[Mansoura Engineering Journal](https://mej.researchcommons.org/home)

Volume 29 | Issue 4 Article 9

1-17-2021

Analysis of Shear Core Members Cast in Place in High Rise Buildings.

Abd El-Rahman Issa
Structural Engineering Department., Faculty of Civil Engineering., Al-Baath University., Syria

Recommended Citation

Issa, Abd El-Rahman (2021) "Analysis of Shear Core Members Cast in Place in High Rise Buildings.," *Mansoura Engineering Journal*: Vol. 29 : Iss. 4 , Article 9.
Available at: https://doi.org/10.21608/bfemu.2021.140469

Mansoura Engineering Journal, (MEJ), Vol. 29, No. 4, December 2004. C. 53

حل جوائز نواة القص المصبوبة بالمكان
في الأبنية العالية

ANALYSIS OF SHEAR CORE MEMBERS CAST IN PLACE IN HIGH RISE BUILDINGS

د/ عبد الرحمن عيسى – قسم الهندسة الإنشائية – كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث – سوريا

Abstract:

This research was conducted to elucidate the role of shear core members in resisting horizontal forces in high rise buildings. The structural analysis of such forces and the stresses created in the different elements due to these forced are extensively investigated and definite conclusions were reached.

ملخص البحث:

إن التطور السريع تطلب البحث عن المزيد من مواد وتقنيات عالية و تركز السكان في المدن أدى إلى توسع أفقي وقلص المساحات الخضراء وساعد الحكومات إلى التوجيه نحو الأبنية العالية. هذه الأبنية يمكن أن تخدم لأهداف كثيرة لفترات طويلة (أبنية سكنية) لفترات قصيرة (فنادق – مستشفيات) إضافة إلى الأغراض التجارية والإدارية.

ولما كان لنواة القص المركزية الدور الهام في الأبنية العالية تضمن بصلابتها قوة وسلامة الهيكل الإنشائي هذا البحث يهدف لحساب القوى المحورية في نواة القص المصبوبة في المكان من جراء تعرضها للحمولات الأفقية واقتراح الطريقة لحلها.

الرموز والمصطلحات

ارتفاع الطابق	h
طول جائز الفتحة	ℓ
المسافة بين مركزي نقل الجذعين i, p	f_{ip}
صلابة جائز العتبة على الانعطاف للجذعين i , p	B
عامل يحدد مقدار الازاحة في العتبات	γ
عامل حدي لتخفيض عامل الانتقال في حالة التشققات	γ_u
قوة القص للجذع i,p	$Q_{i,p}$
عزم الانعطاف الحدي	M_u
عامل الليونة الحدي	S_u
زاوية الانحناء	α
الانتقال	Δ
ارتفاع جائز الفتحة	d
انتقال أفقي	Δ
لا مركزية	e
معامل يونغ E عزم العطالة	I
مقدار زاوية الدوران في الوثاقات الوهمية	φ_i
عزم الانعطاف في الجائز من زاوية دوران أحادية في المساند	M
عزم الانعطاف في الجائز من انتقال المساند مقدار $\Delta i(x)$	M
عدد طوابق البناء	N
مقدار انتقال جوائز الفتحات	δ
مجاز السقف ويحدد من شروط الوثاقة	ℓ_F
الصلابةالبدائية للأسقف	$(EA_{red})_F$

١ – مقدمة:

تلعب نواة القص دوراً هاماً في الأبنية العالية التي تؤمن صلابة ومتانة المنشأ بكامله وحساب القوى المحورية تؤدي بدورها لتخفيض قيمة العزوم في جدران النواة وتسمح بتقليل المواد المستخدمة كالحديد

Accepted December 19, 2004.

وغـــيره مـــن المـــواد التي يتم استيرادها واستخدامها وبالتالي تخفيض التكلفة الاقتصادية للمنشأة.

٢- موجز عن التحليل الإنشائي للأبنية العالية:

إن تحلـــيل مخـــتلف الطرق للعناصر الحاملة للأبنية العالـــية بوجود نواة وجدران قص يسمح بوجود عدة طرق وحلول:

النوع المنقطع. النوع المستمر. النوع المختلط.

ودقـــة هذه الحلول يتعلق بدقة المعطيات والفرضيات والأكـــثر وانتشـــاراً للحساب هو النوع المختلط الذي تحسب العناصر الشاقولية الحاملة للهيكل بشكل متقطع وباتصالات مركزة موزعة بصورة منتظمة ومتقطعة علـــى طول ارتفاع النواة. الشكل/١/. هذا النوع من الحلول يسمح بحساب عيوب ونواقص النوعين الأول والثانـــي وقـــد وضـــعت هذه الطريقة من قبل العالم درازدوف أ. ف. ب. تظهـــر التشـــققات فـــي جوائز وفـــتحات الأبنـــية (لـــنواة القص) عند تعرضها إلى حمولات أفقية كبيرة. محدثة انتقالات أفقية في جدران النواة وجوائزها وتؤدي بدورها إلى ظهور التشققات.

٣- حساب القوى المحورية:

نحســـب القوى في المرحلة المرنة الذي نحصل منها علـــى قـــوى القص الأعظمية Q في جوائز الفتحات ومنها نجرب هل ظهرت التشققات أم لا ومن شروطها الحدية (رموز ومصطلحات):

$$M_n = \frac{\bar{Q}_{ip}\ell_{ip}}{2} = \frac{Q_{ip}\ell_{ip}h_f}{2} < M_u \quad (1)$$

بدايـــة يتم الحساب في المرحلة المرنة وندقق حساباتنا ظهـــرت التشققات أم لا. ففي حالة عدم وجودها يعني هـــذه القـــوى غير موجودة وفي حالة وجودها نكرر الحســـاب ونحدد الخواص الحدية لجميع العناصر في جوائز الفتحات منها خواص الليونة الحدية :

$$S_u = \frac{h\ell\gamma\gamma_u}{12B}, \quad \gamma = 1 + 2.95\left(\frac{d}{\ell}\right)^2 + 0.02\left(\frac{d}{\ell}\right) \qquad (2)$$

ثانـــياً: نحسب نواة القص بإدخال مكان S_u المحسوب من المعادلة:

$$S_u = \frac{h\ell\gamma\gamma_u}{12B} \qquad (3)$$

العامل الحدي S_u نحصل على قيمة جديدة لقوة القص Q وزاويـــة انحناء جدار النواة α_2 تحدد من التغيرات التي تحدث من وانتقال العتبات والجدران المتجاورة.

$$\alpha_2(x) = S_u Q_{ip}(x) \qquad (4)$$

ونحدد أيضاً:

$$\alpha_2(x) = S_u Q_{ip}(x) - \frac{\delta}{\ell} \qquad (5)$$

من5.4 نحصل:

$$\delta = S_u Q_{ip} \ell \qquad (6)$$

ومن الشكل (a-2) نجد أن:

$$\frac{\Delta}{d} = \frac{\delta}{\ell + \Delta} \Rightarrow \quad \Delta^2 + \Delta\ell - d\delta = 0$$

ونحصل على الانتقال الأفقي:

$$\Delta = \frac{\sqrt{\ell^2 + 4d5} - \ell}{2}$$

بوضعها في (6):

$$\Delta(x) = \frac{\sqrt{\ell^2 + 4dS_uQ_u\ell} - \ell}{2} \qquad (7)$$

فـــإذا كانـــت الـــنواة بدون أسقف داخلية فإن مقاومة الانـــتقال الأفقي في هذه الحالة يتم من جدران النواة، $\Delta(x)$ المحســـوبة مـــن (7) تعتـــبر مســـاوية لانتقال الجذعين"P" و "I".

$$\Delta_{(x)} = \Delta_{P(x)} + \Delta_{I(x)}$$

و

$$\Delta_{(x)} = \frac{(E_{...})}{EI_{...}}.\Delta(x)$$

7-a

في حالة الجدران المتساوية

$$\Delta_i(x) = \frac{\Delta(X)}{2} = \frac{\sqrt{\ell^2 + 4dS_u Q_{ip}\ell} - \ell}{4}$$

مــن القــيمة $\Delta_{i(x)}$ للجــدار (i) والذي يمكن اعتباره كجائــر مســتمر موثوقــة من طرف وانتقال معطى لمساندة شكل (3-a). ومن طريقة الانتقالات:

$$\begin{aligned} & M'_{11}\varphi_1 + M'_{12}\varphi_2 + \text{------} + M'_{1,n-1}\varphi_{n-1} + M'_{1c} = 0 \\ & M'_{21}\varphi_1 + M'_{22}\varphi_2 + \text{------} + M'_{2,n-1}\varphi_{n-1} + M'_{2c} = 0 \\ & M'_{n-1,1}\varphi_1 + M'_{n-1,2}\varphi_2 + \text{------} + M'_{n-1,n-1}\varphi_{n-1} + M'_{n-1,c} = 0 \end{aligned} \qquad (8)$$

