استخدام قوة المواد المرنة في بناء التصاميم المركبة

الأستاذ : مفتاح الطاهر احمادي [1]
الأستاذ : ق. ف. أسكـــــــالا [2]
أحمد العطيـــــــــش [3]

يكرس العمل استعراض وتحليل طبيعة سلسلة من الإجهادات و التشوهات للعناصر الهيكلية المختلفة مع الأساس المنطقي للاستخدام والأكثر عقلاني في بعض حالات قوة تمدد عناصر المرونة وذلك بمثال يطبق و أيضا ببعض نتائج اختبار القوة على المدى الطويل . من المعروف أن القوة عندما تؤثر على العناصر الهيكلية تؤدي إلى توليد قوى داخلية غير متوازنة والتي قيمتها لا تتجزأ ناشئة في المادة المجهدة ميكانيكيا ،وهنا الإجهاد يمكن تحديده في أي نقطة من العنصر المادي .

معادلات هذه الإجهادات تتضمن قيمة وطبيعة عامل القوة وقيمة خصائص هندسية معينة تقوم عليها اللإجهادات الميكانيكية المقابلة في النقطة المقابلة لها للعناصر البنيوية المادية .

إذا كنا نتحدث عن ما يسمى ب النقاء" وعدم النظر إلى الاجهادات الميكانيكية (المشروطة) فانه يكون وصفها على النحو التالي:

$$\sigma = \frac{N}{F} - \frac{M_y}{I_y} x + \frac{M_x}{I_x} y + \frac{B}{I_\omega} \omega$$

$$\tau = \frac{1}{S} \left[\frac{Q_x}{I_y} sy(s) + \frac{Q_y}{I_x} sx(s) + \frac{H_\omega}{I_x} s\omega(s) \right]$$

[1] المعهد العالي لإعداد المدربين – قسم العمارة والإنشاء – زليتن – ليبيا.
[2] أكاديمية خاركوف الحكومية الوطنية – قسم البناء الاقتصادي – أوكرانيا.
[3] أكاديمية خاركوف الحكومية الوطنية – سوريا.

بعد التحليل السطحي للمعادلات يصبح واضحا أنه في مختلف أنواع التشوهات الناتجة عن الإجهادات المطبقة على الجسم المادي ليست بسيطة جدا ومستواها في النقاط مختلفة اختلافا كبيرا وهذا يدل على أن النفقة التي تمت على عناصر مادة البناء ليست عقلانية .

عالم الهندسة في جميع الأوقات سعى لتحسين أشكال عناصر (مواد)التصاميم المركبة.

هذه المشكلة هي موضوع بحث للعديد من العلماء في مختلف بلدان العالم ،وقد سلكوا هذا الاتجاه بفعالية و كفاءة الى حد كبير.

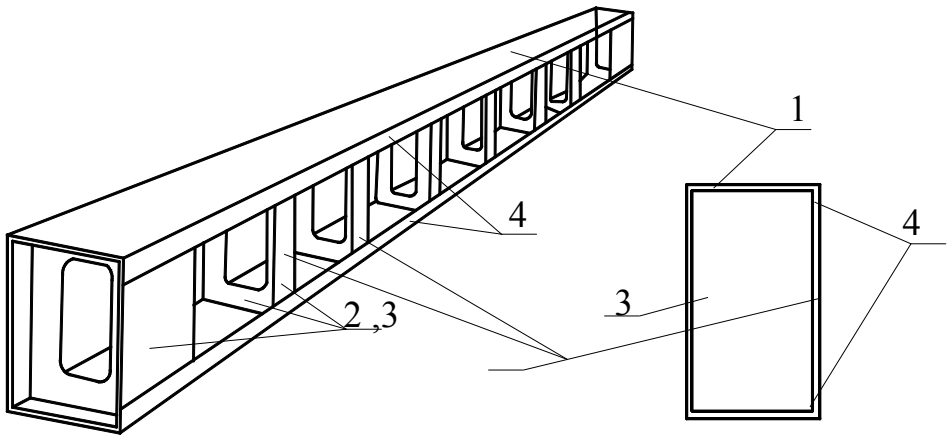
لكن لحل هذه المشاكل على المستوى الهندسي عمليا فإن الأمر يفرض حل مشكلة التحسين وعدد كبير من القيود (التصميم ـ التكنولوجيا ـ الاقتصاد ـ التنفيذ) وغيره.

هناك طريق هندسي آخر يؤكد أن كل نقطة مادية موجودة في العناصر الهيكلية يكون لها تأثير إجهادي مختلف وكبير الأهمية، وهو صالح لنوع واحد من التشوهات ـ الشد (الضغط). فهذا المسار التطوري يكون في هيكل العتبات التي يكون فيها زيادة في الطول والمصنعة من قضبان مقطعها العرضي على شكل مجرى (⌶) أو على شكل(⌊⌋) أي [الجمالونات المعدنية].

