

# プレストレストコンクリート 構造計算入門

(6)

## 設計・施工

町田 重美\*

### 1. はじめに

プレストレスト コンクリートは、施工方法や施工順序によって部材の施工時の応力の大きさが著しく異なり、危険な応力になる場合が多い。したがって、プレストレストコンクリート構造物の設計にあたっては、施工方法および施工順序を十分検討しておかなければならないし、また施工にあたっては、設計図書に示された方法によって施工することが大切である。これは施工技術と設計技術が車の両輪のように有機的に結びついて始めてプレストレスト コンクリート構造の原理が生きてくるものと思うからである。

プレストレスト コンクリートの設計施工にあたっては、まず日本建築学会制定の「プレストレスト コンクリート設計施工規準・同解説」および「建築工事標準仕様書・同解説」(JASS 5)を十分理解しておく必要がある。

この両規準は昭和 50 年 1 月に改訂になった。そこで今回改訂になった点と新しく追加された主な事項について簡単に触れ、両者の関係について述べる。

#### ○主な改訂点と新しく追加された事項

##### (1) PC 鋼材が JIS 化された

PC 鋼棒は、いままで引張強度または降伏点強度による分類により、1 種から 4 種までの 4 段階に分かれてい

たが、現在の JIS では、降伏点レベルの分類により A から D までの 4 段階に分かれ、種類によってはさらに強度レベルによって 2 段階に分けられている。このほか異形鋼棒が認められている。また径の呼び名が変わっている。

PC 鋼線および PC 鋼より線は、太径の方向に変わっており、鋼線では直径 8 mm および 9 mm が追加され、代わりに直径 2.9 mm のものが削除されている。

また JIS 以外の鋼材も付録に入れてある。

##### (2) 定着装置は JIS 化されていないために各試験法が追加された

新しい定着法が多く出現し、鋼材を定着する機構が多岐にわたっているため、その特長を生かした試験規準が必要になってきた。そこで規準では、付着のない状態で用いる定着具と付着のある状態で用いる定着具の二通りに分けて試験方法が規定されている。

##### (3) 鉄筋コンクリート構造を併用する場合の設計法

構造全体がプレストレスト コンクリート構造であることは非常にまれで、むしろ鉄筋コンクリート構造と併用されることが多い。例えば柱を鉄筋コンクリート構造にする場合である。これまではプレストレスト コンクリート部分は本規準で行い、鉄筋コンクリート部分は、鉄筋コンクリート計算規準で、それぞれ計算を行ってきた。これは設計の考え方に、根本的な思想の違いがあり今回の改訂で、鉄筋コンクリート部分についても、短期応力に対して終局強度設計を取り入れ、両者の設計思想の統一を図っている。

##### (4) 人工軽量骨材が使えるようになった

軽量コンクリートの第 1 種、第 2 種に対応して、ヤング係数、許容応力度等が規定され、設計施工が便利になった。

##### (5) 合成ばり

はりプレストレストコンクリート、スラブに鉄筋コンクリートを用いて合成ばりにした場合の設計要領であり、打継面のせん断応力度の求め方、その許容応力度、最小結合鉄筋比等が規定されている。

##### (6) アンボンド

アンボンドケーブルを設計に取り入れる際の設計規準が新たに設けられた。アンボンドケーブルを用いたプレストレスト コンクリートの力学的性質は、ひびわれが生じた場合、その分散性が悪いこと、および部材の最終耐力が多少落ちることを除いて、通常の付着のあるケーブルを使用したプレストレスト コンクリート部材のそれと同じである。したがって、安全度検討の項には、アンボンドケーブルを使用した部材の曲げ破壊耐力は、付着が完全であると仮定した場合の 85% と規定されている。また、曲げひびわれについても、必ず検討するよう

\* 国鉄東京建築工務局

になっている。

#### (7) レラクセーション値およびクリープ係数

鋼材のレラクセーション係数が時間に関係なく一定値になった。また鋼棒のレラクセーションはいままで無視していたが、3%と規定された。

一方クリープ係数は、時間、断面形状、および環境状態の関数として求めることになっていたのが、今回簡略化され最終値が定数として示された。

#### (8) 部材設計の方針

いままで許容応力度法に基づいて設計が行われていたが、今回部分的に終局強度設計法が取り入れられている。長期応力に比較して短期応力が小さい場合は、長期応力に対して許容応力度を用いる弾性設計を行い、断面、プレストレスの大きさ等を決め、短期応力に対してその断面の安全度を検討するように規定している。逆に短期応力が支配的な場合は、それに対して必要な安全度を持つよう終局強度設計法によって設計することになった。