تحدد هذه المقادير تحدد بالقيم التالية:

$$M^{\cdot}_{ic} = \frac{8EI}{h} \quad , \quad M^{\cdot}_{ik} = \frac{2EI}{h} \quad ,$$

$$M^{\cdot}_{1,n-1} = \frac{7EI}{h} \,, \; M^{0}_{ic} = \frac{6EI}{h^2}$$

$$M^{0}_{2c}\,\frac{6EI}{h}(\Delta_1 - \Delta_3) \;,$$

$$M^{0}_{n-1,c} = \frac{3EI}{h^2}(2\Delta_{n-2} - \Delta_{n-1} - \Delta_n)$$

تحل مجموعة المعادلات ببرنامج (DEGLG) نحصل علــى φ_i و عــزوم الانعطاف والقوى الناظمية؛ في الجــدار (i) و رد فعــل المســاند التي تعتبر قوى محوريــة مجهولــة للطابق $H_{i(x)}$ وذراع تأثيرالقوى المحورية $e_{i(x)}$ يحدد كالتالي:

$$e_{ip(x)} = d - S_u Q_u \,.\, \ell \qquad (9)$$

مــن حساب هذه القوى فإن هذه عزوم الانعطاف في الجوائز تنقص بالقيمة التالية:

$$M_{n.w} = M_n - H_i e_{ip} = Q_u \frac{h.\ell_{ip}}{2} - H_i e_{ip} \quad (10)$$

وبالتالــي وبحســاب القــوى المحورية ينقص عزوم الانعطاف والقوى القاصة في نقاط الانتقال وتؤدي إلى زيــادة صــلابة نواة القص إلا أنه بانتقال الجوائز و المقاومــة التــي تــبديها جدران النواة. تحدث مناطق مضــغوطة تــؤدي إلى نقصان المقدار (Δ) القوى المحورية ومن مخططات تغيرات الجوائز:

$$\Delta_n = \Delta_i\left(1 - \frac{X_n}{d}\right) \quad (11)$$

حيــث X_n ارتفــاع المنطقة المضغوطة تحدد X_n من حساب القوى H وبدون حساب البيتون المضغوط:

$$X_n = \frac{H}{R_b t} \qquad (12)$$

وفــي حالــة التسليح المتناظر لجوائز الفتحات؛ ومن حســاب Δ_n بالمعادلــة (11) نحصــل علــى القوى المحوريــة نحسب مقدار (X_n) نحدد القوى المحورية مع حساب البيتون المضغوط H و $e_{(x)}$ وذراع تأثيرها يحدد:

$$e_n = d - S_u \,.\, Q_u b_u - X_n \qquad (13)$$

بعدهــا نحــدد عزوم الانعطاف في الجوائز وبحساب القــوى المحوريــة من 13 بوجود أسقف داخلية فإن القــوى المحورية من انتقال الجوائز تمتصها جدران النواة وأسقفها الداخلية تلعب دور مثبت ومانع للانتقال الأفقي.

ومــن (10) نحصل على قيمة جديدة لعزم الانعطاف وقوى القص في جوائز الفتحات :

$$Q_{u,cT} = \frac{2M_{n,ct}}{h\ell} \qquad (14)$$

$$\Delta_u(x) = \frac{\sqrt{\ell^2 + 4dS_u Q_{u,cT}\ell} - \ell}{4} \qquad (15)$$

وبحســاب البيــتون المضــغوط والانــتقال المتناظر للجدران في النواة:

$$\Delta_{h.p} = 2.\Delta_u\left(1 - \frac{X_n}{d}\right) \qquad (16)$$

وبافتراض أن الأسقف الداخلية تتعرض للشد من جراء انتقال العتبات بمقدار ($\Delta_{n.p}$) فإن القوى الناظمية في الأسقف تساوي:

$$H_F = \frac{\Delta_{n.p}}{\ell_F} = (EA_{red})_F \qquad (17)$$

و أن القــوى H_F تنــتقل إلى العتبات بذراع قدره e_F ونحدد من (9) وبوضع مكان Q_u القيمة $Q_{u.F}$ للأسقف وقــيمة عــزم الانعطــاف من جديد ينقص من جراء مساهمة الأسقف الداخلية في العمل مع العتبات:

$$M_{n.F} = M_{n.w} - H_F \ell_{ip.F} \qquad (18)$$

و تنخفض القوى القاصة في الجوائز بمقدار.

$$Q_{ip.F} = \frac{2M_{n.F}}{h\ell} \qquad (19)$$

حيث $\Delta_{i.n(x)}$ يساوي:

$$\Delta_{i.F(x)} = \frac{\sqrt{\ell^2 + 4dS_u Q_{ip.C}\ell} - \ell}{4} \qquad (20)$$

وبحساب البيتون المضغوط وبالانتقال المتساوي للجدران:

$$\Delta_{n.F} = 2.\Delta_{i.n}(x)\left(1 - \frac{X_n}{d}\right) \qquad (21)$$

في المرحلة الحدية لنواة القص بوجود أسقف داخلية فإن الانتقال الأفقي للجدران والأسقف يجب أن تكون متساوية وعند ذلك فإن المقدار الدقيق للقوى المحورية الممتص من الأسقف والجوائز يحدد من هذه الشروط. للجدران $H_{w,I,p}$ من خلال $\Delta_{i.n.F}$

$\Delta_{i.n.F} = \Delta_{i.F}(x)\left(1 - \frac{X_n}{d}\right)$. ، ارتفاع المنطقة المضغوطة يحدد من المساواة:

$$X_p = \frac{H_F + H_i(x)}{R_b t}.$$

للأسقف الداخلية:

$$H_F = \frac{\Delta_{n.F}}{\ell_F}.(EA_{red})_F \qquad (22)$$

وعزم الانعطاف النهائي والقوى القاصة الكلية في الجوائز تكون مساوية:

$$M_{n.p} = \frac{Q_u.h\ell}{2} - \left(H_{ip} + H_{F.p}\right)e_{i.p} \qquad (23)$$

$$Q_{i.p} = \frac{2M_{F.p}}{hl_{ip}} \qquad (24)$$

من (23): $e_{u.p} = d - S_u Q_{u.p}\ell - X_n$

ومن القيمة الجديدة لقوى القاصر في الجوائز نحدد القوى في الجدران والقوى الناظمية في الجدار (i) يساوي:

$$N_{i(x)} = \sum_{p=1}^{k}\int_0^x Q_{i.p}(x)d_x \qquad (25)$$

وهذه القوى تساوي إلى مجموع القوى لـ K انتقال لـ i جدار مهما كان عددها العناصر. والقوى الكلية المحورية تحدد في (i) جدار من المعادلات التالية:

$$R_{i(x)} = N_{i(x)} + P_{i(x)} \qquad (26)$$

وعزوم الانعطاف النهائية:

$$M_b = B_z\left(\frac{M'_z - \sum N_f Y_f}{B_z} + \frac{Z_i T}{B_{kr}}\right) \qquad (27)$$

$$M_{iz} = B_{iy}\left(\frac{M'_z - \sum_{f=1}^{m} N_f Y_f}{B_y} + \frac{Y_i T}{B_{kr}}\right) \qquad (28)$$

النتائج والتوصيات

١- إن استخدام الطريقة الهندسية المقترحة تؤدي إلى توفير المواد المستخدمة وذلك بتخفيض كمية العزوم التي بدورها تؤدي إلى تقليل المواد.

٢- إن إيجاد القوى المحورية تؤدي بدورها إلى معرفة العزوم بصورة نهائية في جوائز العتبات.

٣- إن إشراك القوى المحورية لجوائز للعتبات التي لم تشرك لوحظ دورها الهام في نواة القص وجدرانها.

٤- دقة الطريقة المقترحة تعتمد على دقة الفرضيات ولوحظ تطابقها مع عدة طرق مماثلة.

٥- إن طبيعة الوثاقة للأسقف الداخلية مع نواة القص لها دورها الكبير في مقدار الانتقال الأفقي.

المراجع

١. ب . د . ديميينف ؛ أن .إي . بريصنكوف . تصميم وحل الأبنية العالية مع نواة القص ، موسكو – ١٩٨٤.

٢. ب . ف . درازدوف ، أ . أ . خمراليف ، الجوائز المسبقة الإجهاد والفتحات في نواة وجدران القص للأبنية العالية؛ المؤتمر العاشر استوكهولم – موسكو؛ ١٩٨٢.

