مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (29) العدد (3) 2007
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol. (29) No. (3) 2007

دراسة مقاومة العينات البيتونية في منشآت منفذة وتحقيقها لمبدأ التصميم بالطريقة الحدية

الدكتور سهيل الجنزير*

(تاريخ الإيداع 16 / 11 / 2006. قُبِل للنشر في 2007/8/19)

□ الملخّص □

تعتبر المقاومة على الضغط من أهم خواص البيتون، وترتبط هذه المقاومة بشكل كبير بالبنية المجهرية للبيتون التي تؤثر في الخواص الأخرى كالمرونة.

إن الغاية من هذه الدراسة هي الإجابة على السؤال: هل المقاومات الفعلية للعينات البيتونية للمشاريع المدروسة في هذا البحث تحقق مبدأ التصميم وفق الطريقة الحدية؟ وذلك من خلال دراسة نتائج كسر العينات البيتونية الواردة إلى مخبر تجريب المواد في كلية الهندسة المدنية بجامعة حلب خلال عامي 2003 و2004.

أظهرت هذه الدراسة أن نسبة المشاريع التي لم تحقق قيمة المقاومة المميزة الأسطوانية $f_c^{'}=180\,\mathrm{Kg/cm^2}$ والتي اعتمدت أساساً للدراسة خلال عامي 2003 و2004 تتجاوز 40 %، كما أن نسبة المشاريع التي لم تتجاوز مقاومتها المميزة الأسطوانية $f_c^{'}=150\,Kg/cm^2$ خلال عامي الدراسة تصل إلى حوالي 20%.

إن نتائج هذه الدراسة تفرض إجراء الدراسات النظرية والتجريبية للحصول على بيتون ذي مقاومة مميزة عالية مع الأخذ بعين الاعتبار ظروف التنفيذ المحلية.

كلمات مفتاحية: العينات البيتونية، الطريقة الحدية، المقاومة المميزة.

* مدرس في قسم الهندسة الإنشائية، كلية الهندسة المدنية، جامعة حلب، حلب، سورية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (29) العدد (3) 2007
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol. (29) No. (3) 2007

A Study on the Compressive Strength of Concrete Samples in Built Constructions and Their Fulfilment of Design Principle in the Ultimate Strength Method

Dr. Souheil Al Janzir*

(Received 16 / 11 / 2006. Accepted 19/8/2007)

□ ABSTRACT □

Compressive strength is considered one of the main characteristics of concrete. Compressive strength depends on the microscopical structure of the concrete, which affects the other properties such as elasticity.

The purpose of this study is to answer the question: Do the actual compressive strengths of concrete samples for projects studied in this research achieve the design principle in the Ultimate Strength Method? This is done based on the results of concrete samples fracture experimented in the Materials Experiment Laboratory at the Faculty of Civil Engineering in Aleppo University for the two years: 2003 and 2004.

This study demonstrates that 40% of the projects which were studied did not achieve the average characteristic compressive strength, which is 180 kg/cm^2, and the characteristic compressive strength for 20% of the projects did not exceed 150 kg/cm^2.

The results of study require more theoretical and experimental studies to make high characteristic compressive strength concrete.

Keywords: Concrete samples, Ultimate strength method, Characteristic strength.

***Assistant Professor, Department of Structures, Faculty of Civil Engineering Aleppo University, Aleppo, Syria.**

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

مقدمة:

تعتبر مقاومة البيتون على الضغط $f_c^{'}$ من أهم الخواص المميزة له، وتعد المقاومة المميزة للبيتون على الضغط أحد العوامل الرئيسية في تصميم عناصر المنشآت البيتونية المسلحة، سواءً تم التصميم باستخدام الطريقة المرنة التي تعتمد على إجهادات تصميمية مسموحة تأخذ نسبة من الإجهادات الأعظمية التي تتحملها المادة، أو باستخدام الطريقة الحدية التي تعتمد على سلوك المادة الفعلي تحت تأثير الحمولات الخارجية في مختلف مراحل التحميل وحتى الانهيار الفعلي، لهذا فإن مخططات الإجهادات ـ الانفعالات في البيتون والفولاذ هي من أهم المخططات التي يتم الاعتماد عليها في هذا المجال، ففي منحني (الإجهادات ـ الانفعالات) في البيتون لدينا قيمتان هامتان من الناحية الإنشائية [1]: – ذروة الإجهاد الأعظمية والتي تعرف باسم المقاومة الأسطوانية.

