之間不存在黏着作用的結構。在這種結構中應佈置在構件的內部或外部的鋼筋在混凝土硬結以後加以張拉,即鋼筋張拉的控制是在混凝土壓縮以後實現;

3) 依照第二種類型進行張拉、並且利用在構件上包灌混凝土或者在放置鋼筋的孔隙內壓注水泥砂漿的方法來恢復混凝土與鋼筋間黏着作用的結構。



十分显然，在一般情况下第一类型的结构中張拉鋼筋与混凝土之間的結合是保証可靠的。而在第二和第三类型的结构中要求用抵住的裝置將鋼筋端部錨住。

### §3. 应用的材料

預应力鋼筋混凝土結構的構件採用符合苏联国家标准ГОСТ 970—41和1969—41条所要求的水泥来制混凝土。

在一般情形下，採用硅酸鹽水泥。

对于地下建筑物和沒有高温度作用且处在較高湿度条件下的結構，以及在用蒸汽加热法制造鋼筋混凝土構件的情况下，可以採用火山灰水泥。

矾土水泥适用于在短时期內需要保証达到混凝土的設計强度时，也适合于遭受硫酸鹽水溶液作用的結構。在結構物上可能遭受鹼性溶液作用的情况下，不应採用矾土水泥。

作为混凝土的集料，採用沙，卵石和天然石料的碎石，它們应滿足苏联国家标准ГОСТ 2779—50，2780—50和2781—50的要求。

所採用的混凝土的强度用标号来表示，此标号是按照全苏标准ОСТ 90050—39条的規定具有28天期齡的 $20 \times 20 \times 20$ 公分混凝土立方塊受压时的極限强度（公斤/公分<sup>2</sup>）来表示的。混凝土标号也允許在28天期齡之前或之后来确定，但不得多于90天也不得少于3天，視結構加载的期限、它們的制造方法和採用水泥的性質而定。

用于預应力鋼筋混凝土結構的混凝土标号，应根据技术經濟的观点、按照結構的用途、制造的条件、配筋的特性、以及錨定設置的情况而选定之。

对于預应力鋼筋混凝土桥跨結構的構件，在一般情况下不应该採用标号低于300級的混凝土。對於大部分的場合可以建議400級的混凝土，而用于填充錨定的混凝土則不低于500級。对于承

受荷載較輕、重量不大的結構構件，允許採用較低標號的混凝土。

預應力鋼筋混凝土構件，必須採用結構緊密的混凝土製造，這樣可以減少混凝土徐變的變形，因而就減低了預應力的損失。此外，由於構件橫截面的尺寸較小，也就必需應用結構緊密的混凝土。

緊密的混凝土，只有在用機械方法灌筑和適當地選配混凝土成份的情況下，才得到保證。

依照所用的混凝土標號和作用力的種類，採用表 1 中根據許多次試驗所得的混凝土計算極限強度。

混凝土計算強度（公斤/公分<sup>2</sup>）

表 1

| 混 凝 土 標 號 | 軸心受壓<br>(柱體強度) | 軸 心 受 拉<br>(也用于主應力以及抗<br>裂性的計算) | 彎 曲 受 壓 |
|-----------|----------------|---------------------------------|---------|
| 300       | 200            | 23                              | 250     |
| 350       | 230            | 25                              | 290     |
| 400       | 260            | 27                              | 325     |
| 500       | 310            | 31                              | 350     |
| 600       | 350            | 35                              | 440     |

混凝土受壓時的彈性模量，視不同的混凝土標號，根據表 2 採用之。

受壓時混凝土的彈性模量（公斤/公分<sup>2</sup>）

表 2

| 混 凝 土 標 號 | 彈 性 模 量 | 混 凝 土 標 號 | 彈 性 模 量 |
|-----------|---------|-----------|---------|
| 300       | 340,000 | 500       | 410,000 |
| 350       | 360,000 | 600       | 430,000 |
| 400       | 380,000 |           |         |