#### (9) 不静定構造物の計算

不静定構造物のコンクリートクリープによる不静定力は、プレストレスによる基本構造の応力計算と導入時不静定応力計算のみを行えばよい。しかし組立て構造物やクリープ性状が著しく異なった部材からなるような特殊な場合で、クリープ応力を無視すると危険側になる場合には、クリープおよび乾燥収縮による不静定クリープ応力を考慮に入れる必要がある。

#### (10) その他

- 短期荷重の変更  $1.2(G+P) \rightarrow 1.0(G+P)$
- 工法の選定に関する方針
- フルプレストレス、パーシャルプレストレスの定義の変更

プレストレスコンクリート構造は、高強度コンクリートおよびP C鋼材を使用し、かつ緊張作業を伴うために、鉄筋コンクリート構造の設計図書と異なる点が多い。一般に断面、配筋、材料種別のほかに次のような項目を記載しておく必要がある。

##### ○設計図に記載する事項

1) プレストレッシングの形式：プレテンション方式またはポストテンション方式、使用緊張材の種類、定着の方式等。

2) コンクリートの設計基準強度およびプレストレスを与えるときのコンクリート強度（目地モルタルまたは目地コンクリートを含む）。

3) P C鋼材の品質およびプレストレス導入作業時の最大引張荷重または最大引張応力度。

4) 初引張力：普通の場合部材の設計断面における所要の値を示す。

5) プレストレス導入の順序その他必要な事項：各緊張材の緊張順序を記載するほか、施工段階に応じてプレストレスを何回かに分けて与えたり、組立て方式の構造にする場合は組立ての順序、接合方法、組立て中の支点の位置および一時的に加える荷重の限度その他、施工上の必要事項について記載しておく。

##### ○構造計算書に記載する事項

1) 構造設計に関する基本的考え方、建物の安全性に対して設計時での考え方。

2) 設計方針、応力計算法、断面算定法、荷重条件等の記載。

3) フルプレストレス、パーシャルプレストレス等構造形式、種類に関すること。

4) コンクリートの設計基準強度、プレストレス導入時の強度、目地モルタル目地コンクリートの強度。

5) P C鋼材の強度、引張荷重、降伏荷重、許容荷重。

6) 設計に用いたP C鋼材の配置とP C鋼材との間の摩擦係数。

7) プレストレスの有効率。

##### ○仕様書に記載する事項

図面や構造計算書に記載しにくい事項を補足し、また重複しても特に重要な事柄は記載するが、主に下記のような内容のものを記載している。

1) 工法の名称を指定するか、または設計に用いたものと同等以上のものとして認める場合の条件を明示する。

2) コンクリートの調合、施工軟度、骨材の種類と最大寸法、施工の級別、品質の級別は“高級”を原則としている。

3) グラウトに関すること、グラウトについては品質を指定し、これに対応する調合を決定する。

4) 各緊張材の引張順序、作業緊張力、P C鋼材の推定伸び量。

5) 特に高い精度を要する場合にはプレストレス導入時の弾性ひずみおよびクリープを計算に入れた部材製作寸法の算出基準または、その一覧表。

6) その他施工上の必要な指示事項。

## 2. コンクリートの施工について

### (1) コンクリートの調合

コンクリートの調合については、高強度で収縮量の少ない密実なコンクリートが要求されているので、できるだけ単位水量を減じ、打込みに際しては十分締固めを行う。品質の級別は“高級”を原則としている。