– مقدار الانفعال الأعظم الذي يحصل في العينة المختبرة الأسطوانية عند الانهيار، وقد اعتمدت معظم الأنظمة بما فيها الكود العربي السوري قيمة (0.003) كحد أعظمي لانفعال البيتون.

أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية البحث من دراسته للمقاومة الأسطوانية $f_c^{'}$ الموثقة لعدد كبير من العينات البيتونية لمنشآت منفذة، مما يسمح بتعميم نتائج الدراسة وتحديد نسبة المشاريع التي تصل إلى المقاومة الأسطوانية المميزة المحددة عند التصميم باعتماد الطريقة الحدية، ومن ثم تقرير فيما إذا كانت هذه النسبة مقبولة أم لا، خاصةً وأن الكود العربي السوري يفرض اعتماد الطريقة الحدية عند التصميم لمقاومة الزلازل.

طريقة البحث ومواده:

<u>مبدأ التصميم وفق الطريقة الحدية:</u>

تعتمد الطريقة الحدية بشكل أساسي في البحث عن مقدار الحمولة أو الجهد الذي يسبب انكساراً أو انهياراً للعنصر الإنشائي، وكما هو معروف في الدراسات الإنشائية فإن المقاطع تتعرض عادة إلى جهود مختلفة، لهذا فإن الهدف الرئيسي للنظرية الحدية هو البحث عن مقدار الجهد أو الجهود التي تسبب انهيار المقطع البيتوني تحت تأثير مختلف أنواع الجهود، ولإيضاح مبدأ النظرية الحدية فإن الفقرة التالية تشرح سلوك المقاطع الخاضعة إلى الانعطاف البسيط في مختلف مراحل التحميل وحتى انهيار المقطع تحت تأثير عزم انعطاف حدي M_u

<u>انهيار المقاطع الخاضعة إلى عزم انعطاف:</u>

عندما يتم تحميل عنصر بحمولة w صغيرة فإن إجهادات المقطع تكون ضمن حدود المرونة، ومع ازدياد الحمولة يتعرض المقطع إلى انفعالات متزايدة مما ينتج إجهادات متزايدة في المقطع، فإذا استمرت قيمة w بالازدياد فإن مقدار الانفعالات تزداد حيث إنه من المحتمل أن تكون قيم هذه الانفعالات كبيرة جداً، وعندها يكون المقطع أمام ثلاثة احتمالات [1]:

1– أن يصل الانفعال $\varepsilon_c^{'}$ إلى مقدار الحد الأعظمي المساوي $(\varepsilon_c')_{\max}=0.003$ في حين أن الفولاذ المشدود مازال في المرحلة المرنة أي أن إجهاده أقل من حد مرونته f_y ، وهذا يعني أن البيتون المضغوط قد وصل إلى حد تحمله الأعظم وبدأ في الانهيار في حين أن الفولاذ مازال في المرحلة المرنة، إن وصول البيتون إلى هذا الحد

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الكبير من الانفعالات والإجهادات يؤدي إلى انهيار المقطع بكامله، ويسمى هذا النوع من الانهيار بالانهيار بالضغط (Compression Failure)، ويحصل هذا النوع من الانهيار في المقاطع الحاوية على كميات كبيرة من الفولاذ أو المقاطع ذات المقاومة المميزة الاسطوانية الضعيفة.

