Syrian Arab Republic
Al-wataniya Private University
Hama

الجمهورية العربية السورية
الجامعة الوطنية الخاصة
حماه

الاستثمار الأمثل لفولاذ التسليح في العناصر البيتونية الخاضعة للشد المركزي (2)

الجزء الثاني (أمثلة)

مهندس الرأي، الأستاذ الدكتور أحمد عبود*

ملخص

تستخدم العناصر البيتونية المسلحة الخاضعة للشد بشكل واسع أثناء تصميم تنفيذ المنشآت البيتونية المسلحة . وفي مختلف الظروف وشروط الاستثمار، وفي الأوساط المختلفة.

عند استخدام هذه العناصر في الأوساط الضارة بفولاذ التسليح، يمنع عادة نشوء التشققات في البيتون لكي يقوم بدوره في حماية حديد التسليح. ويتم الحساب باعتبار أن البيتون غير متشقق، وبالتالي فهو يعمل جنباً الى جنب مع حديد التسليح لمقاومة الحمولات الخارجية.

أما عند استخدامها في الأوساط غير الضارة بحديد التسليح، فيسمح بنشوء التشققات في البيتون، ويكون البيتون غير عامل، وبالتالي فإن حديد التسليح يعمل لوحده.

يخطئ كثير من المهندسين عندما يعتقدون أن طاقة تحمل العنصر في الحالة الأولى أكبر من طاقة تحمل العنصر المماثل، العامل في الحالة الثانية.

لذا تمت كتابة هذه المقالة لتصحيح هذا الخطأ الشائع. ويتضمن الجزء الأول مبدأ الحساب ويتضمن الجزء الثاني أمثلة مختلفة للحساب، تشمل جميع الحالات الممكنة للعناصر البيتونية المسلحة العادية أو مسبقة الإجهاد.

Optimal design of reinforcement in reinforced concrete elements subject to central tension (2)

Part Two (Examples)

* Professor Dr. Ahmad Abboud

abstract

Tensioned reinforced concrete elements are widely used in the design and implementation of reinforced concrete structures, in various conditions and investment terms, and in different environments.

When these elements are used in environments that are harmful to reinforcing steel, cracks are usually prevented in the concrete in order to protect the reinforcing steel. The calculation is made on the assumption that the concrete is not cracked, and therefore it works together with the reinforcement to resist external loads.

When used in environments that are not harmful to the reinforcement, cracks are allowed to form in the concrete, and the concrete is not working, and thus the reinforcement works alone.

Many engineers make a mistake, believing that the bearing capacity of the element in the first case is greater than the bearing capacity of the similar element, working in the second case.

The first part includes the calculation principle and the second part includes different examples of calculation, covering all possible cases of reinforced or prestressed concrete members.

- أستاذ الهندسة الإنشائية في الجامعة الوطنية الخاصة – حماه – الجمهورية العربية السورية.
- Professor of Structural Engineering at the National Private University - Hama - Syrian Arab Republic.

Syrian Arab Republic
Al-wataniya Private University
Hama

الجمهورية العربية السورية
الجامعة الوطنية الخاصة
حماه

الاستثمار الأمثل لفولاذ التسليح في العناصر البيتونية المسلحة الخاضعة للشد المركزي (2)

الجزء الثاني (أمثلة)

مهندس الرأي، الأستاذ الدكتور أحمد عبود*

مثال :

يطلب تصـــميم شـــداد يتحمل قوة شـــد مركزية مقدارها N=50t إذا كان البيتون من النوع B25 طبيعي التصلب ، والتسليح من النوع A-III وذلك في الحالات الثلاث التالية :

١- يسمح بنشوء التشققات مهما كان عرضها .

٢- يسمح بنشوء التشققات التي لا يزيد عرضها عن القيمة المسموحة حسب الكود الروسي ، وذلك باعتبار الشداد يقع تحت منسوب المياه الجوفية ، وحمولته هي الأعظمية الكلية (ميتة +حية) .