水セメント比は 35~50% 程度が望ましい。またセメ

表-1 プレストレスト コンクリート設計施工規準と建築工事標準仕様書 (JASS 5) との関係について

内 容	項 目	プレストレスト コンクリート設計施工規準	建築工事標準仕様書 (JASS 5)
一 般	級 別 設計基準強度	7条 (p. 35) コンクリート	5.2.4. (p. 7) コンクリートの品質の級 5.15.7.1 (p. 57) 総則
材 料	セメント 骨 材 混和材料 グラウト材料	4条 (p. 34) セメント 5条 (p. 34) 骨 材 6条 (p. 35) 混和材料 8条 (p. 42) 目地およびグラウト材料	5.15.7.2 (p. 57) コンクリート材料 セメント 骨 材 混和材料 5.15.7.11 (p. 61) グラウトの品質および施工 工法
	ワーカビリティ 強 度 グラウトの品質	15条 (p. 60) ワーカビリティの試験 16条 (p. 61) コンクリートの強度試験 付 7.2 (p. 477) グラウト試験方法	
施 工	調 合 施 工 養 生 型わくおよび支 保工 グ ラ ウ ト	22条 (p. 66) コンクリートの調合 23条 (p. 66) コンクリートの施工 24条 (p. 67) コンクリートの養生 25条 (p. 67) 型わくおよび支保工 40条 (p. 82) グラウト注入	5.15.7.5 (p. 58) 調 合 5.15.7.1 (p. 57) 総 則 同 上 5.15.7.6 (p. 59) 型わく 5.15.7.11 (p. 61) グラウトの品質および施 工法
材 料	P C鋼線および 異形P C鋼線 P C鋼より線 P C鋼棒および 異形P C鋼棒	9条 (p. 46) P C鋼線および異形P C鋼線 10条 (p. 48) P C鋼より線 11条 (p. 51) P C鋼棒および異形P C鋼棒	5.15.7.3 (p. 58) P C鋼材・鉄筋およびシー ス 同 上 同 上
検 査 および 試験・施 工	各 種 検 査 品 質 試 験 P C鋼材の取扱 いおよび加工 P C鋼材の組立 て配置 P C鋼材のかぶり 厚さ	14条 (p. 59) P C鋼材および定着装置の検 査 17条 (p. 62) 品質確認の方法 18条 (p. 62) P C鋼材の品質試験 付 7.3 (p. 485) レラクゼーション試験方法 26条 (p. 68) P C鋼材の処理 27条 (p. 70) P C鋼棒ねじ部の取扱い 73条 (p. 269) P C鋼材の配置 73条 (p. 269) 同 上	5.15.7.3 (p. 58) P C鋼材・鉄筋およびシー ス 5.15.7.7 (p. 59) P C鋼材の取扱いおよび加 工 5.15.7.8 (p. 59) P C鋼材の組立て配置 5.15.7.9 (p. 60) P C鋼材のかぶり厚さ
定 着 具 および 接 続 具	品 質 性 能 検 査 品 質 試 験	13条 (p. 56) 定着具および接続具 14条 (p. 59) P C鋼材および定着装置の検 査 17条 (p. 62) 品質確認の方法 19条 (p. 63) P C鋼材の定着装置および接 続具の試験 付 7.1 (p. 475) P C鋼材の定着装置および 接続具の試験	5.15.7.4 (p. 58) P C鋼材の定着装置
プレスト レスト コンク リート 施工 一般	プレストレッ シング プレテンション 方式の施工 ポストテンショ ン方式の施工 アンボンドP C 鋼材の防錆	30条 (p. 72) 緊張装置 31条 (p. 73) 導入応力の管理 32条 (p. 75) プレストレス導入時のコンク リート強度 35条 (p. 79) プレテンション 36条 (p. 80) プレストレスの与え方 37条 (p. 80) 部材端面の処理 38条 (p. 81) 緊張作業 39条 (p. 82) シース 40条 (p. 82) グラウト注入 41条 (p. 83) 定着具および部材端面の保護 86条 (p. 291) 適用の範囲 87条 (p. 292) アンボンドP C鋼材の防錆	5.15.7.10 (p. 60) プレストレッシング 5.15.7.12 (p. 61) アンボンドポスト テ ンション部材の施工

表-2 コンクリートの品質の表示例

部 位 別	種 別	設計基準強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	プレストレス 導入時強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	セメントの 種 類	スランプ (cm)	細 骨 材	粗 骨 材	混 和 剤	記 事
は	普通コンク リート	350	300	普通ポルト ランドセメ ント	10	砂 5 mm 以下	砂利 25 mm 以下	AE 剤	

ント量をあまり多くすると、クリープおよび乾燥収縮が大きくなるので注意する必要がある。

通常は、プレテンションの場合

最少 350 kg/m<sup>3</sup>～最大 500 kg/m<sup>3</sup>

ポストテンションの場合

最少 300 kg/m<sup>3</sup>～最大 450 kg/m<sup>3</sup>

である。

コンクリートの所要スランプは 15 cm 以下としている。調合は、指定の設計基準強度およびスランプを施工条件、標準偏差、温度補正等を考慮して計画調合を決定し、試し練りそして、決定する。

### (2) コンクリートの施工

プレストレスト コンクリートに用いるコンクリートは富配合の硬練りコンクリートであるため、施工原則を守って、コンクリートの均質性を失わないように、締固めは振動数の高いバイブレータを用いて、部材全体を均一に振動締固めを行うのがよい。