2- أن يصل انفعال الفولاذ (ε_s) إلى الانفعال المقابل لحد المرونة (إجهاد الخضوع) في حين أن انفعال البيتون (ε_c') مازال بعيداً عن القيمة الأعظمية المساوية $(\varepsilon_c')_{\max}=0.003$ وهذا ما يؤدي إلى حصول تغيرات كبيرة في الفولاذ تؤدي إلى تطاولات واضحة وتشققات ملموسة في المنطقة المشدودة، ونقول إن كفاءة المقطع على الانعطاف قد استنفذت بالفولاذ المشدود وحصل فيه ما يسمى بالانهيار بالشد (Tension Failure)، وهذا الانهيار يحصل في المقاطع الحاوية على كمية صغيرة من الفولاذ المشدود.

3- أن يصل الانفعال في البيتون إلى قيمته الأعظمية $(\varepsilon_c')_{\max}=0.003$ وفي نفس الوقت يصل إجهاد الشد في الفولاذ إلى حد المرونة f_y، وفي هذا الاحتمال يحدث انهيار المقطع بتأثير انهيار البيتون المضغوط في آن واحد مع استنفاذ الفولاذ لمقدار تحمله على الشد، ويدعى هذا الانهيار في هذه الحالة بالانهيار المتوازن (Balanced Failure)، وتسمى نسبة التسليح المشدود الموافقة لهذه الحالة $(\rho_b=\frac{A_s}{b.d})$ بالنسبة التوازنية (Balanced Reinforcement Ratio)، حيث تعتبر هذه النسبة من الخصائص الهامة جداً في دراسة المقاطع البيتونية الخاضعة للانعطاف البسيط أو الانعطاف المركب، ومن المهم جداً التأكد من أن مساحة التسليح المشدود في المقاطع المنعطفة بعيدة عن المساحة التوازنية للتسليح وذلك لضمان المقاومة والمرونة الكافية لهذه المقاطع.

والسؤال المطروح الآن: هل المقاومات الفعلية للعينات البيتونية للمشاريع المدروسة في هذا البحث . وهي مشاريع منفذة . تحقق شرط التصميم وفق الطريقة الحدية، وما هي نسبة المشاريع المحققة للتصميم وفق هذه الطريقة، خاصة وأن هذه الطريقة هي التي يعتمدها الكود العربي السوري في التصميم لمقاومة الزلازل.

<u>المقاومات الميكانيكية المميزة حسب الكود العربي السوري</u>:

ميز الكود العربي السوري في تحديده لمقاومة الضغط المحتملة بين حالتي البيتون المراقب والبيتون غير المراقب، وأعطى قيمها بالجداول التالية [2]:

الجدول رقم (1) مقاومة الضغط المحتملة في حالة البيتون المراقب

كمية الاسمنت Kg/m^3	300	350	400
درجة جودة البيتون	C18	C20	C25
مجال الاستعمال	بيتون مسلح		
مقاومة الضغط الاسطوانية المميزة المحتملة Kg/cm^2	180	200	250

الجدول رقم (2) مقاومة الضغط المحتملة في حالة البيتون غير المراقب

كمية الاسمنت Kg/m^3	300	350	400
درجة جودة البيتون	C15	C18	C20
مجال الاستعمال	بيتون مسلح		
مقاومة الضغط الأسطوانية المميزة المحتملة Kg/cm^2	150	180	200

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

في هذه الدراسة ومن أجل الإجابة على السؤال المطروح سنعتمد **مقاومة متوسطة** مقدارها $f_c^{'}=180\,Kg/cm^2$، ولإنجاز هذه الدراسة تمت دراسة تقارير نتائج كسر العينات البيتونية الواردة إلى مخبر تجريب المواد في كلية الهندسة المدنية بجامعة حلب خلال عامي 2003 و 2004، وبهذا فان الدراسة تكون شاملة لكون عدد العينات كبيراً.

