



Concreto Protendido

Introdução

As notas de aula apresentadas mostram os conceitos básicos do concreto protendido. Têm sido usadas, ao longo de anos, como referência para as aulas de Concreto Protendido no Instituto Militar de Engenharia - IME / RJ

- Conceitos básicos
- Recomendações de Normas
- Aplicação em pontes com vigas pré-moldadas
- Aplicação em lajes lisas sem vigas

Os conceitos básicos do concreto protendido praticamente não mudaram desde que foram definidos por **Eugène Freyssinet, em 1928 na França**.

REPUBLIQUE FRANÇAISE.

MINISTÈRE DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE.

DIRECTION DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE.

BREVET D'INVENTION.

Gr. 7. — Cl. 1. N° 680.547

Procédé de fabrication de pièces en béton armé.

MM. Eugène FREYSSINET et Jean SEAILLES résidant en France (Seine).

Demandé le 2 octobre 1928, à 16^h 20^m, à Paris.
Délivré le 22 janvier 1930. — Publié le 1^{er} mai 1930.

[Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'art. 11 § 7 de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.]

La présente invention a pour objet une méthode de fabrication de pièces ou éléments en béton armé moulés d'avance et destinés à n'être employés ou mis en place qu'après leur prise et leur durcissement, tels que poteaux, poutres, formes, traverses de chemin de fer, caniveaux, clôtures, panneaux, etc...

Dans les procédés habituels on utilise le béton pour enrober les armatures que l'on place dans le moule sans qu'elles aient à subir une tension initiale pendant la fabrication. Dans la pièce terminée, le métal travaille, par suite, selon les efforts auxquels elle est soumise, soit à la traction, soit à la compression; or, on considère généralement comme nulle la résistance du béton à l'extension et son travail à la compression est seul utilisé.

Le procédé de cette invention consiste au contraire à armer les pièces de telle sorte que l'ensemble se comporte comme si le béton absorbait une partie importante des efforts de flexion, ce qui, à résistance égale permet de n'employer qu'une quantité de métal très réduite et d'obtenir, par suite, des pièces plus légères et d'un prix de revient beaucoup moins élevé, le fer constituant l'armature représentant, à raison de son prix, la matière première la plus onéreuse,

Dans ce but, les armatures sont tendues au moyen de tout dispositif convenable dans le moule de façon, non seulement à les raidir, mais encore à les y soumettre à un effort de traction plus ou moins important, mais qui pourra être poussé plus loin, en vue de leur donner une tension initiale qui sera généralement d'un ordre tel, qu'elle correspondra à un allongement élastique important du métal.

Les armatures ainsi tendues, sont de préférence pourvues de dispositifs d'ancrage destinés à transmettre au béton après prise, les efforts de tension initiale auxquels sont soumises, de telle sorte qu'après démoulage, les dispositifs de tension étant relâchés, le métal reste tendu dans le béton qui sera, par là même, mis en état de compression permanente. L'ensemble de la pièce armée obtenue sera donc composé d'un bloc dans lequel, avant tout effort de charge ou de surcharge, tout ou partie du métal travaille déjà à la traction et le béton à la compression.

La description qui va suivre, en regard du dessin annexé, donné à titre d'exemple, fera bien comprendre de quelle manière l'invention peut être réalisée.

La fig. 1 est le schéma d'une installation de moulage d'un bloc parallélépipédique,

Prix du fascicule : 5 francs.



Livro : *Eugène Freyssinet - A revolution in the art of construction*

Presses de l'École Nationale de Ponts et Chaussées -2004

“Como a compressão no concreto não podia ser mantida com os aços comuns, Freyssinet teve a brilhante idéia de usar aços de muito alta resistência e com muito alto limite elástico. Esses aços perderiam apenas 15% da tensão inicial com as perdas lentas causadas pela retração e pela fluência do concreto (ao invés de 70% a 90% de perda nos aços comuns).

O uso desses aços de alta resistência foi o salto tecnológico que permitiu a Freyssinet usar, na prática, a idéia da compressão permanente do concreto. Tal recurso foi patenteado em 1928. Freyssinet criou com isso um material homogêneo e elástico, o concreto protendido, que mudou a maneira de construir.”

...

...