وهناك غيرها من الحلول الهندسية الممتازة، كالجسور الكبلية المعلقة مثل جسر هدسون (الولايات المتحدة الأمريكية) و جسر سان فرانسيسكو (الولايات المتحدة الأمريكية) وجسر نهر موسكو (روسيا الاتحادية) وجسر نهر دنيبرا (جمهورية اوكرانيا) وجسر نهر الفرات(الجمهورية العربية السورية).

إن مؤلفي وباحثي هذا العمل قد درسوا امكانية استعمال عناصر هيكلية مرنة وتراكيب أخرى كان الحل الهيكلي والحسابي هو جسر ممتد مقطعه العرضي منحني مع عناصر مرونة مشدودة (حبال)،و بهذا التصميم ذو المقطع المفتوح من الأكيد ينشأ فيها فتل يسبب تشويه المقطع العرضي لهذا التصميم.

في أعمال بعض العلماء تكون الحلول البناءة الممكنة لهذا القيد باستخدام قضبان وصفائح (عناصر الانحناء) ،ولكن كما ذكر أعلاه عناصر الانحناء (القضبان و الصفائح)غير فعالة للحد المطلوب كما في الشكل الآتي :



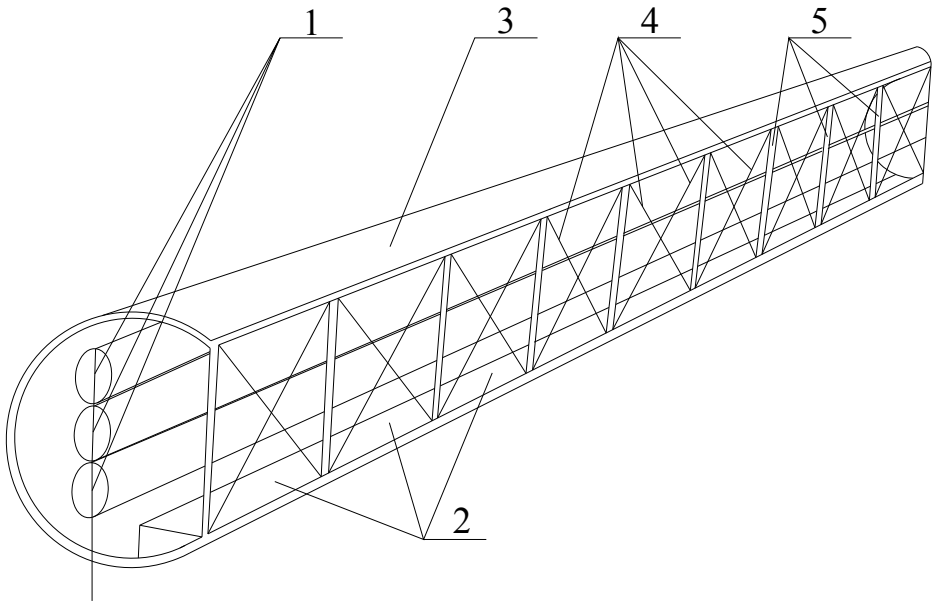
1 ـ جسر (عتبة) .

2 ـ العناصر التي تمنع الفتل (الصفائح و الفتحات) .

3 ـ عناصر طولية أو طويلة .

وبالإضافة إلى ذلك فإن الحلول المقترحة لها عيوب كبيرة وبالأخص المناطق التي يحدث فيها تشوه ناتج عن عزم الفتل مما يؤدي إلى استخدام مواد أكثر أي (تكلفة ستكون أكبر).

الحل المقترح هو عرض نظام مغلق ومتوازن بشكل ثابت مكون من مواد مرنة أن مشدودة ودعامات (قوائم) صلبة (كما موضح في الشكل التالي) :



1- انابيب لنقل النفط

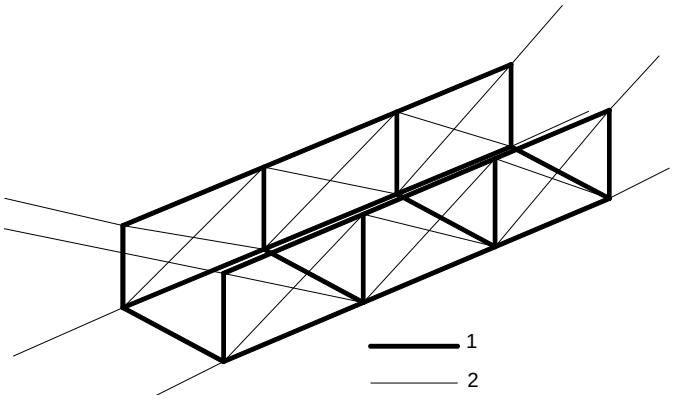
2- طرق مشاة

3- جسر عبور ذو مقطع منحني(مقوص)

4- مواد مرنة (حبال)

5- قوائم

يبين التطبيق العملي لعناصر التصميم المرنة بأن جسر السيارات و المشاة يكوّن بنفسه نظام الثبات (الإستقرار) من خلال تغيير اتجاه الصلابة الأفقي و العمودي.