الدراسة الرياضية:

في دراسة نتائج تقارير كسر العينات البيتونية المذكورة وضمن نتائج كسر العينات البيتونية لكل شهر تم تصنيف العينات العائدة لكل مشروع مع بعضها البعض، وتم تحويل المقاومات المكعبية والموشورية إلى مقاومات أسطوانية وفق عوامل الجدول رقم (3) الوارد في الكود العربي السوري [2],[3].

الجدول رقم (3) قيم معامل التصحيح للأشكال المختلفة لعينات الاختبار

شكل العينة	أبعاد عينة الاختبار بالـ Cm بفرض أنها ذات أسطح مستوية ومتوازية	معامل التصحيح
الأسطوانة	ارتفاع 30 × 15 قطر	1
	ارتفاع 20 × 10 قطر	0.97
	ارتفاع 50 × 25 قطر	1.05
الموشور	15 × 15 × 30	1
	15 × 15 × 45	1.05
	20 × 20 × 60	1.05
المكعب	10 × 10 × 10	0.78
	15 × 15 × 15	0.8
	20 × 20 × 20	0.83
	30 × 30 × 30	0.9

ومن أجل تصنيف مقاومات المشاريع المدروسة ضمن المجالات:

- $f_c^{'}<150\,Kg/cm^2$
- $150\,Kg/cm^2 \le f_c^{'}<180\,Kg/cm^2$
- $f_c^{'}\ge 180\,Kg/cm^2$

اتبعت الخطوات التالية: [2],[4]

أ- حساب متوسط المقاومات للعينات:

$$Fav=\sum fci/n \quad ;.....(1)$$

حيث: fci المقاومة الأسطوانية للعينة.

n عدد العينات.

ب- حساب الانحراف المعياري:

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

$$S=\sqrt{\frac{\sum(fci-Fav)^2}{(n-1)}} \quad ;.....(2)$$

ج- إيجاد مجال استبعاد القيم الشاذة:

$$\mu^{\pm}=Fav\pm\sqrt{2}*S*hx\ ;.....(3)$$

حيث: hx معامل يتعلق بعدد العينات ويؤخذ من الجدول رقم (4)

ملاحظة: أعطى الكود العربي السوري [2] علاقة إيجاد مجال استبعاد القيم الشاذة للمقاومات بالصيغة

$$f'=\overline{f'}_c\pm 2.33*S \quad ;..... (4)$$

حيث: $\overline{f'}_c$ القيمة المتوسطة للمقاومات الأسطوانية، وذلك عندما يصل عدد العينات إلى (30) عينة.

د- استبعاد القيم الشاذة و إعادة حساب Fav و S لـ n الجديدة

هـ- حساب المقاومة المميزة الأسطوانية $f_c^{'}$:

$$f'_c=Fav-S*K \quad ;..... (5)$$

حيث: K معامل يتعلق بعدد العينات وعلى احتمال أن تكون نسبة 10% من الاختبارات أقل من المقاومة المميزة، وتؤخذ قيمه من الجدول رقم (5)

و- مقارنة النتائج مع المقاومة 180 Kg/cm^2

الجدول رقم (4) قيم المعامل hx بالنسبة لعدد العينات

n	K	**n**	K
3	1.64	10	1.37
4	1.53	15	1.34
5	1.48	20	1.32
6	1.44	25	1.32
7	1.42	30	1.31
8	1.4	>30	1.28
9	1.38		

الجدول رقم (5) قيم المعامل K بالنسبة لعدد العينات

n	hx	**n**	*hx*
<=5	1.16	18	1.56
6	1.22	20	1.58
7	1.27	22	1.61
8	1.32	24	1.63
9	1.35	26	1.66
10	1.39	30	1.69
12	1.44	40	1.77
14	1.48	50	1.82
16	1.52	100	1.98

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

النتائج والمناقشة:

بلـغ عـدد المشـاريع المدروسـة خـلال عـام 2003، /290/ مشـروعاً، وعـددها خـلال عـام 2004، /223/ مشروعاً، يبين كل من الجدولين /6/ و/7/