٣- يمنع نشوء التشققات.

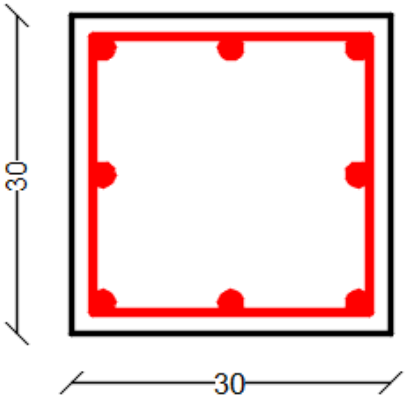
الحل :

الطلب الأول :

$$N = As.\overline{\sigma s} \Rightarrow AS = N / \overline{\sigma s}$$

As = 50000/(0.55.3900) =23.31 Cm^2 = 8ϕ 20

نختار مقطع بيتوني كيفي وليكن 30.30 Cm ، ونوزع قضـبان التسـليح فيه ، ونختار تسليح عرضي ø 6/20Cm لتثبيت القضبان الطولية في مكانها .



الطلب الثاني :

ننطلق من العلاقة (12) فنحسب قيمة $\overline{\sigma s}$ الموافقة لعرض تشققات a_{crc} فتأخذ العلاقة (12) الشكل التالي :

- أستاذ الهندسة الإنشائية في الجامعة الوطنية الخاصة – حماه – الجمهورية العربية السورية.
- Professor of Structural Engineering at the National Private University - Hama - Syrian Arab Republic.

$$\overline{\sigma_s} = \frac{a_{crc} Es}{\delta.\phi_l.\eta.20.(3.5+100\mu).\sqrt[3]{d}}$$

نعتبر :

d=30m m نستخدم قضبان قطر 30mm

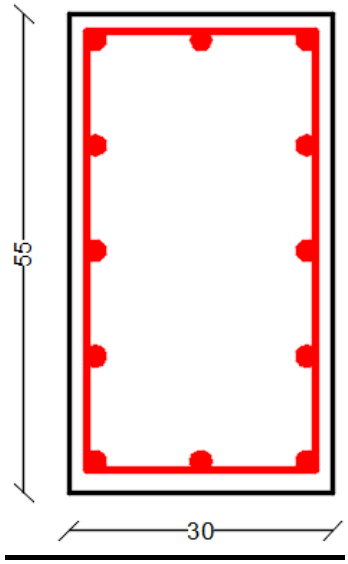
- δ =1.2 العنصر خاضع للشد المركزي .
- φ_l = 1.2 بيتون ثقيل عادي مشبع بالماء (شداد تحت مستوى المياه الجوفية).
- η = 1 القضبان محلزنة .
- μ = 0.1 نسبة التسليح 10% .
- Es=2.10^6 kg/Cm^2 فولاذ من النوع A-III

a_{crc}= 0.4m m ـــــ كون الحمولات هي الكلية الأعظمية والشـداد يقع تحت منسـوب المياه الجوفية .

$$\overline{\sigma s} = \frac{0.4.2.10^6}{1.2\times1.2\times1\times20(3.5+100\times0.1)\times\sqrt[3]{30}} = 664.75 Kg/Cm^2$$

$$As = \frac{50000}{664.75} = 75.22 \ Cm^2 = 12ø30$$

نختار مقطع 30×65Cm ونوزع التسليح كما يلي :



الطلب الثالث :

$$N = Ac \cdot fc\left(1+\mu\frac{Es}{Ec}\right) \Rightarrow$$

$$Ac = \frac{N}{fc(1+\mu\frac{Es}{Ec})} = \frac{50000}{16.\left(1+0.1\frac{2.10^6}{300000}\right)} = 1875 Cm^2$$

نختار :