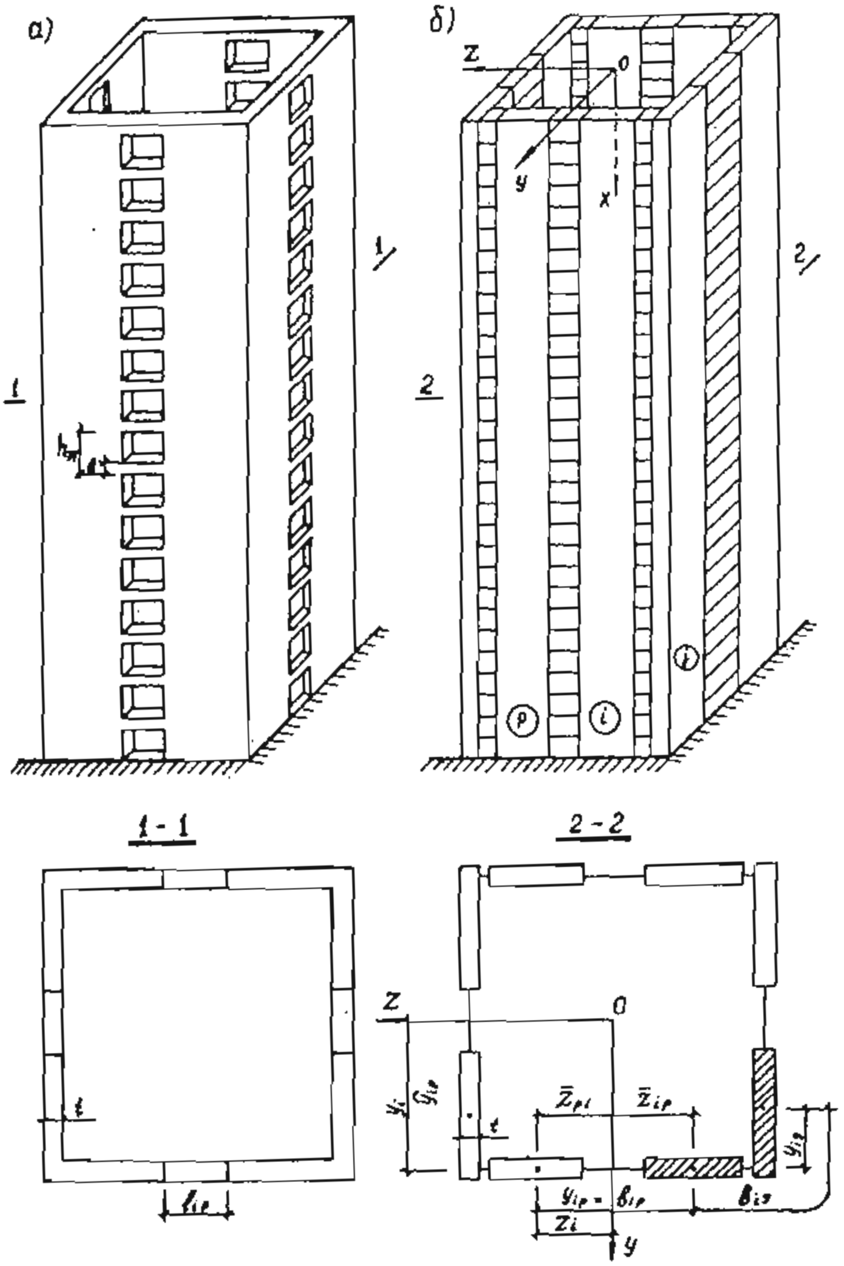
٣. ب . ف . درازدوف، أن .إي. سينين تقدير خواص العناصر لنواة القص المركزية؛ مجلة العمارة والبناء؛ موسكو – ١٩٨٣. عدد /١١/.

٤. ب . ف . درازدوف، أم . إي . دادونف ؛ أل . أل . بانشين أ . ل. صاروخانيان ؛ حل وتصميم عناصر الأبنية السكنية متعددة الطوابق؛ موسكو 1986.

٥. أن . إي . سينين . عيسى عبد الرحمن عبد الله ؛ حساب القوى المحورية لنواة القص المركزية في الأبنية العالية، مجلة البيتون والبيتون المسلح؛ موسكو 1992 عدد /١٢/.

٦. الكود الروسي لتصميم المنشأ: البيتونية 1986.

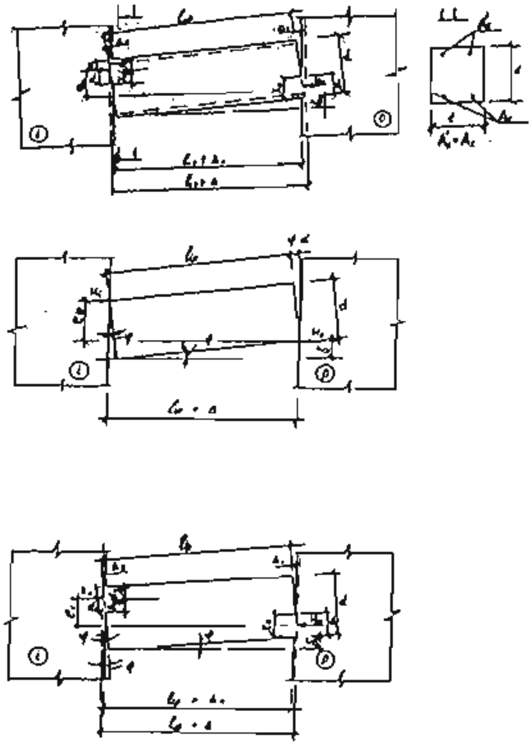
٧. الكود الأمريكي لتصميم المنشأ البيتونية 2002.