توزع المشاريع تبعاً لمجالات المقاومة على الأشهر للعامين 2003 و 2004

الجدول رقم (6) توزيع المشاريع على أشهر العام 2003 تبعاً للمقاومة المميزة الأسطوانية $f_c^{'}$

الشهر	إجمالي عدد المشاريع2003	المقاومة الأسطوانية المتوسطة Kg/cm^2					
		< 150		150 -180		>=180	
		عدد المشاريع	النسبة المئوية	عدد المشاريع	النسبة المئوية	عدد المشاريع	النسبة المئوية
كانون الثاني	16	1	0.062	4	0.25	11	0.687
شباط	24	4	0.166	1	0.041	19	0.791
آذار	20	6	0.3	2	0.1	12	0.6
نيسان	23	4	0.173	5	0.217	14	0.608
أيار	31	4	0.129	5	0.161	22	0.709
حزيران	32	7	0.218	6	0.187	19	0.593
تموز	28	4	0.142	8	0.285	16	0.571
آب	25	5	0.2	6	0.24	14	0.56
أيلول	27	8	0.296	6	0.222	13	0.481
تشرين الأول	18	3	0.166	6	0.333	9	0.5
تشرين الثاني	18	5	0.277	2	0.111	11	0.611
كانون الأول	28	2	0.071	8	0.285	18	0.642
الإجمالي	290	53	0.182	59	0.203	178	0.613

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الجدول رقم (7) توزيع المشاريع على أشهر العام 2004 تبعاً للمقاومة المميزة الأسطوانية $f_c^{'}$

الشهر	إجمالي عدد المشاريع 2004	المقاومة الأسطوانية المتوسطة Kg/cm^2					
		< 150		150 -180		>=180	
		عدد المشاريع	النسبة المئوية	عدد المشاريع	النسبة المئوية	عدد المشاريع	النسبة المئوية
كانون الثاني	21	5	0.238	4	0.19	12	0.571
شباط	12	0	0	3	0.25	9	0.75
آذار	16	4	0.25	5	0.312	7	0.437
نيسان	25	11	0.44	5	0.2	9	0.36
أيار	15	4	0.266	3	0.2	8	0.533
حزيران	21	4	0.19	4	0.19	13	0.619
تموز	22	5	0.227	4	0.181	13	0.59
آب	20	6	0.3	3	0.15	11	0.55
أيلول	20	5	0.25	4	0.2	11	0.55
تشرين الأول	20	1	0.05	5	0.25	14	0.7
تشرين الثاني	18	2	0.111	7	0.388	9	0.5
كانون الأول	13	4	0.307	0	0	9	0.692
الإجمالي	223	51	0.228	47	0.21	125	0.56

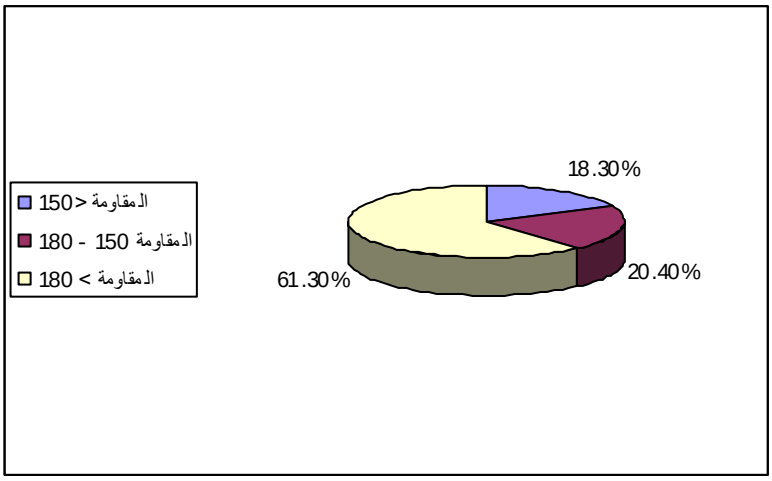
نلاحظ من هذين الجدولين أن نسبة المشاريع التي حققت مقاومة أكبر من Kg/cm^2 180 بلغت 61.7% لعام 2003، و 56% لعام 2004.