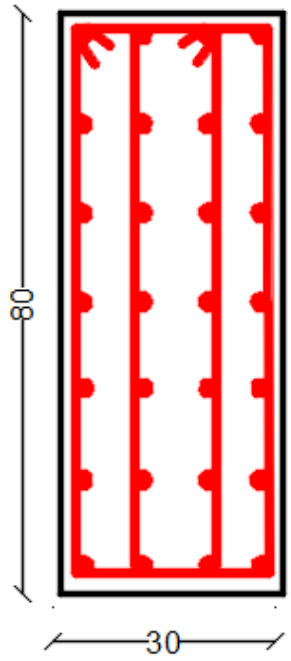
$Ac=80 \times 30 = 2400\ Cm^2$

$As=0.1x1875=187.5Cm^2$ ➔

$28\phi 30=197.82Cm^2$ نختار

ويكون عندها الإجهاد في الفولا ذ

. $\sigma s = 16\times(2\times10^6/300000) = 107\ \ kg/Cm^2$



وبمقارنة النتائج نحصل على مايلي :

رقم الحالة	مساحة التسليح اللازمة
الحالة الأولى	23.22
الحالة الثانية	75.22
الحالة الثالثة	187.5

مثال(2) :

يطلب تصميم الشداد السابق في جميع حالاته باستخدام فولاذ من نوع A-II وبيتون B-25.

الحل :

الطلب الأول:

$As=50000/(0.55.2950)=30.81$

الطلب الثانى:

$$\overline{\sigma s} = \frac{0.4 \times 2.1 \times 10^6}{1.2 \times 1.2 \times 1 \times 20 \times (3.5 + 100 \times 0.1)\sqrt[3]{30}} = 695 kg/Cm^2$$

$As=50000/695=71.9Cm^2$

الطلب الثالث :

$$Ac = \frac{50000}{16 \times (1 + 0.1 \times \frac{2.1 \times 10^6}{300000})} = 1838 Cm^2$$

$Ac = 65 \times 30 = 1950\ Cm^2$

$As = 0.1 \times 1838 = 183.8\ Cm^2$

وبالمقارنة نحصل على الجدول التالي:

رقم الحالة	مساحة التسليح اللازمة
الأولى	30.81
الثانية	71.9
الثالثة	183.8

وبمقارنة النتائج بين المثالين الأول والثاني .

رقم الحالة	مساحة التسليح اللازمة		الفرق النسبي
	A-II	A-III	
الأولى	30.81	23.31	1.32
الثانية	71.9	75.22	0.956
الثالثة	183.8	187.5	0.98

ان الفرق النسبي الكبير في الحالة الأولى ناتج بشكل أساسي عن الفرق في حد مرونة الفولاذ و عن الفرق في عامل مرونة الفولاذ ، أما الفرق الصغير في الحالتين الثانية والثالثة فهو ناتج عن الفرق في عامل مرونة الفولاذ فقط .

في أغلب الحالات التي يستخدم فيها البيتون المسلح مسبق الإجهاد يسمح بنشوء التشققات في العنصر تحت تأثير الحمولات الكلية ولا يسمح بنشوئها تحت تأثير الحمولات الدائمة . في هذه الحالة يكون البيتون متشققاً وتكون Nc=0 ، وبالتالي تأخذ المعادلة (4) الشكل التالي:

$$P + Ns = N$$

وهذه هي العلاقة الأساسية للحساب في هذه الحالة .

مثال (3) :

شداد يقع تحت منسوب المياه الجوفية مقطعه مستطيل 30×60 Cm منفذ من بيتون من النوع B25 طبيعي التصلب ، يتعرض لقوة شد ناتجة عن الحمولات الميتة قدرها N = 40t

وأخرى ناتجة عن الحمولات الحية مقدارها 20 t . وباستخدام فولاذ من النوع A-VI مسبق الإجهاد ومن النوع A-IV غير مسبق الإجهاد . يطلب حساب التسليح اللازم في الحالتين التاليتين :

1 -تشققات مغلقة تحت تأثير الحمولات الكلية باعتبار العنصر غير مسبق الإجهاد.