شكل (١) : حل نواة القص بالاعتماد على النموذج الظفري المستمر

أ- نواة القص الحقيقية

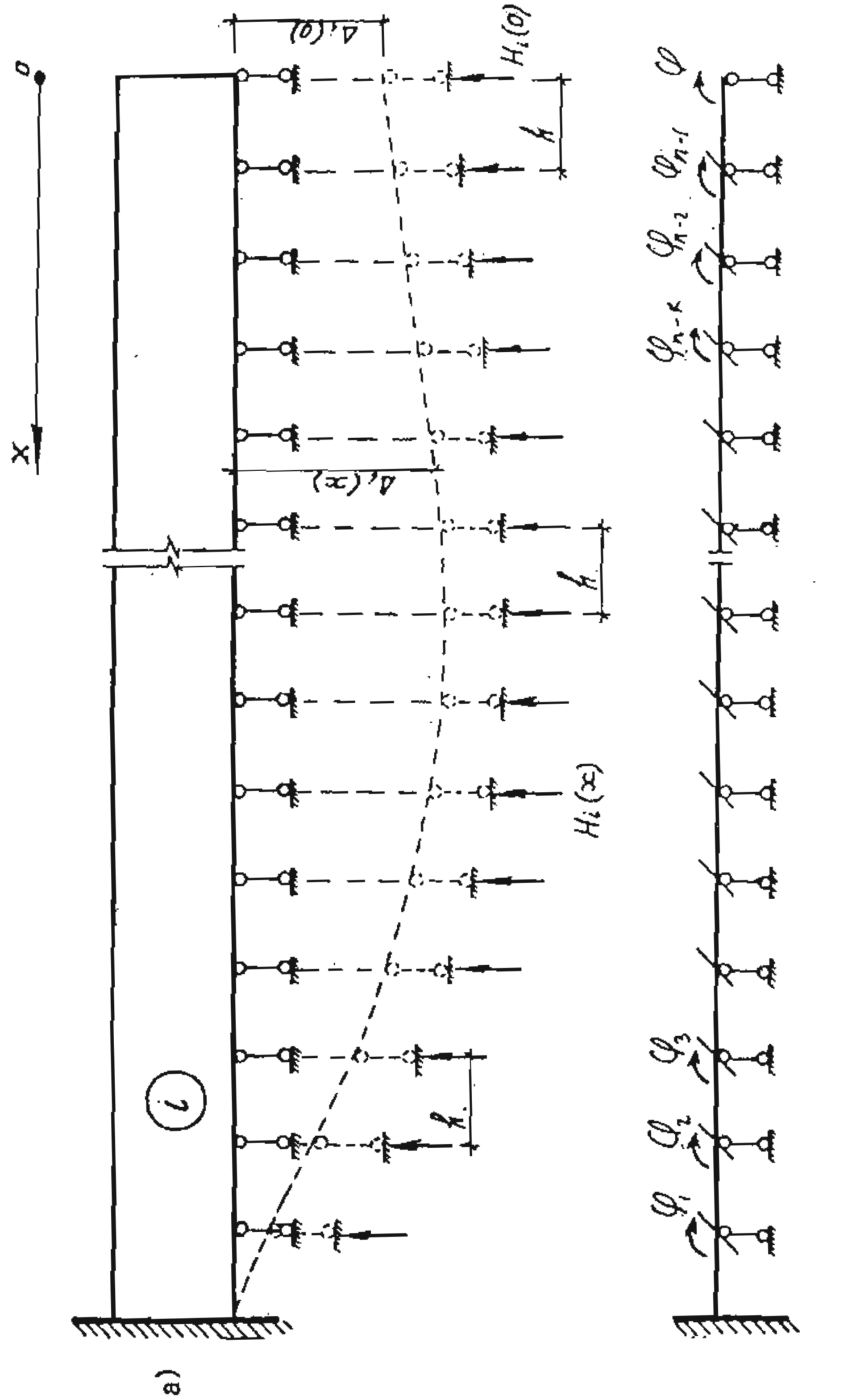
ب- شكل النموذج العام للحل



شكل التغيرات في الجسور

أ- بدون حساب البيتون المضغوط

ب- مع حساب البيتون المضغوط

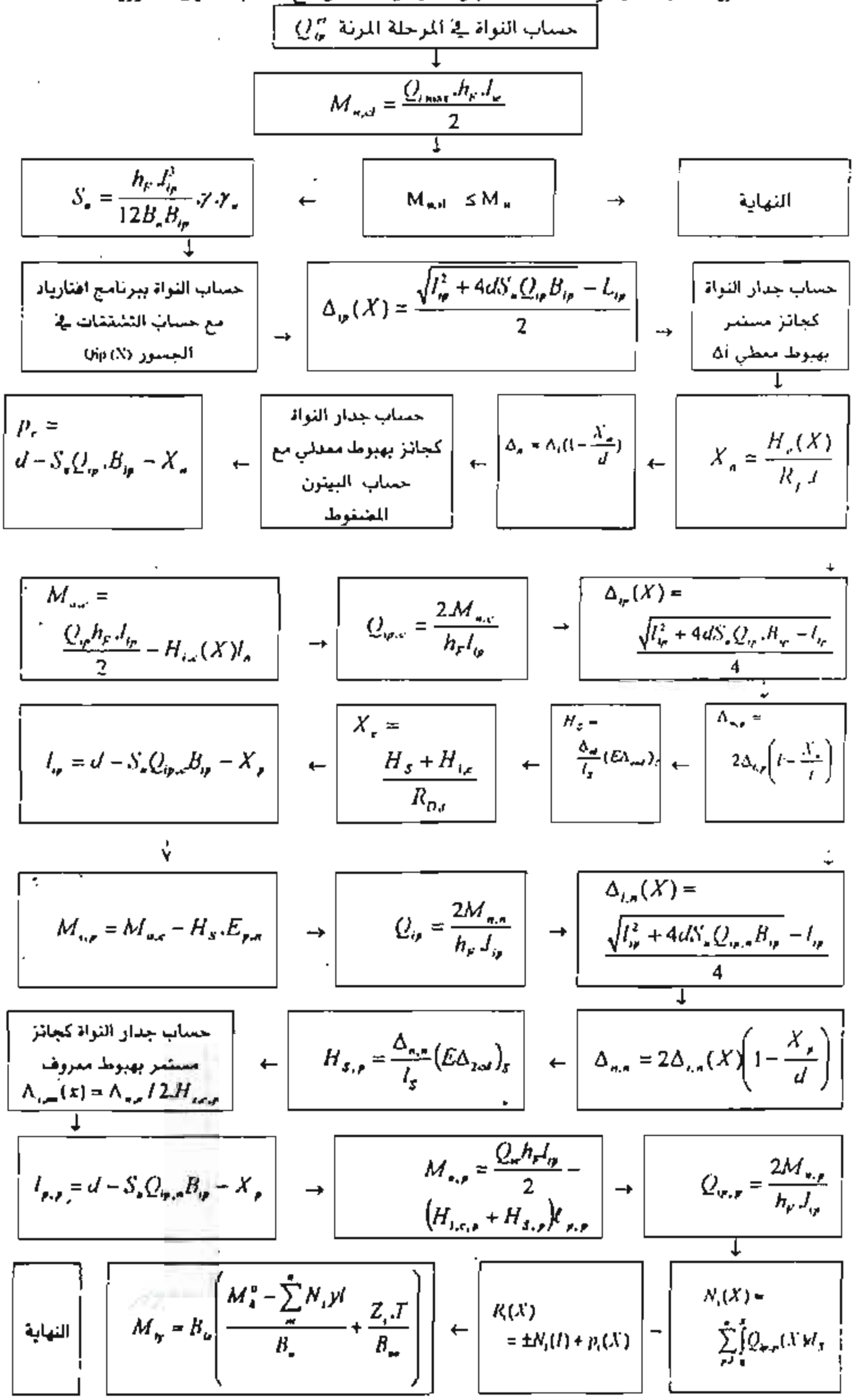


شكل (٣): الشكل العام لإيجاد القوى المحورية

أ- جدار النواة كجائز مستمر بانتقال معطى

ب- الشكل العام

الطريقة الهندسية والمخطط المنهجي لحل نواة القص مع حساب القوى المحورية



الشكل (٢-٤) الطريقة الهندسية والمخطط المنهجي لحل نواة القص مع حساب القوى المحورية

Mansoura Engineering Journal, (MEJ), Vol. 29, No. 4, December 2004. C. 61

استقرار المنشآت البرجية تحت تأثير الرياح والزلازل

STABILITY OF TOWER BUILDINGS UNDER THE EFFECT OF WIND AND SEISMIC FORCES

د/ عبد الرحمن عيسى – قسم الهندسة الإنشائية – كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث – سوريا

Abstract:

This research includes an extensive investigation regarding the stability of tower structures with different cross sections and different forces acting along their heights. The main acting forces taken into consideration in this study are the wind and the seismic forces.

ملخص البحث:

أكثر المشاكل تعقيداً حساب المنشآت البرجية كأبراج الإذاعة والمداخن والأبنية العالية أثناء تعرضها للرياح والزلازل أو الحمولات الديناميكية .هذا البحث يتألف من :

دراسة استقرار المنشآت ذات المقطع والحمولة المتغيرة وعزم العطالة المتغير على كامل ارتفاع المنشأة، إيجاد المخطط المنهجي لمصفوفة العناصر ذات المقطع والعطالة المتغيرين للعناصر المنعطفة والمعرضة للانعطاف تحت تأثير مختلف الحمولات الأفقية (كالرياح والزلازل).

الرموز والمصطلحات :

g. تسارع الجاذبية الأرضية

h- ارتفاع الطابق (الارتفاع المتدرج) للكتل المختلفة .

N- محصلة القوى الناتجة عن رد فعل التربة والتي قيمها مساوية لجميع الحمولات الشاقولية المؤثرة على المنشأ

e- لا مركزية القوة الناتجة عن رد فعل التربة

m_i- الكتل محسوبة من أسفل المنشأة

I_0- عزم عطالة كتلة الأساس بالنسبة لمحور دورانه

□- زاوية الدوران للأساس أو ميلانه

I_ϕ عزم عطالة الأساس بالنسبة لثقله

Yj,I- الانتقال الأفقي الناتج عن حركة الكتل بالهتزاز الأكثر شدة

v- عامل يتعلق بالقوة الحدية.

EI- صلابة المنشأ

V- شعاع القوة لــ G وزن بالنسبة لمركز ثقله

V_u^0 القيمة الحدية لشعاع القوى لمختلف قيم KI_ϕ

M_{u0} العزم الحدي لرد فعل الأساس

C_1,C_2 عاملان لمرونة ولدونة الأساسات

$\overline{X}$ مصفوفة التحويل التي تعتبر دالة Xi للقيم $\varphi^0 M^0 Q^0$

B مصفوفة الصلابة للعناصر الموافقة للمعادلة (٤).

دراسة تطبيقية :

استقرار المنشآت البرجية المنعطفة ذات المقطع المتغير والعطالة المتغيرة تحت تأثير الحمولات الأفقية:

من أهم المشاكل وأكثرها تعقيداً حساب استقرار المنشآت البرجية والأبنية العالية عند تعرضها لتأثير الزلازل أو تعرضها لحمولات ديناميكية غالباً تطبق الطريقة التي تتم فيها المقارنة بين عزم الوثاقة وعزم الانقلاب لهذه المنشآت والتي لا يمكن معرفة شدة الموجة بشكل دقيق ولا نستطيع حساب ومعرفة هذه التغيرات بشكل كامل تحت أساساتها والتغيرات الحاصلة فيها بين المنشآت وأساساتها بشكل دقيق (١). هذا البحث يقدم دراسة كاملة عن الاستقرار المرن للمنشآت ذات المقطع المتغير تدريجياً وأساساتها الخاضعة لحمولات شاقولية وأفقية بنفس الوقت مع

Accepted December 19, 2004.

