

الأحمال الديناميكية للجدران الحاجزة المسبقة الصنع

سعد فرحان صالح ماجد
كلية الهندسة - جامعة كركوك

الخلاصة

يهدف البحث الى اختبار نوعين من الجدران الحاجزة والمسبقة الصنع تحت تأثير الأحمال الديناميكية (الضغوط الموجيه) ،أحد هذه الجدران ذو مقطع مثلثي الشكل بارتفاع (٣) متر وقاعده (٢,٢) متر وسمك جدرانه من (٠,٣-٠,٢٥) متر وطول القطعه الواحدة (1.44) متر ومصنوع من الخرسانة المسلحة (شكل رقم (١)) اما الثاني فهو من الخرسانة المسلحة ومدعوم بهيكل حديدي وذو ارتفاع (6.4) متر وقاعدة (٣,٥) متر وطول القطعة الواحدة (٢) متر وسمك القطعة الخرسانية يتراوح من (٠,٣ - ٠,١٨) متر. تم اختبار خواص الاستقرار من خلال عامل الإزاحة للجدران المركبة من النموذجين ومقارنتها مع النتائج النظرية التحليلية المتوقعة حيث اظهر النموذج الأول إزاحة (٣-٥) سم أمام الأحمال ألديناميكية الناتجة من شحنة زنة ١٢٥ كغم عن بعد (١٠) متر وهذا مطابق تقريبا للإزاحة المتوقعة والبالغة (٧) سم اما النموذج الثاني والمدعوم بهيكل حديدي فقد ابدى إزاحة بلغت لبعض القطع (٥) سم عند اختباره بنفس الشحنة لكن عن بعد (١٥) متر وهي نتيجة متوقعة لزحف محتمل تم حسابه نظريا بـ (١٤) سم. بخصوص دوران القطعه وانقلابها فلم يبدي أي من النموذجين أي تدوير او انقلاب وهذه الخاصية أيضا تم تنبئها من خلال التحليل النظري حيث ان قوى الدفع المسلط هي أقل من قوى الدفع الألازمه لتدوير وانقلاب أي من النموذجين والتي تساوي الثلث للنموذج الأول والنصف للنموذج الثاني. أظهرت النتائج أن معادلات حساب الضغط والدفع على الجانب المتحفظ أي أن القيم الناتجة من المعادلات هي اكبر من الحقيقة. كذلك تم التأكيد بأن وجود المصدات الحاجزة لا يعني انها تمنع الضغوط الموجيه السالبيه والتي هي بطبيعة الحال أقل تأثيرا من الضغوط الموجيه الموجبه وان تأثيرها محدود على الهياكل الخرسانية. ان التعجيل الذي تم قياسه من خلال اجهزة قياس التعجيل وجد انه يعادل (٥) مرات التعجيل الارضي وهذه القيم تمثلت بطاقة تحولت الى حركه اهتزازيه للقطع .كان لزاوية ميلان القطع عن خط الشاقول (20°) الأثر الواضح في تبديد الضغوط الموجيه.

المقدمة

تستخدم الجدران الخرسانية الحاجزة بمختلف اشكالها على نطاق واسع في معالجة ومواجهة التحديات الناجمة عن الانهيارات الارضية والكثبان الرملية والعواصف والسيول والضغط الموجية وان مبدأ صناعة هذه الجدران عادة ما يعتمد مبدأ الصناعة المسبقة لما له من مميزات تتمثل بإمكانية الصناعة تحت ظروف ممكن السيطرة عليها وكذلك معالجتها مختبريا وهذا ما يصعب تلبيته في اغلب الصناعة الموقعية للخرسانة ، كذلك خطوات الانشاء في الموقع لا تسمح به اغلب المشاريع اضافة الى ذلك تقليص الاعمال الانشائية في موقع العمل الى الحد الادنى وتجنب المساس بالخدمات الارضية قدر المستطاع نتيجة القيام بحفر الاساسات . لكن يبقى التحدي الاكبر والاختبار الامثل لهذه الجدران يتمثل بصمودها ومقاومتها للاحمال الديناميكية المتمثلة بالضغط الموجية وذلك من خلال صمود موادها واستقراريتها ومقاومتها للدوران لكن محددات صمود هذه الاجزاء الانشائية تتغير من مصدر الى اخر وان اغلبها تعتمد على محددات وقوانين تجريبية (empirical) وقد اعتمد البحث على المصدر (1986, Technical Manual) والذي يحتوي على اكثر القوانين محافظة. وقد أكدت اغلب المصادر ان لشكل المنشأ وحجمه وسلوكه الدور الكبير في مقدار تأثير الموجات المنعكسة. وعلى ضوء الاعتبارات اعلاه تم تصميم قطع خرسانية مسلحة مسبقة الصنع وهياكل حديدية داعمة ذات ابعاد ووزن يتلائم مع انظمة المرور وامكانيات معدات الرفع. لسعة البحث ومحدودية حجم البحوث التي تقرضها مجلات النشر يتم التعرف الى اسلوب التصميم للخرسانة المسلحة والهيكل الحديدي باختصار بينما باسهاب الى اسلوب التحليل للاحمال الديناميكية للنموذجين المشار اليهما في البحث وكذلك مناقشة النتائج العملية .