Vantagens do Concreto Protendido

- Devido à utilização de materiais de resistência muito mais alta (Aço e Concreto) pode-se construir estruturas mais esbeltas e com vãos maiores, com menor peso próprio, do que quando se constrói com o concreto armado.
- A protensão aumenta a vida útil das estruturas, pois as fissuras são evitadas, ou mesmo se existirem fissuras, as aberturas são mínimas . Isto aumenta a durabilidade.
- As deformações permanecem muito pequenas, porque as estruturas sob as cargas de serviço, mesmo com protensão parcial, praticamente permanecem no estágio I.
- Estruturas de Concreto Protendido têm uma grande resistência à fadiga, pois a variação de tensão nas armaduras protendidas é pequena, mesmo no caso de protensão parcial. Por isso as tensões ficam bem abaixo das tensões limites de resistência à fadiga.
- Estruturas em Concreto Protendido podem suportar grandes sobrecargas sem sofrer danos permanentes. As fissuras devidas às sobrecargas fecham novamente, desde que os alongamentos das armaduras fiquem abaixo do limite de 0,1 ‰ (0,1 mm/m).



Regras básicas (Prof. Fritz Leonhardt)

Durante o projeto :

1. Protender significa comprimir. A compressão só pode ocorrer se for possível o encurtamento da viga. Certifique-se que a viga pode encurtar na direção da protensão.
2. Qualquer mudança de direção do eixo do cabo produz forças radiais quando o cabo é tracionado. Mudanças de direção do eixo da viga de concreto também geram “forças desbalanceadas “ atuando transversalmente ao eixo da viga. Lembre-se de considerar essas forças nos seus cálculos.
3. As elevadas tensões admissíveis de compressão no concreto não devem ser totalmente utilizadas. Escolha as dimensões das seções transversais da viga, em especial junto dos cabos, de modo que o concreto possa ser corretamente lançado e vibrado na obra.
4. Evite tensões de tração sob a ação das cargas permanentes. Não confie na resistência à tração do concreto.
5. Use armaduras não protendidas, de aço comum, na direção transversal à protensão, em especial nas regiões da viga onde as forças de protensão são transmitidas ao concreto.

Durante a execução :

- 6 O aço de protensão é mais resistente que o aço comum do concreto armado. Mas é mais sensível à corrosão, a moedas, a dobras e ao calor. Trate-o com cuidado.
Posicione os cabos com grande precisão, fixe-os bem, de modo que não mudem de posição durante o lançamento do concreto, nem durante a sua vibração.
- 7 Planeje a concretagem de modo que o concreto possa ser bem vibrado em todas as partes da viga. As deformações das formas e dos escoramentos não devem causar fissuração no concreto fresco. Faça a concretagem com grande cuidado e atenção para não deixar brocas e falhas no concreto. Esses defeitos podem causar grandes problemas quando os cabos forem protendidos.
- 8 Antes de protender os cabos, verifique se a viga pode se deslocar e encurtar na direção da protensão. Use apoios deslocáveis ou móveis.
- 9 Protenda os cabos com o concreto ainda com pouca idade, para evitar a fissuração devida à retração e a uma queda de temperatura. Mas aplique inicialmente apenas uma parte da protensão, de modo a ter apenas tensões moderadas de compressão no concreto, que ainda não tem a resistência final prevista.
Numa segunda fase, com o concreto já bastante resistente, execute a protensão total. Essa fase da construção exige muito cuidado pois as forças de protensão são altas. Mais tarde, as perdas lentas reduzem as forças de protensão.
Durante a protensão dos cabos, verifique os alongamentos dos cabos e as forças nos macacos.
- 10 Antes de fazer a injeção dos cabos, certifique-se de que as bainhas não têm obstruções. Siga as especificações para o preparo da pasta de cimento a ser injetada.



*As normas mudam ao longo do tempo. Os conceitos básicos pouco mudam.
Por isso mantemos as informações das normas mais antigas.*

Principais Normas de Concreto Protendido.

- ★ NB1/ 60 e NB1/78 - Cálculo e Execução de Obras de Concreto Armado
- ★ NB116 / 1962 – Cálculo e Execução de Obras de Concreto Protendido
- ★ NBR6118 / 2003 / 2007– Projeto de Estruturas de Concreto
- ★ CEB–1970 – Recommendations internationales pour le calcul et l'exécution des ouvrages en béton
- ★ CEB–FIP / 1977 – Code - Modele pour les structures en béton
- ★ CEB–FIP / 1990 – Model Code
- ★ FIB / 2010 – Model Code
- ★ Eurocode EN/2 – Design of concrete structures
- ★ DIN 1045 – Concreto Armado
- ★ DIN 4227 – Concreto Protendido

Eduardo C. S. Thomaz