أساساتها (١).ولدراسة منشأة مؤلفة من n طابق وبارتفاع كلي H بـ m_i كتلة وزنها بـ G_i من i = 1 إلى i = n وخاضعة لتأثير الاهتزاز في حالة الاستقرار فإنها تهتز باهتزاز حر و انتقالاتها الأفقية والشاقولية لكتلها في كل طابق أو مستوي تحدد من العلاقة التالية (١):

$$y_j(t) = p_{ji}y_{11} + p_{j2}y_{12} + \ldots\ldots + p_{jn}y_{in}$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \frac{\rho_{j1}(S_1 + S_2.\rho_{2i} + \ldots\ldots + S_n\rho_{ni})}{w_i.(m_1 + m_2\rho_{2i}^2 + \ldots\ldots\ldots + m_n\rho_{ni}^2)} Sin\omega_{in}t$$

(1)

وشدة الاهتزاز بكل مستوي S_1 ، S_2 ،

S_n ,.........، : وعدد مرات الاهتزاز .

$$\omega_1 - i^{nR} \text{ و}$$

$$\rho_{ji} = \frac{y_{ji}}{y_{ii}}, \ \rho_{ii} = 1$$

y_{ji}: الانتقال الأفقي الناتج عن حركة الكتل m_j بحالة الاهتزاز الأكثر شدة ، وليكن i_1 ولإيجاد معادلة التوازن الديناميكي نحسب قوى التخامد بإيجاد عزوم الانعطاف لجميع هذه القوى المحددة من الشكل(١). بالنسبة لمركز ثقلها (٠) بالنسبة لمركز ثقل الأساس.

$$\sum_{i=1}^{n} G_i y_i(t) - \sum_{i=1}^{n} ih\frac{G_i}{g} y_i(t) - I_0\ddot{\theta}(t) - Ne(t) = 0 \quad (2)$$

و العزم الناتج عن رد فعل التربة يعتمد خطياً على زاوية الدوران

$$Ne(t) = KI_{\phi}\theta(t)$$

وعند ازدياد زاوية دوران الأساس مع المنشاة فأن مخطط الاجهادات لرد فعل الأساس على المنشاة يتغير من شكل مستطيل إلى مثلثي وفي هذه الحالة فان الأساس ينفصل عن جسم المنشاة بسبب اختلاف الصلابة بين المنشأ والأساس وعن تغير العلاقة بين العزوم لرد الفعل الناتج عن التربة. وزاوية الدوران للأساس وتصبح غير خطية، وكذلك الأمر بالنسبة للأساسات المستطيلة الشكل في مستويها ، فإذا كانت أبعاد الأساس a,b و b بعد الأساس في اتجاه تأثير العزم وعندما التي يكون:

$$Ne > \frac{1}{3} M_u^0 \quad \text{و}$$

$$M(\theta) = N\frac{b}{2} - \frac{N}{3}\sqrt{\frac{2M}{\theta aK}} \qquad (3)$$

و $M_u^0 = N\frac{b}{2}$ ، ولإيجاد المخطط الأولي $M(\theta)$ نأخذ القيمة ما بين θ و M مساوية لـ $M \le 0.6M_u^0$ بالمعادلة (٣) وبتعويضها في (٢) لـ قيمة الانتقال $y_{i(t)}$ بـ (١) و Ne(t) بضربها في (٣) فالمعادلة العامة تصبح[٣]:

$$= \sum_{i=1}^{n} \frac{(S_1 + S_2\rho_{2i} + \ldots\ldots + S_n\rho_{ni})(G_1 + G_2\rho_{2i} + \ldots\ldots + G_n\rho_{ni})}{w_i(m_1 + m_2\rho_{2i}^2 + \ldots\ldots + m_n\rho_{2i}^2)} Sinw_it$$

$$+\frac{h}{g}\sum w_i \times \frac{(S_1 + S_2\rho_{2i} + \ldots\ldots + S_n\rho_{ni})(G_1 + 2G_2\rho_{2i} + \ldots\ldots + nG_n\rho_{ni})}{(m_1 + m_2\rho_{2i}^2 + \ldots\ldots + m_n\rho_{2i}^2)} Sinw_it$$

$$I_0\ddot{\theta}_{(t)} - KI_{\phi}\theta(t) = 0$$

وبحل هذه المعادلة تكون التغيرات:

$$\theta = C_2 Cos(\sqrt{\frac{KI_{\phi}}{I_0}}t) + C_1 Sin(\sqrt{\frac{KI_{\phi}}{I_0}}t) +$$

$$+\frac{S}{I_0}\sum_{j=1}^{n}\left[G_i \times \sum_{i=1}^{n} \frac{\rho_{ji}\alpha_1 + \rho_{1i}\alpha_2 + \ldots\ldots + \rho_{ni}\alpha_n}{w_i(m_1 + m_2\rho_{2i}^2 + \ldots\ldots + m_n\rho_{ni}^2)} \times \frac{1 + i\frac{h}{g}w_i^2}{K\frac{I_{\phi}}{I_0} - w_i^2} Sin(w_it)\right]$$

$$\alpha_1 = \frac{S_1}{S}, \alpha_2 = \frac{S_2}{S}, \ldots\ldots\ldots\ldots, \alpha_n = \frac{S_n}{S} \quad \text{و}$$

لإيجاد سرعة دوران الأساس نشتق:

$$\theta^{\cdot} = -\sqrt{\frac{KI_{\phi}}{I_0}}.C_1 Sin\left(\sqrt{\frac{KI_{\phi}}{I_0}}\cdot t\right) + \sqrt{\frac{KI_{\phi}}{I_0}}.C_2.COS\left(\sqrt{\frac{KI_{\phi}}{I_0}}.t\right)$$

$$+\frac{S}{I_0}\sum_{i=1}^{n}\left[G_i\sum_{i=1}^{n}\rho_{ji}\frac{\alpha_1 + \alpha_2\rho_{2i} + \ldots\ldots + \alpha_n\rho_{ni}}{m1 + m2\rho_{2i}^2 + \ldots\ldots + m_n\rho_{ni}^2}.\frac{1 + i\frac{h}{g}w_i^2}{\frac{k_{\phi}I_{\phi}}{I_0} - w_i^2}.Cos(w_it)\right]$$

عندما: θ = 0 و t = 0 ⇐ $C_1 = 0$

$$yi = S\sum_{i=1}^{n} \frac{\rho_{ji}(\alpha_1 + \alpha_2\rho_{2i} + \ldots + \alpha_n\rho_{ni})}{m_1 + m_2\rho_{2i}^2 + \ldots\ldots + m_n\rho_{ni}^2}.Cos.w_it = 0$$

يكون $\dot{\theta} = 0$ وبالتالي C2=0 :

ويكون الشكل النهائي للمعادلة بتعويض C_1, C_2 في المعادلة (θ) :

$$\theta = \frac{S}{I_0}\sum_{j=1}^{s}\left[G_j\sum_{i=1}^{n}\frac{\rho_{ji}}{w_i}\,\frac{\alpha_1+\alpha_2\rho_{2i}+\ldots\ldots+\alpha_n\rho_{ni}}{m1+m2\rho_{2i}^2+\ldots\ldots+m_n\rho_{ni}^2}\times\frac{1+I\frac{h}{g}w_i^2}{\frac{k_\phi I_\phi}{I_0}-w_i^2}\,Sin(w_i t)\right]$$

(5)

وبتبديل المشتق الثاني للمعادلة ب (٥) وباعتبار أ ن:

$$KI_\phi\theta_{(t)} = 0.6M_u^o$$

تكــون قــيمة الحمولــة الــناتجة عن الاهتزاز (قوة الاهتزاز)

$$S = 0.6M_u^o\sum_{j=1}^{s}\left[G_j\sum_{i=1}^{n}\frac{\rho_{ji}}{w_i}\,\frac{\alpha_1+\alpha_2\rho_{2i}+\ldots\ldots+\alpha_n\rho_{ni}}{m1+m2\rho_{2i}^2+\ldots\ldots+m_n\rho_{ni}^2}\times\frac{1+I\frac{h}{g}w_i^2}{1-w_i^2\frac{I}{KI_\phi}}\,Sin(w_i t)\right]$$

(6)