مبادئ التصميم للجدران الحاجزه

١- اقل ضغط افقي يمكن ان يسبب فشل الجدران من الناحية الانشائية هو عندما يصل الأجهادات(stresses) الى الحدود القصوى لمادة الجدار وكذلك عندما يفقد الجدار استقراره بسبب الأزارحه الجانبية أو دورانه حول حافة الأساس وانقلابه (1989, Mechale et al; 1985, Housltaon et al. and 1990, Demeter).

٢- أن أقل ضغط لأراحة الجدار أفقياً هو (١٢,٦) كيلو باسكال عن المحددات. أن معامل الأحتكاك بين الخرسانه والتربة هو (٠,٤٥) وان معامل المقاومة السلبية للتربة (coefficient of passive earth) هو (٢).

٣- أن الضغط اللازم لأحداث حالة دوران للجدار حول حافة الأساس وأنقلابه جانبياً يساوي (١٣,٢٥) كيلو باسكال.

٤- أن الضغط اللازم لأبصال الأجهادات في الحديد والخرسانة الى الحدود القصوى هو (١١٧) كيلو باسكال (1983, Baker et al.; 1982, Henrych; 2001, Ali and 1990, Mahmood) ضمن امكانية النقل المتوفرة ومتطلبات أنظمة المرور في الطرق العامة حيث عرض واسطة النقل (٢,٤) متر وعرض القطعه الواحده (٢,٢) متر ووزن القطعه هو عشرة أطنان وهو ضمن الحمولة المسموح بها لمعدات الرفع والنقل المتوسط ، كذلك ان امكانية تحريكها وتثبيتها على الأرض تكون سهلة ودون أن تلحق ضرراً بالقطع نفسها قدر المستطاع وكذلك تؤمن مقاومتها للضغوط الموجية (Wave pressures) .

البرنامج العملي

تم إعداد مخططات معماريه وانشائيه تمثل الجانب التصميمي سيتم استعراضها وتناولها في بحث خاص و منفصل عن هذا البحث ، هذه المخططات تم بموجبها تصنيع ست قطع للنموذج الأول وأربع قطع للنموذج الثاني، حيث تمت صناعة النموذج الأول من الخرسانه المسلحه، المنظور الجانبي ممثل بمقطع مثلث مجوف ارتفاعه (٣) متر و عرض قاعدته (٢,٢) مترو طول النموذج (١,٤٤) متر وذو سمك من (٠,٢٥-٠,٣) متر لجدران المثلث الجانبيه والسفلى على التوالي. والشكل (٣) يوضح الجدار الذي تم اختباره والمكون من ست قطع من النموذج الأول حيث يبلغ طول الجدار (٨,٦٤) متر أما النموذج الثاني والمصنوع من الخرسانه المسلحه والتي تمثل بلاطة الجدار حيث تحمل ارتفاع (٦,٤) متر و طول (٢) متر وسمك من (٠,١٨ - ٠,٣) متر للقطعه من الأعلى الى الأسفل على التوالي. وهذه القطعه مدعمه بهيكل حديدي مصنوع من حديد الساقيه بقاعدة ارتكاز (٣,٥) متر واسناد مرن إلى الأعلى في اربعة نقاط مع القطعه الخرسانيه المسلحه. وقد تم تصنيع اربع نماذج من هذا النوع من الجدران الحاجزة . والشكل (٤) يوضح الجدار الذي تم اختياره والمركب من أربع قطع من النموذج الثاني حيث يبلغ طول الجدار