**預应力鋼筋混凝土結構中拉力鋼筋的鋼料  
的机械特性主要指标**

表 3

| 項次 | 鋼 的 品 种            | 鋼的标号                      | 国定标准或<br>技术准则              | 直 徑<br>(公厘)                                                                          | 計算極限<br>强度<br>(公斤/<br>公分 <sup>2</sup> )                                                                  | 計算流<br>限<br>(公斤/<br>公分 <sup>2</sup> )                    |
|----|--------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1  | 表面光亮的盤用<br>鋼絲      | B; I; II                  | 工業部技术<br>准则2204—<br>49     | 1.8<br>2.6—3.0<br>3.2<br>3.5—4.0<br>4.5<br>5.0                                       | 19000<br>18000<br>16000<br>14000<br>13000<br>12000                                                       | —<br>—<br>—<br>—<br>—<br>—                               |
| 2  | 預应力鋼筋混凝土<br>結構用的鋼絲 | —                         | 工業部技术准<br>則2766—51         | 2.6                                                                                  | 16000                                                                                                    | —                                                        |
| 3  | 通用的普通質量<br>低碳鋼絲    | Cr.0 或<br>Cr.3 未經<br>过热处理 | 国定标准<br>3282—46及<br>380—50 | 1.8—2.5<br>2.8—2.5<br>4.0—5.0<br>5.5—10.0                                            | 5500—12000<br>5500—10000<br>5500—3500<br>5500—7000                                                       | —<br>—<br>—<br>—                                         |
| 4  | 碳素彈簧鋼絲             | H                         | 国定标准<br>5047—49            | 1.8<br>2.0—2.5<br>2.8—3.5<br>4.0—4.5<br>5.0—6.0<br>7.0—8.0                           | 14000<br>13000<br>12000<br>11000<br>10000<br>9500                                                        | —<br>—<br>—<br>—<br>—<br>—                               |
| 5  | 碳素彈簧鋼絲             | П                         | 国定标准<br>5047—49            | 1.8<br>2.0<br>2.2<br>2.5<br>2.8<br>3.0<br>3.5<br>4.0<br>4.5<br>5.0<br>5.5<br>6.0—8.0 | 18000<br>17500<br>17000<br>16500<br>16000<br>15500<br>15000<br>14500<br>14000<br>13000<br>12500<br>12000 | —<br>—<br>—<br>—<br>—<br>—<br>—<br>—<br>—<br>—<br>—<br>— |

續表 3

| 項次 | 鋼 的 品 種                     | 鋼的標號           | 固定標準或<br>技術準則                                  | 直 徑<br>(公厘)                                                                | 計算極限<br>強度<br>(公斤/<br>公分 <sup>2</sup> )                                                | 計算流<br>限<br>(公斤/<br>公分 <sup>2</sup> )          |
|----|-----------------------------|----------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|    |                             | B              | 固定標準<br>5047—49                                | 1.8<br>2.0<br>2.2<br>2.5<br>2.8<br>3.0<br>3.5<br>4.0<br>4.5—5.0<br>5.5—6.0 | 21000<br>20000<br>19000<br>18000<br>17500<br>17000<br>16500<br>16000<br>15000<br>14000 | —<br>—<br>—<br>—<br>—<br>—<br>—<br>—<br>—<br>— |
| 6  | 鋼筋混凝土軌枕<br>和鋼筋混凝土梁<br>用的鋼絲  | —              | 工業部技術<br>準則2244—<br>49                         | 2.5                                                                        | 18000                                                                                  | —                                              |
| 7  | 用作鋼筋混凝土<br>結構內鋼筋的熱<br>軋變形鋼筋 | Ст.5           | 固定標準<br>5781—51                                | 12—26                                                                      | —                                                                                      | 3500                                           |
| 8  | 冷壓變形鋼筋                      | Ст.0 或<br>Ст.3 | 固定標準380<br>—50及 И—<br>72—49<br>固定標準<br>6234—52 | 6—25                                                                       | —                                                                                      | 3500                                           |
| 9  | 經過強拉的普通<br>質量的熱軋鋼           | Ст.0<br>Ст.3   | 固定標準380<br>—50及 И—<br>104—46                   | $\frac{6-26}{6-26}$                                                        | —                                                                                      | $\frac{3000}{3500}$                            |
| 10 | 未經機械強化的<br>普通質量熱軋鋼          | Ст.0<br>Ст.3   | 固定標準<br>380—50                                 | $\frac{6-26}{6-26}$                                                        | —                                                                                      | $\frac{2500}{2850}$                            |