وللحصــول علــى القــيمة الحدية SU وذلك بتحويل صلابة المنشأة وتخفيض قيمة القص مع اعتبار التابع M(□) غــير خطي ومن الضروري معرفة وتحديد القــيمة الصغرى لمختلف أشكال وأنواع الاهتزاز في مخــتلف الاتجاهات وأخذ قيم صغيرة لهذه المتحولات وليكــن Sin(wit)=1 مادامــت تلائم القيمة العظمى للانــتقال ودوران المنشــأة في حالة التوازن وحساب شكل الاهتزاز من I حتى m وتكتب المعادلة (6) مع الأخذ بعين الاعتبار القيم المنوه عنها بالشكل التالي :

$$S_u = 0.6M_u^o\sum_{j=1}^{s}\left[\frac{m_j}{m_1}\sum_{i=1}^{n}\frac{\rho_{ji}}{w_i}\times\frac{\alpha_1+\alpha_2\rho_{2i}+\ldots\ldots+\alpha_n\rho_{ni}}{1+\frac{m_2}{m_1}\rho_{2i}^2+\ldots\ldots+\frac{m_n}{m_1}\rho_{ni}^2}\times\frac{y+Ihw_i^2}{1-\frac{w_i^2 I_0}{KI_\phi}}\right]$$

(7)

وفــي الحالــة المنشــأ بكتلة وحيدة تحدد من العلاقة التالية:

$$v = h\sqrt{\frac{G}{EI}}$$

$$S_u = 0.6M_u^o\sqrt{\frac{1}{hg\frac{1}{\frac{v}{tgv}-\frac{v}{v_u^n}}-1}}\times\left[1-\left(\frac{v}{tgv}-\frac{v}{v_u^n}\right)\left(1+\frac{I_0 g}{v_u^n h}\right)\right]$$

المخطط المنهجي لمصفوفة صلابة العناصر الرئيسية ذات المقطــع المتغــير تدريجياً والأساسات المتغيرة العطالة :

مــن أهــم الطــرق المســتخدمة في حالة العناصر المعرضـــة للانعطاف وخصوصاً أبراج الإذاعة عند تعرضــها لتأثير الزلازل والرياح والمنشآت البرجية والأبنــية العالية [5] هي الطريقة التالية. هذه الطريقة مقــترحة لمــثل هذه المنشآت وبالأخص ذات المقطع المتغير تدريجياً والكتل والصلابة المتغيرة على كامل المنشــأة تلك المنشآت تتغير كتلها بتغير ارتفاعها وفي كــل مســتوي من مستوياتها ولحساب الاهتزاز فإنه يمكــن اســتخدام طريقة مصفوفة الصلابة لتلك القيم وعناصــرها الأساســية[3]. وتمت دراسة الاهتزاز الخارجــي المؤثــر لهــذه المنشآت وليكن n عنصر بمحــاوره المتغيرة في مستوياته المختلفة ويؤثر عليه اهــتزاز خارجــي كالزلازل أو الحمولات الديناميكية [6] وكانــت الصــلابة وكــتل هذه الأجسام متغيرة بالقانون التالي :

$$E_J I_{J0}\left(\frac{X}{l_{ja}}\right)^{v+2} \quad , \quad m_j(x) = m_{jo}\left(\frac{x}{l_{ja}}\right)^{v} \qquad (8)$$

v: بدون قيمة دليل القوة الجبرية .

l_{ja} : قيم الإحداثيات بالنسبة لمحور السينات متناسبة مع القيمة الأولية لهذا المقطع .

وفــي الأجزاء السفلية المثبتة بالأساس أو على قواعد صلبة أو مستندة بشكل مرن على ترب مرنة وتحدث انتقالاً ودوراناً نسبياً فإن قيم الانتقالات الأفقية وزاوية الــدوران وعــزوم الوثاقــة وقــوى القص تحدد من العلاقات التالية :

$$M_1 = -\varphi_1 C_2 \quad - \quad Q = -Y_1 C_1 \quad (9)$$

C_1, C_2 عــاملان لمــرونة ولدونة الأساسات ويمكن تحديد هذه القيم كالتالي:

١- إن المعادلة التفاضلية لاهتزاز المقاطع المعرضة لانعطــاف والمنعطفة تحت تأثير حمولات أفقية تكتب على الشكل التالي :

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2}[EI(x).\frac{\partial^2\omega}{\partial x^2}]+m(x)\frac{\partial^2\omega}{\partial x^2} = q^{e^{ipt}} \quad (10)$$

وبالاعتماد على قيمة الاهتزاز :

$$\omega = Y(x)e^{ipt} \qquad (11)$$

يكون:

$$\frac{d^2}{dx^2}\left[EI\frac{d^2y}{dx^2}\right]-m(x)p^2Y=q \quad (12)$$

وهذه المعادلة بعد تغير لحظي يمكن كتابتها بمساواتين وذلك قبل وصول قيم العناصر لحد السيلان.

$$L(u)\pm u=\mp\frac{F}{2} \quad (13)$$

وأن:

$$L=\frac{d^2}{d\beta^2}+\frac{1}{\beta}\cdot\frac{d}{d\beta}-\frac{\nu^2}{\beta^2}\quad,\quad \beta=2b\sqrt{x}$$

$$,\quad b^4=\frac{m_0P^2\ell_a^2}{EI_0}$$

$$u=\beta^{\nu}.y\quad,\quad F=\frac{\ell_a^{\nu}(2b)^{2\nu}q}{m_0P^2\beta^{\nu}}$$

إن الانــتقالات وقوى الوثاقات الناتجة عن الانتقالات الجديدة تأخذ القيم التالية:

$$Y=\beta^{-\nu}.Y_0\quad,\quad \varphi=b^2\frac{\varphi_0}{\beta^{\nu+1}}$$

$$M=\frac{EI_0\beta^{\nu+2}}{\ell_a^{\nu+2}4(2b)^{2\nu}}.M^0,$$

$$Q=\frac{EI_0\beta^{\nu+1}}{\ell_a^{\nu+2}8(2b)^{2\nu-2}} \quad (14)$$

$$Q^0=\left(\frac{d}{d\beta}-\frac{\nu}{\beta}\right)L(U),$$

$$M^0=\left[L-\frac{2(\nu+1)}{\beta}\left(\frac{d}{d\beta}-\frac{\nu}{\beta}\right)\right] \quad (15)$$

و المنظومة تبدي خواص المصفوفة الأحادية لعناصر المعادلــة وصــول قيم العناصر لحدود السيلان وذلك عــندما تكون $\beta=a$ بالنسبة لجميع العناصر تكتب المعادلة على الشكل التالي:

$$X_{2,4}=\pi q/4\left\{-Y_K(\beta)I_K(a)+I_K(\beta)Y_K(a)-2\pi^{-1}\left[K_K(\beta)I_K(a)-I_K(\beta)K_K(a)\right]\right\} \quad (16)$$

حيث أن القيم :

X_4 : تقبل الرمز أو الدليل $K = v$.

X_2 : تقــبل الرمــز أو الدليل $K = v + 2$ في حالة استخدام المنظومة الأسطوانية المستقلة.

لــندخل مصفوفة الصلابات لهذه القيم والمقادير والتي هي على الشكل التالي:

$$,\vec{V}=\begin{bmatrix} y\\ \varphi\\ M\\ Q\end{bmatrix}$$

$$\vec{X}=\begin{bmatrix} X_1 & X_2 & X_3 & X_4\\ X_4^{\nu+1} & X_1^{\nu+1} & -X_4^{\nu+1} & X_3\\ X_3^{\nu+1} & X_4^{\nu+2} & X_1^{\nu+1} & -X_2\\ -X_4^{\nu+1} & X_3^{\nu+1} & X_4^{\nu+1} & X_1\end{bmatrix}$$

$$\tilde{V}^{\rightarrow}=\begin{bmatrix}\tilde{Y}_{(\beta)}\\ \tilde{\varphi}_{(\beta)}\\ \tilde{M}_{(\beta)}\\ \tilde{Q}_{(\beta)}\end{bmatrix},\vec{H}=\begin{bmatrix}Y_a^0\\ \varphi_a^0\\ M_a^0\\ Q_a^0\end{bmatrix},\quad \vec{B}=\begin{bmatrix}\lambda_1 & 0 & 0 & 0\\ 0 & \lambda_2 & 0 & 0\\ 0 & 0 & \lambda_3 & 0\\ 0 & 0 & 0 & \lambda_4\end{bmatrix} \quad (17)$$

$\vec{B}$ مصفوفة الصلابة العناصر الموافقة للمعادلة(14):

$$\lambda_1=\beta^{-\nu}\quad,\quad \lambda_2=2b^2\beta^{-(\nu+1)}$$

$$\lambda_3=\frac{EI\beta^{\nu+2}}{l_a^{\nu+2}4(2b)^{2\nu}},\lambda_4=\frac{EI_0\beta^{\nu+1}}{l_a^{\nu+2}8(2b)^{2\nu-2}} \quad (18)$$