(٨) متر أما نماذج السيطره فقد اخذ ثلاثة نماذج مكعبات (١٥٠ × ١٥٠ × ١٥٠) مم لكل قطعه من النموذجين وفحصت نماذج المكعبات بعمر (٧، ١٤، ٢٨) يوم. وأظهرت النتائج ان مقاومة الأنضغاط بعمر (٢٨) يوم هي (٢٥) نيوتن ١ مم^٢ وفحوصات الشد للحديد المستخدم أظهرت أن مقاومة الخضوع (fy) للحديد هي (٤١٠) نيوتن ١ مم^٢ ولجميع مقاساته.

تأثير زاوية ميلان الجدران الحاجزة (الحاجز العمودي) عن مسار الموجه:

إن الحاجز المائل يجعل تأثير الموجه المنعكسة (أقصى عصف أو دفع كلي) أقل من تلك المنعكسة عن حاجز عمودي حيث يقل هذا التأثير كلما قلت الزاوية مابين الموجه الساقطة والحاجز العمودي . لكن هذا التناقص يعتريه زياده مفاجئه عندما تصل زاوية الميل بين الحاجز ومسار الموجه الى القيمه التي تصبح فيها الموجه الساقطة والمنعكسة متحدتان في موجة واحدة تسمى موجة ماخ (Mach) وهذه الزاوية هي بحدود (٥٠° - ٥٥°) لتصل إلى (٢٥°) في الموجات الساقطة في الضغط الواطيء وكما موضح في الشكل (٥).

تأثير موجة العصف على المنشآت الصغيرة والغير الثابتة :

(١) ما يؤثر في استقرارية المنشأ او جزئه من خلال ازاحته عن مكانه نتيجة كون الزخم المتولد في المنشا كاف للتغلب على مقاومة تثبيته مثل الاحتكاك و وسائل التثبيت الاخرى.
(٢) ما يؤثر في دوران المنشأ وانقلابه فيعتمد على مقدار الدفع الكلي بنسبة ارتفاع المنشأ الى عرض قاعدته، ارتفاع مركز ثقل المنشا عن القاعدة ، ارتفاع مركز تأثير الضغط المسلط على المنشأ عن القاعدة ، ووزن الهدف وقد اجملت هذه العوامل في الاشكال (٦) (٧).

تأثير الضغوط الموجيه:

ان الضغوط الموجية التي تتعرض لها المنشآت غالبا ما تكون بسبب العواصف والهزات الأرضية أو موجات العصف هي في الأساس زيادة مفاجئة في الضغط المحيط ليصل الى ما يسمى بضغط جبهة الموجه وتوجد عدد من القوانين التجريبيه (Empirical) والنظريه لحساب هذه التأثيرات (1986, Technical Manual; 1965, Technical Manual and 1987, Gregorry et al) وقد اعتمد المصدر (1986, Technical Manual) أكثر القوانين محافظة حيث اعتمدت ثلاث حالات لحساب تأثيرات الضغوط الموجية في الهواء وجميعها تعتمد على المعامل (Z) والذي يحسب من

$$Z = \frac{r}{\sqrt[3]{w}} \quad \dots(1)$$

حيث r يدل على بعد مصدر الضغوط الموجية عن الجدار (م) و w يدل على وزن الحشوة (كغم) أ- عندما يكون المعامل $Z < 1,5$ فان الضغوط الموجية تحتسب من العلاقات التالية:

أولاً- الضغط الأقصى الموجب في جبهة الموجه الساقطه (P_{sop}) كيلو باسكال

$$P_{sop} = \frac{1772}{Z^3} - \frac{114}{Z^2} + \frac{108}{Z} \quad \dots(2)$$

ثانياً- الضغط الأقصى السالب في جبهة الموجه الساقطه (P_{son}) كيلو باسكال

$$P_{son} = \left(\frac{16.6}{Z}\right) e^{\frac{1.84}{\sqrt{Z}}} \quad \dots(3)$$

ثالثاً- اما مقدار الدفع الكلي الموجب (Impulse) في جبهة الموجه الساقطة (I_{sop}) (باسكال×ثانية)

$$I_{sop} = \frac{192w^{2/3}}{r} \quad \dots(4)$$

رابعاً- الضغط الأقصى الموجي المنعكس من حاجز عمودي على اتجاه موجة العصف (P_{fp}) (كيلوبايسكال)

$$P_{fp} = 2 P_{sop} \left(\frac{710 + 4P_{sop}}{710 + P_{sop}}\right) \quad \dots(5)$$