附註1. 表中第3項中, 固定標準3282—46沒有對普通低碳鋼絲保證最低的廢品極限強度, 因此每一批這種鋼絲應選取試樣進行拉斷鑑定試驗以確立其機械性質。

2. 作为不加預應力的普通拉力鋼筋，其計算流限採用：

a) 表中第3項所舉出的鋼料當用于銲接鋼筋網和銲接鋼筋骨架中時：

對直徑在6公厘以下的鋼筋， $\sigma_m = 4,500$ 公斤/公分<sup>2</sup>；

對直徑為7—10公厘的鋼筋， $\sigma_m = 3,500$ 公斤/公分<sup>2</sup>。

6) 表中第7、8及10項的鋼料，採用表中所示數值。

в) 表中第9項的鋼料當採用于銲接鋼筋網和鋼筋骨架中時：

對標號Ст.0、直徑為6—16公厘的鋼筋， $\sigma_m = 3,000$ 公斤/公分<sup>2</sup>；

對標號Ст.3、直徑為13—16公厘的鋼筋， $\sigma_m = 3,000$ 公斤/公分<sup>2</sup>；

對標號Ст.3、直徑為6—12公厘的鋼筋， $\sigma_m = 3,500$ 公斤/公分<sup>2</sup>；

當採用于繫結的鋼筋網和鋼筋骨架中時：

對標號Ст.0和Ст.3、直徑為6—12公厘的鋼筋， $\sigma_m = 3,000$ 公斤/公分<sup>2</sup>。

3. 所有其他類型的受壓鋼筋，包括經過機械強化的（拉絲，壓扁，抽拉），施加預應力或不施加預應力的，其計算流限均按鋼標號採用，亦即：

對標號Ст.0， $\sigma_m = 2,500$ 公斤/公分<sup>2</sup>；

對標號Ст.3， $\sigma_m = 2,850$ 公斤/公分<sup>2</sup>；

對標號Ст.0或Ст.5， $\sigma_m = 3,500$ 公斤/公分<sup>2</sup>；

對列舉于表中第1、3、4和5項中高强度鋼， $\sigma_m = 4,200$ 公斤/公分<sup>2</sup>；

對冷壓的變形鋼筋（第8項）以及經過抽拉的鋼筋（第9項），所採用的計算流限系按壓扁及抽拉前的鋼筋原有截面積計算。

表3中列舉的鋼料可以被採用作為預應力鋼筋混凝土中的鋼筋。對於預應力鋼筋混凝土結構的鋼筋最適宜採用極限強度大于10,000公斤/公分<sup>2</sup>的碳素冷拉鋼絲。交通部中央建築科學研究院 ЦНИИ МПС 建議採用鍍鋅或不鍍鋅的碳素鋼的光亮籠用鋼絲作為鋼筋束。鋼絲的極限強度自8,000至14,000公斤/公分<sup>2</sup>，直徑為5公厘，而為了保證澆筑錨定裝置的混凝土，則可以採用直徑為4至4.5公厘的鋼絲。

沒有預施張拉的所謂普通鋼筋，一般情況下用標號 Ст.3 的鋼料製造，其計算流限值為2,850公斤/公分<sup>2</sup>。

預拉鋼筋的計算極限強度因鋼料的性質而異。對於在拉伸圖中沒有明顯表示出塑流階段的所謂硬鋼，採用斷裂時的極限強度  $\sigma_B$  作為計算極限強度。

採用硬鋼作為無粘着作用和以後也不恢復此作用的鋼筋束的

情況下，則取比例極限  $\sigma_{np}$  作為計算極限強度。

當缺乏由試驗所確定的比例極限的資料時，則可採取比例極限等於斷裂時極限強度的65%，亦即：

$$\sigma_{np} = 0.65\sigma_p。$$

對於軟鋼，採用流限  $\sigma_m$  作為計算極限強度。

當應用預應力鋼筋混凝土製造軸心受壓或小偏心受壓的（第二種偏心受壓情形）構件時，不建議使用硬鋼作為鋼筋。

普通鋼的彈性模量取為：

$$E_a = 2.1 \times 10^6。$$

對於高強度鋼筋，彈性模量減低15%並取為：

$$E_a = 1.785 \times 10^6。$$

依照鋼和混凝土彈性模量的這些比值， $n = E_a : E_b$  可按表 4 採用。

鋼和混凝土彈性模量之比

表 4

| 混凝土標號 | $n = E_a : E_b$ |      |
|-------|-----------------|------|
|       | 普通鋼             | 高強度鋼 |
| 300   | 6.2             | 5.3  |
| 350   | 5.3             | 5.0  |
| 400   | 5.5             | 4.7  |
| 500   | 5.1             | 4.4  |
| 600   | 4.9             | 4.2  |