$\vec{V}$, $\vec{H}$ مصفوفة تحريض العناصر للحل الخاص للقــيم متجانسة المساواة للمقادير φ^0,M^0,Q^0 ، m المحــتواة فــيهم ولحســاب الحمولات المركزة على نهايــات أجــزاء المنشــأة ذات كتلة وعزم عطالتها بالنسبة للمحور الأفقي I_m وبإدخال مصفوفة القصور الذاتي لكتل العناصر الموجودة :

$$\vec{m}=\begin{bmatrix}1 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 0 & 0\\ 0 & \sigma & 1 & 0\\ \rho & 0 & 0 & 1\end{bmatrix} \quad (19)$$

$$\rho=mP^2\quad,\quad \delta=I_m\rho^2$$

وللجــزء الســفلي وفي حالة الحمولة المركزة وجود المساندة فالليونة بالنسبة للانتقالات العرضية والدوران تنــتج من حساب (٩-١٩) وتصبح مصفوفة العناصر الحدية عن الشكل التالي :

$$\vec{K}_X=\begin{bmatrix}0 & (C_1-\rho)^{-1}\\ (C_2-\delta)^{-1} & 0\\ 1 & 0\\ 0 & 1\end{bmatrix} \quad (20)$$

وممـــا سبق وبقبول الانتقالات والقوى لمقطع عشوائي موثـــوق و القـــيم المناســـبة الأولية لهذا المقطع تأخذ المصفوفة الشكل التالي :

$$\vec{V}_J(\beta)=\vec{B}_J(\beta)\left\{\vec{X}_J(\beta)\vec{H}_J+\vec{\tilde{V}}(\beta)\right\} \qquad (21)$$

ومـــن الـــنهايات فـــي المقطـــع السفلي للجزء الأول وبتعويضها في المصفوفة $\vec{X}(\alpha)$ وباعتبار $\beta_1=\alpha_1$

فـــإن قـــيمة المصـــفوفة تكون مساوية للواحد وقيمة $\tilde{V}_{(\alpha)}=0$ وتصبح مصفوفة القيم لهذا المقطع كالتالي

$$\vec{V}_{(ik)}(\alpha)=\vec{K}_k\vec{V}_1(\alpha)=\vec{K}_k\vec{B}_1(\alpha)\vec{H} \qquad (22)$$

$$=$$

$$\begin{bmatrix} 0 & (C_1-\rho)^{-1} \\ (C_2-\delta)^{-1} & 0 \\ 1 & 0 \\ & 1 \end{bmatrix}\times\begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda_4 \end{bmatrix}\times\begin{bmatrix} Y^0_{\alpha 1} \\ \varphi^0_{\alpha 1} \\ M^0_{\alpha 1} \\ Q^0_{\alpha 1} \end{bmatrix}$$

$$=B(\alpha)\begin{bmatrix} \delta & Q^0_{\alpha 1} \\ D & M^0_{\alpha 1} \\ & M^0_{\alpha 1} \\ & Q^0_{\alpha 1} \end{bmatrix}$$

$$D=\frac{\lambda_3}{\lambda_2}(C_2-\delta)^{-1} \quad ,$$

$$\sigma=\frac{\lambda_4}{\lambda_1}(C_1-\rho)^{-1} \qquad (23)$$

وبالتالي مصفوفة المقادير الأساسية (الأولية) في الشروط الحدية عندما $\beta_1=\alpha_1$ تأخذ الشكل التالي:

$$\vec{H}_K=\begin{bmatrix} \sigma.Q^0_{i\alpha} \\ D.M^0_{i\alpha} \\ M^0_{i\alpha} \\ Q^0_{i\alpha} \end{bmatrix} \qquad (24)$$

ومن النهايات للجزأين الأول والثاني تكون $\beta_1=\varepsilon_1$, $\beta_2=\alpha_2$ للجزئيـــن فتصـــبح المعادلـــة بالشكل التالي:

$$\overline{V_2}(\alpha)=\overline{B_2}(\alpha)\overline{H_2}=\overline{m_1}.\overline{B_1}.(S)\left[\overline{X_1}(\varepsilon).\overline{H_K}+\vec{\tilde{V}}_1(\varepsilon)\right]$$

وبذلك فإن مصفوفة الصلابة للأجزاء الرئيسية للجزء الثاني يمكن التعبير عنها بدلالة الجزء الأول:

$$\overline{H_2}=\overline{B_2}(\alpha)\overline{m_1}.\overline{B_1}.(\varepsilon)\left[\overline{X_1}(\varepsilon).\overline{H_K}+\vec{\tilde{V}}_1(\varepsilon)\right]$$

ومصفوفة الصلابة النهائية يعبر عنها من خلال الجزء الأول المقسم لـــ n قسم تأخذ الشكل التالي :

$$\overline{H_n}=\overline{B_n}(\alpha)\overline{m_{n-1}}\,\overline{B}_{n-1}(\varepsilon)<$$

$$\overline{X}_{n-1}(\varepsilon)\left(\overline{B^{-1}_{n-1}}(\alpha)\vec{m}_{n-2}.\overline{B}_{n-2}(\varepsilon)\right)<$$

$$\vec{B}_2^{-1}(\alpha)\overline{m_1}\overline{B_1}(\varepsilon)\left[\overline{X_1}(\varepsilon)\overline{H_K}+\tilde{V}_1(\varepsilon)\right]+\tilde{V}_2(\varepsilon)>+\vec{\tilde{V}}_{n-2}(\varepsilon)+\vec{\tilde{V}}_{n-1}(\varepsilon)>$$
(26)

مـــن الشروط النهائية للمنشأة العلوي المؤلفة من (n) جـــزء نحدد قيمة المقادير للجزء الأول بالاعتماد على (26) وبقـــية الأجزاء الأخرى ويمكن تحليل المساواة بالنســـبة للجزء الأول التي يمكن الحصول عليها من مســـاواة $\beta_n=\varepsilon^0_n$ ومـــن طبـــيعة الارتباط للعناصر بعضها بالآخر.

$$\begin{bmatrix} Y^0_u(\varepsilon) \\ \varphi^0_n(\varepsilon) \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}=\vec{X}_n(\varepsilon).\vec{H}_n+\vec{\tilde{V}}_n(\varepsilon) \qquad (27)$$

وبحساب العناصر الأساسية للاهتزاز وللجزء الأسفل يمكننا كتابة ما سبق بالشكل التالي:

$$Y_1(\beta)=\begin{bmatrix}1 & 0 & 0 & 0\end{bmatrix}\vec{B}_1(\beta)\left(\vec{X}_1(\beta).\vec{H}_K+\vec{V}_1(\beta)\right)=$$

$$\beta_1^{-1}(M^0_{1\alpha}[DX_2(\alpha 1\beta)+X_3(\alpha 1\beta)]$$

$$+Q^0_{1\alpha}\left[\sigma_{X1}(\alpha_1\beta)+X_4(\alpha_1\beta)\right]$$

$$+\frac{\alpha_1^{2V}}{m_0p^2}\int_\alpha^\beta\frac{qX_4}{\zeta}(\beta_1\zeta)d\zeta$$

وبحساب التخامد وإدخال عامل التراص المرن للجسم بكامله:

$$\tilde{E}=E(1+iy)$$

ومنه نحصل على المعادلة [28] التالية:

$$\beta_j=\beta_{0j}\left(1-\frac{\nu_i}{8}\right)\left(1+j\frac{\nu_i}{4}\right) \qquad (28)$$

مثال محلول:

لتكـــن المنشـــأة البرجـــية ذات الارتفاع H=180m والمؤلفة من ثلاث كتل أوزانها:

$G_1=270t \qquad G_2=150t \qquad G_3=340\ t$

ارتفـــاع كـــل كـــتلة من هذه الكتل h=60m وعزوم عطالتها على التوالي:

$I_1=10M^4 \quad I_2=3.2M^4 \quad I_3=1.1M^4$

وعوامل اهتزازها التقريبية :

$S=\alpha_1=1 \quad \alpha_2=0.9 \quad \alpha_3=2.0$

والأســـاس مـــربع الشـــكل بأبعاد B=25m ووزن كتلته $G_Ф=3750t$ وعزم عطالة كتلة الأساس $I_0=\ 40000m^4$

وعامل الضغط المرن $K=3000T/m^2$

الحـــل : في الأشكال ذات الاهتزاز الحر يمكن اختيار أي طـــريقة للحل ولحساب مرونة الأساسيات ونظراً لكبر الحل وحجمه هنا نضع النتيجة النهائية للاهتزاز الذاتـــي للمنشأة والعوامل المتعلقة به وخواص أشكال هذا الاهتزاز شكل (2) يوضح ذلك :

$$\omega_1 = 1.209 \quad \rho_{21} = 4.15 \quad \rho_{31} = 10.2$$
$$\omega_2 = 8.9 \quad \rho_{22} = 2.25 \quad \rho_{32} = -0.52$$
$$\omega_3 = 26.2 \quad \rho_{23} = -8.48 \quad \rho_{33} = 1.92$$

محصلة القوى الناتجة لرد فعل الأساس :

$$N = G_1 + G_2 + G_3 + G_Ф \quad = 270 + 150 + 340 + 3750 = 4510 ton$$

العزم الحدي لرد فعل الأساس:

$$M_u^0 = N\frac{B}{2} = 4510 \times \frac{25}{2} = 56400 \quad \text{Tm}$$

ومن المعادلة (7) تحدد القيمة الحدية لاهتزاز الحمولة وتكون القيمة التقريبية الأولية .