خامساً- الضغط الأقصى السالب في الموجه المنعكسة عن حاجز عمودي على اتجاه موجة العصف (P_{fn}) (كيلوبايسكال)

$$P_{fn} = 2 * P_{son} \quad \dots(6)$$

سادساً- الدفع الكلي الموجب في الموجه المنعكسة عن حاجز عمودي على اتجاه موجة العصف (I_{fp}) (باسكال × ثانية)

$$I_{fp} = I_{sop} \left(\frac{2P_{sop} + P_{fp}}{2 * P_{sop}}\right) \quad \dots(7)$$

ب- عندما المعامل $Z > 1.5$ فان الضغوط الموجية تحتسب كما يلي:

أولاً- الضغط الأقصى الموجب في جبهة الموجه الساقطه (P_{so}) كيلو باسكال

$$P_{so} = \frac{60875}{(2.76/Z)} \quad \dots(8)$$

ثانياً- يحسب الدفع الكلي الموجب في جبهة الموجه الساقطه (I_{sop}) (باسكال * ثانية)

$$I_{sop} = \frac{192w^{2/3}}{r} \quad \dots(9)$$

ثالثاً- الضغط الأقصى السالب (P_{fn}) والدفع الكلي السالب في جبه الموجة الساقطة فيهمل تأثيرهما

رابعاً- الضغط الأقصى الموجب المنعكس عن حاجز عمودي على اتجاه موجة العصف (P_f) (كيلوباسكال)

$$P_{fp} = 2 * P_{so} \left(\frac{710 + 4P_{SOP}}{710 + P_{SO}} \right) \quad \dots(10)$$

خامساً- الدفع الكلي الموجب للموجة المنعكسة عن حاجز عمودي على اتجاه موجة العصف (I_{fp}) (كيلوباسكال)

$$I_{fp} = I_{sop} \left(\frac{2 * P_{sop} + P_{fp}}{2 * P_{sop}} \right) \quad \dots(11)$$

ج- عندما يكون المعامل $z > 0.4$ وبذلك يتحدد الضغط الأقصى الموجب بمقدار مقاومة المادة التي تتعرض لتأثير موجة العصف وان العلاقة بين الضغط الموجب والزمن لموجات العصف البعيدة والقريبة علاقة خطيه وكما يلي:

$$P(t) = P \max \left(1 - \frac{t}{t_1} \right) \quad \dots(12)$$

اما بالنسبة للضغط السالب فالعلاقة كما يلي:

$$P(t) = P_{min} \cdot \sin \pi \left(\frac{t - t_1}{t_2} \right) \quad \dots(13)$$

العوامل المؤثرة على اختيار طريقة تحليل الجدار الحاجز:

ان المنشآت تصمم عادة لمقاومة تأثيرات الموجه المنعكسه اما اهم العوامل التي تؤثر بهذه المنشآت فهي:

أ- شكل المنشأ.

ب- حجم المنشأ.

ج- سلوكية المنشأ تحت تأثير الأحمال الموقته وهو ما يراه المراقب (كاميرا مراقبة) خلال زمن قصير جدا لمدة تعريض الموجه وقد يكون بالمقارنه مع مدة اهتزاز المنشأ الأساسية (T) زمنا طويلا.

د- مدة تأثير الضغط الموجب (t) الى مدة اهتزاز المنشأ أو جزء المنشأ الأساسية (T) وكما يلي:

أولاً- عندما يكون $0.3 < \frac{t}{T}$ يجري تحليل المنشأ على طريقة حساب الدفع الكلي الموجه (impulsive method) .

حيث يتم حساب السرعة الابتدائية (V_i) م/ثانية التي يمكن ان تتولد في المنشأ اوجزاء منه وذلك من مقارنة التغير في الزخم مع مقدار الدفع الكلي لموجة العصف (I)

$$V_i = I/M \quad \dots(14)$$

ثم يتم حساب الطاقة الحركية ($K.E$) التي يجب امتصاصها من قبل المنشأ او اجزائه من خلال التشوهات التي تحدث فيه (strain energy) وبذلك يمكن الوصول الى حلول بسيطة لتخمين تحمل المنشأ بعد تحديد اسلوب الفشل (mode of failure) الممكن حدوثه في المنشأ.

$$K.E = M V_i^2 / 2 = I^2 / 2M \quad \dots (15)$$

ثانياً- عندما تكون $1 < t / T$ يجري التحليل تحت تأثير الأحمال الثابتة على أن يجري تحديد مقدار الحمل الثابت المكافئ باستخدام معامل الحمل الديناميكي (Dynamic load factor).