またシース上に多量のコンクリートを一度に打ち込むとシースの位置が移動したりして鋼材の偏心距離が不正確になるので、注意して打ち込むことが必要である。

### (3) コンクリートの養生

プレストレスト コンクリートの場合、所定の材令において、所定の強度が出るように、養生しなければならない。特に材令の初期の湿潤養生が大切である。この期間の養生が不相当だと、強度や耐久性の増進が期待できなくなるばかりか、乾燥によるひびわれが起りやすくなる。打ち終わったコンクリートの露出面は、シート等で覆い、日よけや風よけを設けることが必要である、そして常に湿潤状態にした養生を原則としている。

またコンクリートの温度が低くなると強度の発現が著しく遅くなるので、温度は 2°C 以上に保つ必要がある。しかし蒸気養生等によって高温度で養生する場合には、プレストレスが相当減少することも考えられるので、養生温度は 65°C 以下とすることが望ましい。

夏期に単位セメント量の多いコンクリートを打ち込む場合には、発熱量が大きいので、材料をあらかじめ冷却しておく等の考慮を払って、養生には十分注意する。

### (4) コンクリートの強度試験

強度試験で普通の鉄筋コンクリートの場合と異なっている点は、コンクリートにプレストレスを導入してよいかどうかを、確かめるための試験が必要である。プレ

ストレス導入のときの部材コンクリートの品質を確かめるために、導入時に圧縮強度試験を行うことになっている。打込み時にコンクリートの供試体をつくり、JIS A 1108 によって試験を行う。また施工中に何回かコンクリートのワーカビリティの試験も行うこと。

### (5) 型 わ く

型わくおよび支保工は、硬練りコンクリートで、しかも振動打ちに耐えるよう部材の外形寸法、緊張材の位置に狂いが生じないようにしなければならない。

プレストレスを導入する場合、部材に弾性ひずみが生じるので、これを型わくで拘束すると、所定のプレストレスが導入できなくなるので、コンクリートの弾性ひずみを拘束しない構造とする必要がある。

支保工はプレストレス導入と関連して存置期間を決める。プレストレスを導入するはり、床スラブおよび屋根スラブの型わくの支柱は、その部材へのプレストレス導入が完了するまで、取りはずしおよび盛り替えをしてはならない。

## 3. P C 鋼材の取り扱い

### (1) P C 鋼 材

P C 鋼材の貯蔵に関しては過度の錆が発生しないよう、また品質の低下をもたらすようなきずや変形が生じないように、注意しなければならない。

特に高強度の熱処理 P C 鋼材の場合には、応力腐食破壊に対する抵抗が低いので、錆の発生に対して十分防護しなければならない。特にコイル状で供給される細径 P C 鋼棒は、局部的に高い曲げ応力が作用する状態で貯蔵しないように注意する。

P C 鋼線および P C 鋼より線は、それらの種類、強度レベル直径等を考慮して、種々のコイル径に巻きとられているが、その巻取り径は、通常線径または素線径の約 150 倍以上の値がとられている。この巻取り径は、いずれも P C 鋼線に作用している曲げ応力度がその鋼線の 0.2% 耐力、以下になるように決められたもので、線に巻きぐせがついたり、遅れ破壊が生じたりすることのない値とされている。また遅れ破壊に対する感受性が高いといわれている高強度熱処理 P C 鋼材については、巻取りコイル径を少なくとも直径の 200 倍以上とする必要がある。

P C 鋼棒のねじ部は、ねじ山がつぶれたり、傷ついた

り、さびたりしないよう、ビニールチューブなどをかぶせて保護する。

(2) PC 鋼材の加工

PC 鋼材の加工には、次のようなものがある。

- ① PC 鋼棒の曲線配置のための曲げ加工
- ② 定着のための PC 鋼線、鋼棒の頭加工
- ③ 定着のための PC 鋼線および、PC 鋼より線のループ状加工
- ④ 定着のための PC 鋼線の波付け加工
- ⑤ 定着のための PC 鋼棒のねじ転造加工

PC 鋼材を曲線配置する場合、あるいは定着端において U 形曲げ加工する場合は、適切な曲げ加工機を用い、曲線部は所定の曲率で一樣に曲げ、かつ曲線部から直線部へは、なめらかに移行するように加工しなければならない。定着部を U 形に曲げ加工する場合、その曲率半径が小さくなり過ぎると、この部分の引張り強さが急激に低下するので、使用する鋼材について、あらかじめ U 形曲げ加工部の性能変化を確認しておく必要がある。一般の PC 鋼線および PC 鋼より線においては、その曲率半径がそれぞれ、線径および線径の 5 倍以下になると U 形曲げ加工部の強さは急激に低下する。