2 -تشققات مغلقة تحت تأثير الحمولات الميتة فقط . ولا يزيد عرض التشققات عن 0.4 mm تحت تأثير الحمولات الكلية باعتبار العنصر مسبق الإجهاد .

كما يطلب المقارنة بين النتائج .

الحل:

الطلب الأول :

نطلق من العلاقة (10) التي تأخذ الشكل التالي :

$$\mu = (\frac{N}{Ac.\overline{\sigma c}} - 1)\frac{Ec}{Es}$$

$$\mu = (\frac{60000}{30 \times 60 \times 16} - 1)\frac{30000}{1.9 \times 106} = 0.171 = 17.1\%$$

$$As = 0.171 \times 30 \times 60 = 308 Cm^2$$

الطلب الثاني :

باعتبار فولاذ التسليح من النوع A-VI فيمكن إجهاده بشكل مسبق ، نستخدم إجهاد مسبق للفولاذ بقيمة $\overline{\sigma_{sp}} = 0.7.fy$

فيكون :

$$\sigma sp = 0.7 \times 8800 = 6230$$

نعتمد قيمة صافية للإجهاد المسبق $\overline{\sigma_{sp}} = 6000 kg/Cm^2$ متضمنةً كافة الضياعات الأولية والثانوية . ونختار مساحة التسليح مسبق الإجهاد اللازمة لتوليد قوة ضغط في المقطع لاتقل عن 40 t بعامل آمان 1.2 .

$$As = 1.2 \times N/\sigma sp = 1.2 \times 40000/6000 = 8\ Cm^2$$

نختار:

$$Asp = 8\ \phi 12 = 9.043\ Cm^2$$

نحسب إجهاد الشد المسبق الحقيقي اللازم :

$$1.2 \times 40000 / 9.043 = 5310\ kg/cm^2 = 5300\ kg/Cm^2$$

أي أنه يجب إجهاد فولاذ التسليح البالغة مساحته $Asp = 8Ø12 = 4.043 Cm^2$ بإجهاد مسبق مقداره $\sigma\ sp = 5300\ kg/Cm^2$

وتكون قوة الإجهاد المسبق الحقيقية :

$$Nsp = 5300 \times 9.043 = 47928\ kg$$

وعند تطبيق حمولة الشد الميتة على العنصر مقدارها 40 t يبقى المقطع مضغوطاً بقوة مقدارها .

$$47928 - 40000 = 7928 kg$$

وبالتالي فان التشققات ستكون مغلقة ، لأن المقطع خاضع لقوة ضغط .

وعند تطبيق الحمولة الكلية N = 60t يكون العنصر مشدوداً بقوة

20=40-60 t

نحسب الإجهاد المسموح به باعتبار عرض التشققات acrc = 0.4mm، وذلك باعتبار نسبة التسليح 1% واستخدام قضبان قطرها 12 mm .

$$\overline{\sigma s} = \frac{0.4 \times 1.9 \times 10^6}{1.2 \times 1.2 \times 1 \times 20 \times (3.5 + 100 \times 0.01)\sqrt[3]{12}} = 2561 kg/Cm^2$$

$$As = \frac{N}{\overline{\sigma s}} = 20000/2561 = 5.61 Cm^2$$

ويكون عندها الإجهاد في التسليح مسبق الإجهاد .

5300 + 2561 = 7861< 8900

وبالتالي لا داعي لاستخدام التسليح غير مسبق الإجهاد .

المقارنة :

مساحة التسليح في الحالة الأولى 310 Cm^2

مساحة التسليح في الحالة الثانية 9.043 Cm^2

أما لو كانت الحمولة الحية 30 t بدلا من 20 يكون :

$$As = \frac{N}{\overline{\sigma s}} = 30000/2561 = 11.714 Cm^2$$

وبالتالي لا بد من استخدام تسليح غير مسبق الاجهاد مقداره :

2.671= 9.043 – 11.714Cm^2 = 3ϕ12