الذي هو نسبة اكبر ازاحة ديناميكية في المنشأ او جزئه يسببه حمل ديناميك (F) الى الازاحة الذي يسببه الحمل (F) في حالة اعتباره حملاً ثابتاً. وحيث ان الازاحة (deflection) والقساوة (stiffness) والاجهادات (stresses) مقادير متناسبة اذا معامل الحمل الديناميكي ممكن ان يدخل في جميع هذه المقادير وفي المسائل الهندسية يتم التعامل مع اكبر معامل حمل ديناميكي حيث يتم حساب مقاومة مادة المنشأ للاجهادات التي تحدث فيها نتيجة لموجة العصف الساقطة. وفي الشكل (٨) يوضح ان اكبر معامل ديناميكي لايزيد على (٢) لاعلى موجات عصفه ساقطة.

ثالثاً- عندما $0.3 > t/T > 1$ يكون التحليل ديناميكياً تفصيلياً وذلك باستخدام معادلات نيوتن التي تصف التوازن الديناميكي للجسام المتحركة وتكوين دالة (ضغط موجة العصف - الوقت) ممثلة للقوى المحركة في المنظومة وهي اكثر طرق التحليل الديناميكية تعقيداً.

الحسابات التحليلية

(١) النموذج الأول : لقد تم اعتماد النموذج الاول لجدار حاجز ذو ابعاد كما موضحة في الشكل (١)، ولحساب الأستقراريه لهذه القطع فقد تم أخذ العوامل التاليه :

معامل الأحتكاك بين الخرسانه والأرض = ٠,٤٥

وزن مصدر الضغوط الموجيه = ١٢٥ كغم

كثافة الخرسانة المسلحة = ٢٤٠٠ كغم / م^٣

كتلة القطعة الواحد = ٧٢٠٠ كغم

بعد مصدر الضغوط الموجيه = ١٠ متر

ارتفاع القطعة = ٣ متر = h

عرض القاعده = ٢,٢ متر = b

المساحة السطحيه لوجه القطعة = ٤,٣٢ م^٢

الضغط الجوي = ١٠١ كيلو باسكال = P_o

معامل احتكاك الهواء = ١,٨ = c

سرعة الصوت في الهواء = a_o = ٣٢٩ (م / ثانية)

التعجيل الارضي g = ٩,٨١ (م / ثانية^٢)

ارتفاع مركز الضغط المسلط على الهدف عن القاعدة hp = ١,٥ (م)

ارتفاع مركز ثقل القطعة فوق القاعدة h_{cg} = ١,٢٢ (م)

وباستخدام المعادلات (٢) ، (٤) ، (٥) ، (٧) يتم الحصول على ما يلي :

* الدفع الكلي المنعكس عن سطح عمودي على اتجاه الموجة = ١٣٣٠ (نيوتن . ثانية / م^٢) = باسكال . ثانية .

* الدفع الكلي على مساحة قطعة واحدة = (١٣٣٠) (١,٤٤) (٣) = ٥٧٤٥,٦ نيوتن . ثانية ومن المعادلة (١٤) يتم الحصول على السرعة الابتدائية التي ممكن ان تكتسبها القطعة الواحدة

وهي: $V_i = ٥٧٤٥,٦ / ٧٢٠٠ = ٠,٧٩٨$ (م / ثانية)

اما الطاقة الحركية الكلية المكتسبة للقطعة الواحدة ومن المعادلة (١٥) فهي :

K.E = ٢٢٩٢,٥ (نيوتن . متر)

تستهلك هذه الطاقة في مقاومة قوة احتكاك (f) واحداث ازاحة جانبية في القطعة (S)

K.E = F * S ... (16)

2292.5 = (7200) (9.81) (0.45) (S)

S = 0.072 م = 7.2 سم

وهذه تمثل اكبر ازاحة ممكنة للقطعة في حالة عدم تثبيتها بالارض بقطع حديدية .