PC 鋼棒を曲線配置するため、塑性加工を必要とする場合は曲げ加工機を用いている。一般に直径 26 mm の A 種鋼棒では曲率半径  $R=4$  m、直径 32 mm の A 種鋼棒では、 $R=6$  m くらいまで曲げ加工が行なわれている。ねじ部が曲げ加工部に含まれることは許されない。

曲げ加工の開始点は、ねじ部より少なくとも 10 cm 以上離すことが望ましい。いずれの場合でも PC 鋼材の品質を低下させるような高温下で曲げ加工を行ってはならない。

PC 鋼材の加工組立てにあたって、溶接を行ったり、高温にさらしたりすることは絶対にさげなければならない。PC 鋼棒のねじ部余長をガス切断する場合、熱の影響を受けて変質しやすいので、切断位置はナット面より棒径の 1.5 倍以上離さなければならない。

(3) PC 鋼材の組立て配置

a) プレテンション方式の場合 PC 鋼材を直線配置した部材では、PC 鋼材の位置は型わく端板によって決ってくる。また折り曲げ、もしくはたばね配置する場合でも、部材端部では、PC 鋼材とコンクリートとの付着を確保するために、所定の間隔を保持して確実に定着させる。

また PC 鋼材の位置が設計図に示されていない場合には、部材端部における PC 鋼材間のあきは、原則として公称直径の 3 倍以上、かつ粗骨材最大寸法の 1.25 倍以上としている。

b) ポストテンション方式の場合 緊張材は、コンクリートの打込みの際、バイブレーターの振動等によって位置が狂わないように堅固に組立てる。シース間のあきは、コンクリートが密実に打ち込めるよう 3 cm 以上かつ粗骨材の最大寸法の 1.25 倍以上とする。ただし緊張材の偏心距離をできるだけ大きくとりたいときなどでしかも、コンクリートを十分締固めできる場合には、シースを接触して配置することができる。この場合たばねシースの数は、鉛直方向に 3 段まで、水平方向には 2 列を限度としている。

(4) PC 鋼材の試験

1) 品質試験：PC 鋼材の品質試験は、JIS G 3536 (PC 鋼線および PC 鋼より線) JIS G 3109 (PC 鋼棒) に準拠して行う。

2) 定着装置および接続具の試験：PC 鋼材の定着装置および接続具の試験は、プレストレストコンクリート設計施工規準の付 7-1 PC 鋼材定着装置および接続具の試験に準拠して行う。

3) PC 鋼材の配置の検査：PC 鋼材の配置の許容差は、次の値を標準としている。

部材の最小寸法が 20 cm 未満の部分	±0.7 cm
同 上 20 cm 以上 60 cm 未満の部分	±1.0 cm
同 上 60 cm 以上の部分	±1.5 cm

この許容差は、水平の方向に別々に適用される。

(5) PC 鋼材のかぶり厚さ

PC 鋼材に対するかぶり厚さは、耐久、耐火性の両面より規定すべきものであると思う。耐久性の点では、鉄筋コンクリートと同等のかぶり厚さが必要と考えられ、一方、耐火性の点では、PC 鋼材が温度の影響を受けやすいので当然厚くする必要がある。現在の規準では 2 時間耐火を目標にして 5 cm 以上としている。

また火災を受けても、構造上軽微でしかも部材交換が可能なものに対しては、火災時に爆裂や崩壊の起こらないものを対象にして、2 本より線または単線でも多数本分散配置されている場合は 2 cm 以上、その他の鋼材に対しては 3.5 cm 以上にすることができる。

4. プレストレッシング

一般にプレストレスの導入方式、工法は特記仕様によっている。特記仕様のない場合にはその導入方式および工法を定めて、監督員の承認を受けることになる。

(1) 緊張装置

緊張装置は、緊張作業が安全にしかも確実に実施できるような形式のもので、緊張荷重に適した容量のものを使う。荷重計または圧力計は、常時キャリブレーション

を行い、常に正常な状態にあるように管理する。この精度は通常、最大容量の ±2% 以内としている。

(2) 導入管理

プレストレッシングは、プレストレスト コンクリートの施工上でもっとも重要な作業である。

一般に設計図や仕様書には、断面設計に用いた初引張力を指示しており、プレストレッシングにおいて緊張材の端部に与える引張力は、定着具および鋼材配置孔における摩擦損失、部材の収縮ならびに定着時のすべりや戻りによる引張力の損失を見込んで、所定の初引張力が与えられるように計算によって決めるようになっている。