تبين الأشكال ذات الأرقام (1) و (2) النسب المئوية للمشاريع تبعاً لمقاوماتها خلال العامين 2003 و 2004 على الترتيب.

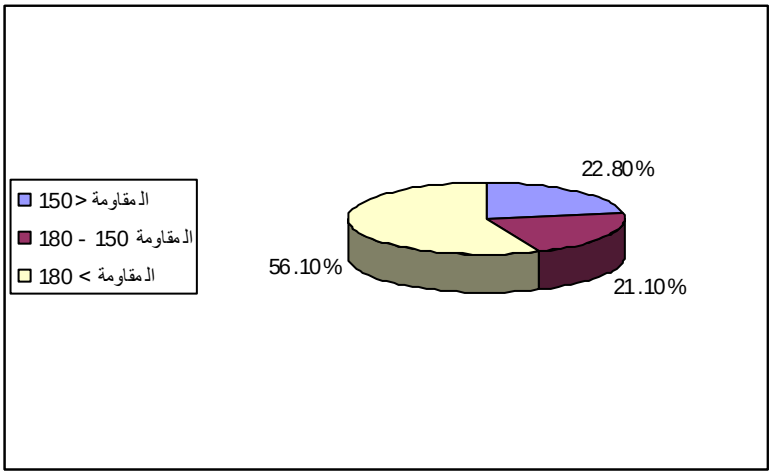
وتبين الأشكال ذات الأرقام (3) و (4) توزع أعداد المشاريع المحققة وغير المحققة للمقاومة على أشهر العامين 2003 و 2004 على الترتيب.

والشكل رقم (5) يظهر تفاوت المقاومات لمشاريع شهر كانون الثاني 2004

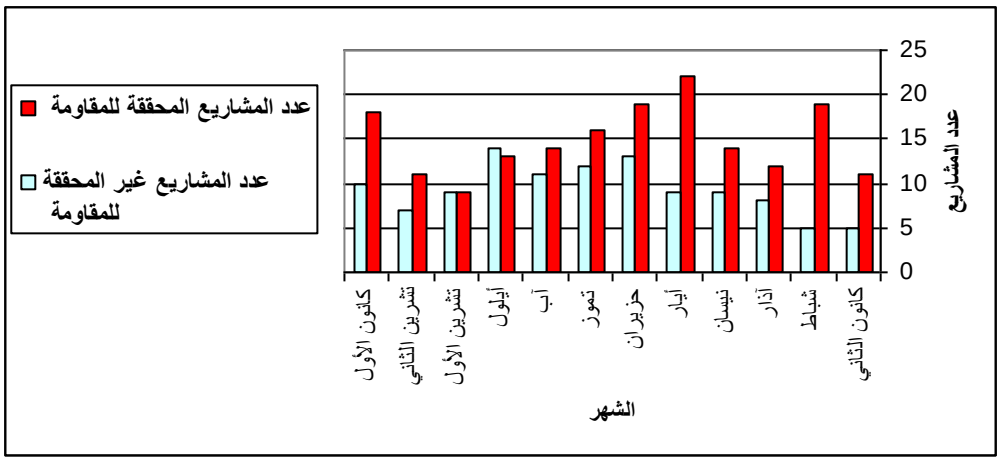
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل رقم (1) النسب المئوية للمشاريع تبعاً لمقاوماتها خلال العام 2003