(1) مواد تصميمية صلبة

(2) مواد تصميمية مرنة

إن الحلول التي يعرضها الباحثون تقوم على سلسلة من الدراسات التجريبية تهدف لاستكشاف خصائص تشوه الحبال والتفكير لصناعة عناصر هيكلية مرنة .

وبالنظر إلى المتطلبات الخاصة للمستثمرين وهي استخدام تصاميم مختلفة بما فيها تصاميم مبتكرة لهذا النوع من المواد ، حيث استخدمت في البحوث التجريبية حبال مصنوعة من مواد طبيعية مثل السيزال والكتان والقنب والاصطناعية مثل : مادة البروبيلين و النايلون والحبال الحديدية .

و قد كانت التجارب الأولية للتشوه هي الاختبارات الميكانيكية لعينات من الحبال في ظروف مناخية مختلفة كمناخ أوكرانيا وليبيا وسورية ولمدى زمني طويل وذلك بتحميل جزء من الحبال حتى70٪من قدرتها الاستيعابية وتعليق الجزء الأخر بدون أي أحمال كما موضح في الصورة رقم (1) و(2)

صورة رقم (1)

صورة رقم (2)

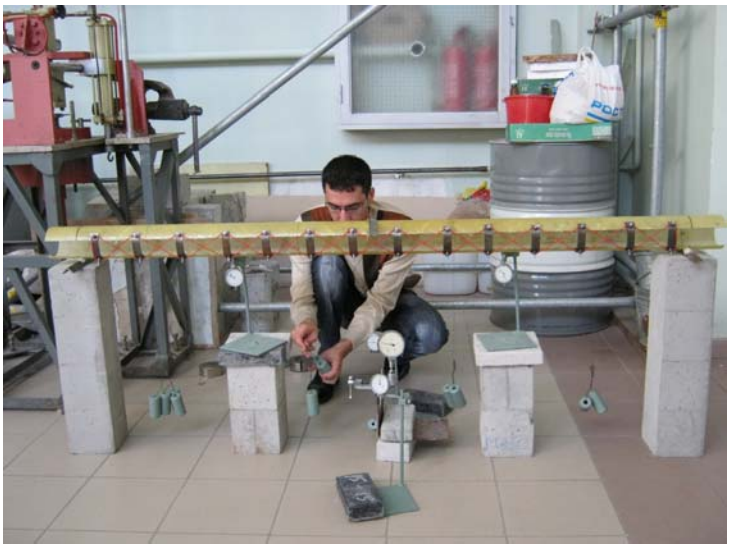
وبعد سنة أجريت الإختبارات الميكانيكية على هذه الحبال التي أجريت عليها التجارب الأولية ، فأعطت تحليلاً بصفة عامة يمكن تلخيصه على النحو التالي:

1- خصائص التشوه للمواد تختلف اختلافا كبيرا من حيث الوقت و اعتمادا على مستوى التحميل على المدى الطويل .

2- بعض المواد غير قادرة فعليا العمل لفترة طويلة .

3- عند اختيار مواد البناء للعناصر الهيكلية المرنة يجب توفر فيها الكثير من الصفات بما في ذلك عامل الوقت و العوامل الاقتصادية .

و كجزء من الأبحاث أجريت الاختبارات النموذجية لجسر منحني الأضلاع ذو المقطع المفتوح مع عناصر مرنة (حبال) كما موضح في الصورة رقم (3)



صورة رقم (3)

الخلاصة

نتائج الأبحاث أكدت امكانية وجدوى استخدام التراكيب الهيكلية للعناصر المرنة .

المراجع

[1]. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – С. 12-47.
[2]. Ахмади Мофтах . Методика определения компонентов напряженно-деформированного состояния конструктивных композиций с усилениями гибкими элементами Ахмади Мофтах Науковий вісник будівництва: зб. наук. праць. – Х.: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2009. – С. 175-179.
[3]. Аргирос Д. Матричная теория статики конструкций. Современные методы расчета сложных статически непреодолимых систем Д. Аргирос. – Л., 1961. – С. 372-296.
[4]. Авторское свидетельство СССР № 1541179. Пролетное строение открытого несимметричного профиля для грузоподъемного крана А.И. Бе-лопольский, Г.Ф. Скала, В.С. Шмуклер, К.З. Ягудин (СССР) Официальный бюллетень Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР. – М.: Всесоюзный научно-исследовательский институт патентной информации. – 1990. – № 5. – С. 115.
[5]. Shen C.Y. Frager W. Resent development in optimal struktural design. Appl. Mech. Rev. 1968. vol. 21. – № 10.
[6]. Vasintynski Z., Brand A. The present state of knoweledge in the field of optimum design of structures. Appl. Mech. Rev. vol. 16. № 5. 1963.
[7]. V.S. Shmukler, Evolutionist approach in rationalization of building structures. ISEC-03 Third International structural Engineering and construction Conference,
Shunan, Japan, 2005.
[8]. V.S. Shmukler, About One Possibility of Compromise-Criterion Construction in Structure Parameter Rationalization Task Dundee, Scotland, 2008.