プレストレッシングの際、P C鋼材の抜出し量から求めた見せかけのヤング係数は、通常、材料試験値より低い値となる。したがって、緊張計算における緊張材の推定伸びを求めるには、見せかけのヤング係数を使うほうがより現実的である。見せかけのヤング係数は、試験によっても求めることもできるが、試験を行わない通常の場合には、表-4 によっている。

プレストレッシングによって部材には、弾性短縮を生ずるので、P C鋼材の抜出し量は、P C鋼材の伸びと部

表-3 工法別緊張材の種類および定着方式

工 法 名	開発国名	定着方式	主な緊張材 鋼 棒(B) 鋼 線(W) よ り 線(S)
普通鋼棒	日 本	ね じ	φ9.2(B)~φ32(B)
フレシネー	フランス	く さ び	12-φ5(W), 12-φ7(W) 12-φ8(W), 12-12.4(S)
BBRV	ス イ ス	ボ タ ン (ねじ)	12-φ5(W), 12-φ7(W) 24-φ7(W), 34-φ7(W)
デビィ ダーク	ド イ ツ	ね じ	φ27(B), φ33(B) 強度各2種類
レオバ	ド イ ツ	小径ループ (ねじ)	12-φ5(W), 8-φ8(W) 16-φ8(W)
SEEE	フランス	圧 着 (ねじ)	φ25.6(S), φ33.3(S) φ38.1(S), φ47.5(S)
VSL	ス イ ス	く さ び	7-φ12.4(S) 12-φ12.4(S) 19-φ12.4(S)
フープ ユーン	日 本	く さ び	12-φ5(W), 12-φ7(W) 12-φ8(W)
OSPA	日 本	ボ タ ン (ねじ)	12-φ7(W), 24-φ7(W) 36-φ7(W)
OBC	日 本	く さ び	9-φ9.3(S) 8-φ12.4(S)
SWA	日 本	く さ び (ねじ)	6-φ9.3(S) 6-φ10.8(S) 6-φ12.4(S)
安部スト ランド	日 本	合 金 溶 着 (ねじ)	φ24.0(S), φ32.3(S)
CCL	イギリス	く さ び	1-φ17.8(S), 4-φ15.2(S) 4-φ17.8(S)

表-4 P C 鋼材の見かけのヤング係数 (kg/cm<sup>2</sup>)

緊張材の種類	見かけのヤング係数
鋼 棒	2.00×10 <sup>6</sup>
鋼 線	1.95×10 <sup>6</sup>
鋼 より 線	1.90×10 <sup>6</sup>

材短縮を加算したものになるが、一つの部材に多くの緊張材がある場合に、一本ずつ順次緊張すれば部材短縮量は、P C鋼材の伸びに比べてきわめて小さく、抜出し量 ÷ 伸び量として考えてもさしつかえない。

一方、集中ケーブル方式のように大容量の緊張材が少数配置される場合、または全緊張材を同時に緊張するような場合には、部材短縮は無視できなくなる。

また、部材短縮によって、すでに緊張定着された緊張材は引張力が減少するので、先に緊張するものほど、作業緊張力は割り増しておく必要がある。この場合に平均補正值を求めておのおのの緊張材の作業用緊張力を決めておくといふ。

$$\Delta \epsilon = \epsilon \frac{n-1}{2n}$$

Δε: 伸びの平均補正量 (cm)

ε: 緊張材全部を同時に緊張した場合の緊張材重心位置における部材短縮量 (mm)

n: 緊張材の数

伸びの測定は、緊張材のゆるみ、支圧板とジャッキとのすき間などをとるために適当な初緊張圧力（最終緊張力の 10~20% 程度）を与え、緊張力と P C鋼材の伸びの測定値グラフを描き、計算値のグラフの勾配と対応させて、緊張計算の仮定の適否を判断するために、荷重計または圧力計の示度と P C鋼材の伸びとは必ず同時に測定しなければならない。緊張力または伸びの誤差については、土木の指針と建築の規準とでは多少ちがいがある。しかし建築の JASS-5 では ±5% 以下となるような範囲が適当であるとされている。そこで JASS-5 の緊張荷重と伸びの関係の図を示してみる。