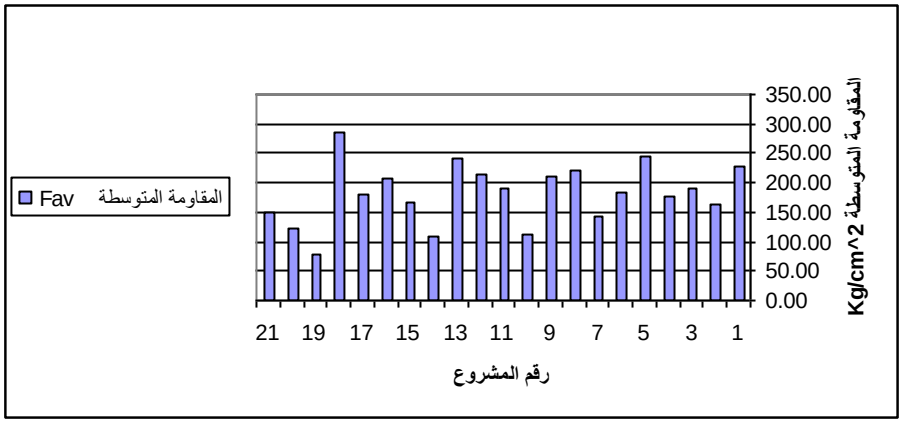
الشكل رقم (2) النسب المئوية للمشاريع تبعاً لمقاوماتها خلال العام 2004



الشكل رقم (3) توزع المشاريع على أشهر العام 2003 تبعاً لتحقيق المقاومة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الشكل رقم (4) توزع المشاريع على أشهر العام 2004 تبعاً لتحقيق المقاومة



الشكل رقم (5) تفاوت المقاومات لمشاريع شهر كانون الثاني لعام 2004

الاستنتاجات والتوصيات:

إن المقاومة المميزة الأسطوانية التي اعتمدت كأساس للدراسة . $f'_c = 180\,Kg/cm^2$. تعتبر مقاومة متواضعة في مختلف الأنظمة الحديثة، ومع ذلك فإن نسبة المشاريع التي لم تحقق هذه المقاومة المميزة خلال عامي الدراسة تتجاوز نسبة 40%، كما أن نسبة المشاريع التي لم تتجاوز مقاومتها المميزة $150\,Kg/cm^2$ خلال عامي الدراسة تصل إلى حوالي 20%.

بمعنى آخر فإن 40% من المشاريع التي تم دراسة مقاومات عيناتها والمنفذة ذات مقاومة مميزة أسطوانية ضعيفة، وهذا يعني أن البيتون المضغوط سيصل إلى حد التحمل الأعظمي ومن ثم البدء بالانهيار في حين أن الفولاذ المشدود والموجود في المقطع يكون مازال في المرحلة المرنة.

ولاشك في أن هذه النسبة المرتفعة للمشاريع التي لم تحقق المقاومة المتوسطة المعتمدة سيكون لها تأثير أكثر أهمية عندما تتعرض هذه المنشآت إلى قوى الهزات الأرضية، ذلك أن انخفاض قيمة المقاومة المميزة الاسطوانية الفعلية عن قيمة المقاومة المميزة الأسطوانية التصميمية سيؤدي إلى أن تكون قدرة التحمل الفعلي لتلك المنشآت أقل من قدرة التحمل التصميمية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

إن نتائج هذه الدراسة، إضافةً إلى استخدام الطريقة الحدية في تصميم المقاطع البيتونية وخاصة في المنشآت التي يتم تصميمها على الزلازل، تفرض إجراء الدراسات النظرية والتجريبية للحصول على بيتون ذي مقاومة مميزة عالية مع الأخذ بعين الاعتبار ظروف التنفيذ المحلية.

المراجع:

1- تصميم المباني لمقاومة الزلازل، نقابة المهندسين فرع حلب، حلب،2003، 192.

2- الكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة، نقابة المهندسين، دمشق، 2004، 331.

3- الحسن، أحمد ؛ زين الدين، وهيب ؛ بدورة، محمد كرامة. *اختبارات البيتون الصلب بالطرائق المخبرية وغير المخبرية*، نقابة المهندسين، دمشق، 1995 ،85.

4- كنجو، أنيس. *الإحصاء وطرق تطبيقه في ميادين البحث العلمي*، جامعة دمشق، الجزء الأول، 1995، 375.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com