預應力鋼筋混凝土的線膨脹係數取等於 0.00001，混凝土收縮的縮短係數取等於 0.00015\*。

預應力鋼筋混凝土的容重，對於卵石或天然石料的碎石混凝土

\* 用於計算總的變形。

土在澆筑時不震搗者為 2,400 公斤/公尺<sup>3</sup>，而當使用機械方法澆筑時為 2,600 公斤/公尺<sup>3</sup>。當鋼筋百分率超過 3% 時，容重應按單位體積結構物中混凝土和鋼筋兩者重量之和來計算。

計算彈性變形和位移，以及計算靜不定體系時，壓桿的彈性模量取用表 2 中混凝土受壓的彈性模量。受彎構件的彈性模量應採用得較低。當抵抗裂縫形成的安全系數大於 1.3 時，彈性模量降低 15%，而當安全系數小於 1.3 時，則降低 25%。

## 第二章 預应力鋼筋混凝土構件計算

### §1. 关于基本構件計算的概念

預应力鋼筋混凝土結構在强度方面的計算和普通鋼筋混凝土結構相类似。这是因为預应力鋼筋混凝土構件的破坏是决定于任何一个区段中鋼筋流限的出現，使混凝土形成裂縫並繼續增長，相应地減少了混凝土受压区域的高度，于是最后混凝土达到了强度極限，結果以至于破坏。

由此可見預应力本身並不提高極限載重量。預应力鋼筋混凝土構件的破損內力和破損弯矩仅仅与混凝土和鋼筋的極限强度的大小以及構件的断面尺寸有关。上述情况已被試驗所証实。

因此非常显然，預应力鋼筋混凝土構件應該首先按照近代鋼筋混凝土極限状态下破損內力的計算理論計算其强度，此时断面压力区域整个高度內达到混凝土的压力極限强度，而鋼筋的强度則如第一章第三节內所述將达到鋼的断裂極限强度，流限或比例極限。計算强度时混凝土受拉区域的强度不予考虑。

根据上述，在計算預应力鋼筋混凝土構件的强度时，採取如圖 1 所示的極限状态的应力圖形，圖示为偏心受压的情况。

当偏心受拉的情况下力  $N_p$  具有相反的方向。

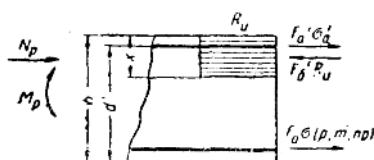


圖 1. 計算强度时構件的应力状态

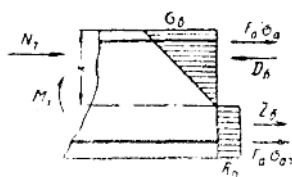


圖 2. 計算抗裂时裂縫出現阶段構件的应力状态



和普通鋼筋混凝土構件計算相比較，預應力結構計算變得复杂些，在于尚須进行特有的核算以保證抵抗裂縫出現所必需的安全度。

預應力構件断面在裂縫出現时的極限状态应力圖形，採用如圖 2 所示（偏心受压情况）。

当偏心受拉的情况下，力  $N_T$  具有相反的方向。

如圖 2 所表明的，在这种情况下混凝土受拉区域的抵抗力是这样考虑的，即整个受拉区域内均匀分布着达到軸向受拉强度極限值（表 1）的应力。这种应力圖形被試驗所証实。

預應力鋼筋混凝土構件应把使用、制造、運輸和安裝过程中所承受的內力都計算在內。

預應力鋼筋混凝土構件內所引起的內力，应依照結構力学的法則作为勻質彈性体求之。在沒有初始粘着作用和鋼束佈置成为輔弦狀的結構中，則作为超靜定輔弦体系計算其內力。

在計算預應力構件时，必須估計到由于混凝土的收縮和徐变致使鋼筋預拉力和混凝土預压力的減低。在鋼筋具有錨定裝置的構件內，必須考虑到由于錨定下混凝土的挤压而使鋼筋預拉力和混凝土預压力的減低。在环形截面的結構中，应考虑由于鋼筋圈挤压混凝土而引起的降低。

計算在制造、運輸和安裝过程中引起的內力时，可以不考虑由于混凝土收縮和徐变引起的損失。

当計算制造和安裝过程中的抗裂安全度时，也应该按圖 2 所表示的極限状态下的应力圖来研究。

从抗裂性的要求程度着眼，預應力鋼筋混凝土構件可以区分为兩类：

1) 有不滲透性要求的構件，在使用荷重下不允許出現裂縫的構件，以及其他处于下列因素之一作用下的構件：

- a) 外部的大气，
- 6) 侵蝕性的介質，