すなわち 図-1 で B, C, D, B', C', D' に囲まれた範囲内に引き止めれば、P C鋼材の引張力は、所定の引張力に対してほぼ ±5% の許容範囲におさまったものとみなすことができるとされている。

また荷重および伸びの両方が、いずれも計算値を下まわらないように、つまり 図-1 の斜線をした A, B', C', D' の長方形内におさまるように引き止めれば引張力が不足する確率を小さくすることができる。

また過大な伸びが生じたり、伸びが不足したりする場合には緊張作業のやり直し、または作業緊張力の修正を行わなければならないが、このときには監督員の承認を受けて処置する必要がある。

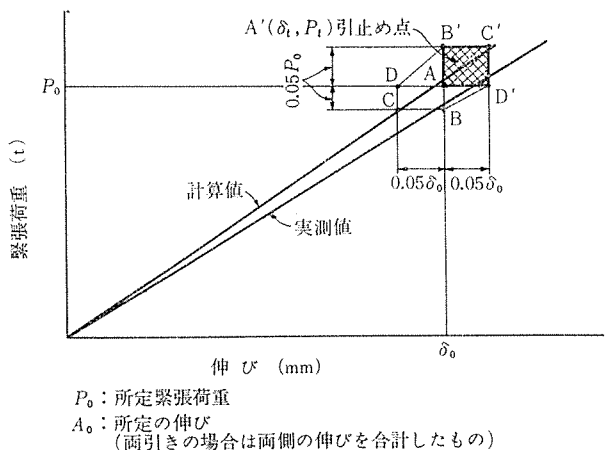


図-1

(3) プレストレス導入時のコンクリートの圧縮強度  
 プレストレス導入時の最大圧縮応力度は、そのときのコンクリートの圧縮強度に対して十分な安全度を確保すると同時に、クリープひずみが弾性ひずみに比例する限度をあまり超過しないように決めなければならない。

学会のプレストレスト コンクリート 設計施工規準では、プレストレス導入直後の最大圧縮応力度の1.7倍以上、かつポストテンション方式の場合 200 kg/cm<sup>2</sup> 以上、プレテンション方式の場合には 300 kg/cm<sup>2</sup> 以上としている。

プレストレス 導入時のコンクリート強度の必要条件は、導入応力を安全に支持するだけの強度をもち、かつ導入された応力を過度の応力減退なく保持することである。

### 5. グラウトの品質および施工法

グラウトの品質および施工法は、一般に特記によっているが、グラウト作業は緊張作業が終了したら、なるべく早期に注入する必要がある。

#### (1) グラウトの品質

グラウトは、ポストテンション方式においてPC鋼材の緊張完了後に、PC鋼材とシースの間げきにモルタルを充てんするもので、PC鋼材を包んで錆を防ぎ、かつ確実に付着が得られるものである必要がある。

水セメント比は適当な流動性が得られる範囲でできるだけ小さくするほうがよい。普通 40~45% が適当とされている。

表-5 グラウトの品質試験方法と標準値 (土木学会)

試験方法	標準値
コンシステンシー試験方法 (沈入方法)	沈入値 10~20 秒
ブリージング率および 膨張率試験方法	膨張率 10% 以下
強度試験方法	28日圧縮強度 200 kg/cm <sup>2</sup> 以上

品質試験の方法としては、土木学会の標準示方書の値、表-5 が適当である。

#### (2) グラウトの施工

グラウトは、グラウトミキサーを使い、材料の投入順序は、水、AE 減水剤、セメントとしており、練りませ時間は、3~5 分以内としている。これを必要以上に長く行くと、グラウトの温度が上昇し流動性が悪くなる。グラウトポンプは、手動または動力を用いるが、注入は原則として低い所から高い所に向かって徐々に行うのがよい。また作業中は、注入を中断しないようにする考慮が必要である。

冬期における施工は、凍結防止について十分な注意をはらい、注入前に 50°C 以下の温水を流して、シース内の温度を 5°C 以上にしたり、部材全体を保温養生する必要がある。

また夏期には、シースの周辺の温度を下げるため、または、グラウト中の水が注入作業中に失われることを防ぐために、シース内を水で洗浄しておくか、または、遅延剤を兼ねた減水剤を用いたりして、凝結が早過ぎないように注意する必要がある。