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{150}{270} = 0.556\,,\ \frac{m_3}{m_1} = \frac{340}{270} = 1.2$$

وبحساب الجزء الأول منه نحصل :

$S_{u1} = 57$ t.s
$S_{u2} = 341$ t.s
$S_{u3} = 33$ t.s

والقيمة الحدية لاهتزاز المنشأة $S_{u3}=33$ Ts

وكتطبيق عملي نأخذ شكل (4) للبرج التالي والذي فيه الجزء السفلي v=2 من البيتون المسلح وجزئه العلوي علـــى شكل عمود منفذ من المعدن وفيه v=1 ومتغير المقطع وصلابة المنشأ وكتله الطولية للأجزاء السفلى مطابقة الأول والثاني .

$$E_1^0 I_{10} = 3.75 10^7 \quad \text{Tm}^2$$
$$E_2^0 I_{20} = 1.0 \times 10^8 \quad \text{Tm}^2$$

وكتله:

$$m_{10} = 0.15\frac{T.\sec^{-2}}{m^2}\ ,\ \ m_{20} = 0.003\left(\frac{T.\sec^{-2}}{m^2}\right)$$

وحمولاتـــه $\upsilon_1=0.1$ p=2.1 1/sec

q=0.003 T/m $\upsilon_2=0.05$

ولقـــد تـــم اختـــيار نوعية الأساس بخواصه المختلفة (عطالـــة مرونة) ، وبهذا تكون قيم الانتقالات الأفقية المنشـــأ متعلقة بالقوى العرضية وزاوية الدوران ومع عزوم عطالة المنشأ التي تحدد بالعلاقات التالية:

$$M_1 = -\varphi(C_{11} - I_{III}P^2 + iC_{12})$$
$$Q_1 = -Y_1(C_{21} - m_{III}P^2 + iC_{22}) \tag{29}$$

و أن $C_{11},C_{12},C_{21},C_{22}$ عوامـــل مرونة الأساسات دلـــيلاً لـــتردد الاهـــتزاز وشكله وتم الشكل الدائري للأساسات مطابقة لمعادلة (١٢) وثوابت العامة للمنشأ:

$C_{11}=0.9\ 10^5$ T/m ,$C_{12}=0.2\ 10^5$ T/m,
$C_{21}=0.2\ 10^8$ T/m ,$C_{22}=0.1\ 10^8$ T/m

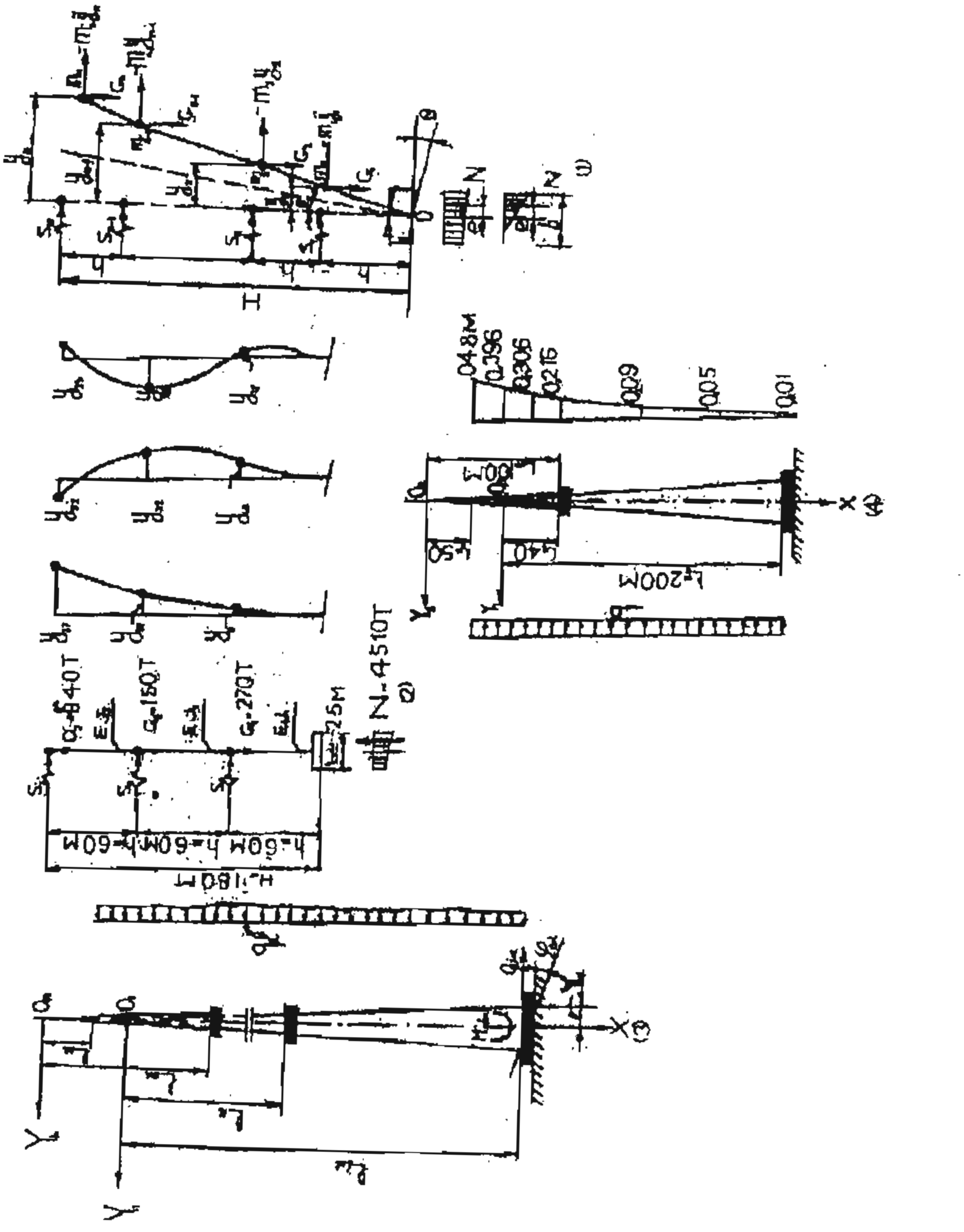
وإن انـــتقال البرج وخواصه الفيزيائية وقيمه الجبرية الحسابية موضحة بالشكل (٤) .

المقترحات والتوصيات:

١. نوصـــي باســـتخدام هـــذه الطريقة في العمليات الحسابية للمنشآت البرجية.
٢. إن هذه الطريقة المستنبطة في الحسابات تفيد في حالة الأبراج المتغيرة الكتل والمتغيرة العطالة في مستوياتها المختلفة .
٣. يمكـــن اســـتخدام هذه الطريقة في الترب المرنة والـــترب الصـــلبة فـــي حالة الحسابات للأبراج البيتونية أو المعدنية.

المراجع :

١. كاســـيليوف. ف.أ- حســـاب الإنشاءات المتقدمة لانفيا ١٩٦٩.
٢. ليوفيـــن با. ب – استقرار الجدران الصلبة على الإساســـات المـــرنة والمطاطـــية مركز البحوث العلمية الإنشائية موسكو ١٩٥٠.
٣. راجســـتين أ- ر توازن الجدران المرنة موسكو ١٩٥٥.
٤. الفـــا نوفيتش ف – ا-مصفوفة الانتقال للجدران المعرضة لقوى ديناميكية ومرونة الشكل موسكو (معهد الطرق) ١٩٦٩.
٥. كورينييف ب- غ- م اهتزاز العناصر المنعطفة متغـــيرة المقطع مركز البحوث العلمية الإنشائية موسكو ١٩٥٧.
٦. كورنيـــيف ب – غ ورازنيلـــيوف ل – م اهتزاز المنشـــأة متغيرة المقطع في الظروف الاهتزازية المـــتخامدة .مجلـــة ميكانيك الإنشاءات وحساب المشاريع عدد ١٩٩٨/٢.
٧. تورســـيكي ف _ أ طـــريقة المصفوفات لحساب اهتزاز المنشآت معهد موسكو للطرق ١٩٦٠.
٨. الموسوعة العلمية الرياضية موسكو ١٩٤٨.
٩. عيســـى عـــبد الرحمـــن جامعـــة البعث حمص _سوريا.


H=180M
h=60M h=60M h=60M
N=4510T
L=200M
0.48M
0.396
0.306
0.216
0.09
0.05
0.01