### 6. その他

#### (1) プレキャスト造の仕様書

プレキャスト プレストレスト コンクリート造の仕様書は、主に設計者の要求事項として、下記のような項目にまとめることができる。

- a) 製品管理に関するもの
  - 1) 材料：材料管理，調査
  - 2) 型枠：使用材料，寸法精度
  - 3) 打設：打設方法
  - 4) 養生：前養生，後養生，養生期間
  - 5) 緊張：緊張方法，緊張時間
  - 6) 脱型：脱型方法，脱型時期
  - 7) 製品精度：許容許差，ストランド鋼棒の位置
  - 8) ストック：ストックの方法
  - 9) 運搬：運搬方法
- b) 施工管理に関するもの
  - 1) 仮設計画：建方機械，支保工
  - 2) 建方方法：建方順序
  - 3) 建方精度：寸法精度，誤差の処理
  - 4) 接合部：施工順序，施工方法

#### (2) プレストレストコンクリートの設計，施工に関する関連法規，告示および参考文献

- 1) 建築基準法  
 第 38 条 特殊の材料または構法  
 施行令第 81 条 構造計算

告示 第223条 プレストレスト コンクリート造の  
柱・はり

告示（昭和48年4月23日建設省告示第949号）プレ  
ストレスト コンクリート造の建築物、または建  
築物の構造部分の構造方法に関する、安全上必要  
な技術的基準を定める等の件

告示（昭和48年4月26日住指発第305号）プレスト  
レスト コンクリート造関係告示の取扱いについ  
て

2) 建築学会：プレストレスト コンクリート 設計施  
工規準，同解説

3) 土木学会：プレストレスト コンクリート 設計施  
工指針

4) 建築学会：建築工事標準仕様書，同解説（JASS  
鉄筋コンクリート工事

5) 土木学会：国鉄建造物設計標準解説

6) 道路協会：プレストレスト コンクリート 道路橋  
示方書

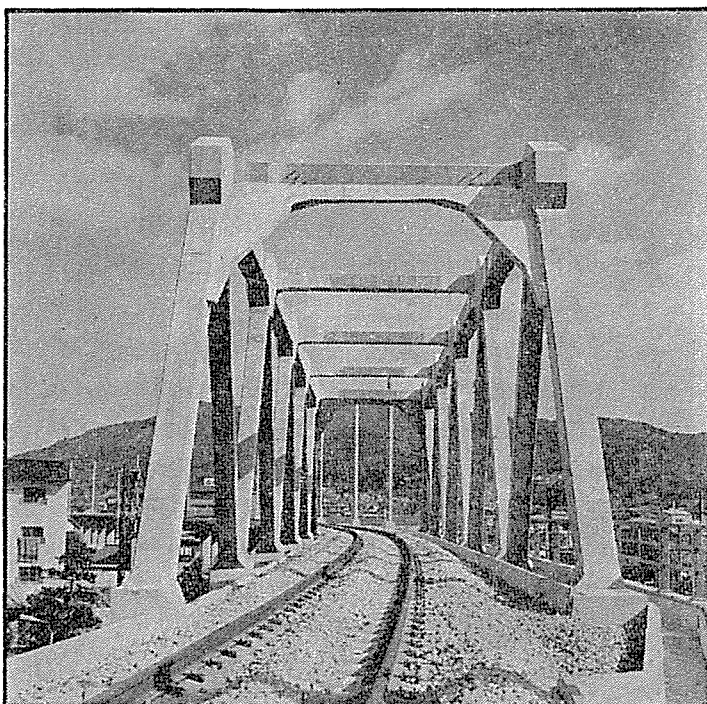
## 「PC バージ規準」についてお知らせ

日本海事協会では“Provisional Rules for Prestressed Concrete Barges”『プレストレストコンクリ  
ートバージ規準』を制定致しました。これは当協会のPCバージ委員会が協力して作ったものです。

入手御希望の方は、(財)日本海事協会総務課（〒107 東京都港区赤坂2丁目17番26号，電話  
(03) 581-0331）へ直接お申込み下さい。定価は 1400 円です。

なま，同規準の解説が日本海事協会誌 No. 153, October 1975 に掲載されておりますが，その別刷  
を希望される方は，海事協会開発課へお申込み下さい。残部わずかですが，1300 円でおわけします。

(社)プレストレスト コンクリート技術協会事務局



## PC長大橋梁に 豊富な経験

山陽新幹線  
岩鼻架道橋  
(PCトラス)

**KK** オリエンタルコンクリート株式会社

取締役社長 東 善 郎

東京都千代田区五番町五番地 TEL (261)1171(代)