اما دراسة دوران القطعة حول محورها وانقلابها جانبا فباستخدام نفس الفرضيات يكون

الضغط المسلط على سطح القطعة (كيلو باسكال) ps = ٢٤٧

اما الدفع الكلي لموجة العصف (كيلو باسكال × ثانية) $I_s = 480$ ومن المعاملات :

$$P_s / P_o = 2.01$$

$$a_o c I_s / P_o h = 329 \{1.8\} \{0.414\} / \{101\} * \{3\} = 0.81$$

ومن الشكل (٦) يتم ايجاد قيمة المعامل

$$a_o I_f / P_o h = 2.3$$

وبذلك يكون الدفع الكلي المسلط على القطعة

$$I_f = \frac{(2.3)(101)(3)}{329} = 2.12 \text{ (كيلو باسكال} \times \text{ثانية)}$$

اما مقدار الدفع الكلي اللازم لقلب القطعة جانباً I_r فيجري حسابه من الشكل (٧) حيث من

$$\text{المعاملات } \frac{hcg}{h} = 0.407 \text{ و } \frac{h}{b} = 1.364 \text{ يتم ايجاد قيمة } \frac{Ah_p I_r}{\sqrt[m]{gb^3}} = 0.56$$

وبذلك يكون الدفع الكلي لقلب القطعة هو I_r

$$I_r = \frac{(0.56)(7200)\sqrt{(9.81)(2.2)^2}}{(4.32)(1.5)} = 6359.4 \text{ باسكال} \times \text{ثانية}$$

$$= 6.36 \text{ كيلو باسكال} \times \text{ثانية}$$

إذاً $2,12 < 6,36$ الدفع المسلط اقل من الدفع المطلوب.

(٢) النموذج الثاني: لقد اعتمد جدار من الخرسانة المسلحة بارتفاع (٦,٤) متر ومسند على هيكل حديدي. وكما موضح في الشكل (٢) وتفاصيل عامه أخرى عن الهيكل موضحه في الأشكال (٩) (١٠) حيث يتم ربط كل قطعه خرسانيه بالهيكل ومع الهيكل نفسه بواسطة ستة صامولات وعملية التركيب للقطعه الواحده ستستغرق من (٢٥ - ٣٠) دقيقه .

ولحساب الأستقراريه لهذا النوع من الجدران الحاجزه تم اعتماد العوامل التاليه :

$$\text{كتلة القطعه الخرسانيه} + \text{كتلة الهيكل الحديدي} =$$

$$m = 7850 + 320 = 8170 \text{ كغم}$$

$$\text{عرض القاعدة } b = 3,5 \text{ م}$$

$$\text{ارتفاع مركز الضغط المسلط على الهدف عند القاعده} =$$

$$h_p = 3,05 \text{ م}$$

$$\text{معامل الاحتكاك ما بين الخرسانه والأرض} = 0,45$$

$$\text{وزن مصدر الضغوط الموجيه } w = 125 \text{ كغم}$$

بعد مصدر الضغوط الموجبه = $r = 10$ متر

ارتفاع أقطعه الشاقولي $h = 6.1$ م

ارتفاع مركز ثقل القطعه = $h_{cg} = 2.74$ م

المساحة السطحية لوجه القطعة = $A = 12.2$ م^٢

معامل احتكاك الهواء = $c = 1.8$

سرعة الصوت في الهواء = $a_0 = 329$ م/ثانية

التعجيل الأرضي = $g = 9.81$ م/ثانية^٢

وباستخدام المعادلات (٢)، (٤)، (٥)، (٧)، (١٤)، (١٥) و (١٦) يتم الحصول على مايلي:

الضغط المسلط (P_s) = ٨٩ باسكال

الدفع الكلي المسلط على القطعة (I_s) = ٣٢٠ (باسكال × الثانية)

الدفع الكلي المنعكس عن سطح القطعة (I_r) = ٧٤٧ (باسكال × الثانية)

الدفع الكلي المنعكس عن سطح القطعة (I_r) = ٧٤٧ (نيوتن × الثانية)

السرعة الابتدائية $V_i = \frac{9113}{8170} = 1.12$ م / ثانية

الطاقة الحركية الابتدائية للقطعة (K.E) = $\frac{8170 * (1.12)^2}{2} = 5083$ (نيوتن × متر)

الازاحة الأفقية المتوقعة للقطعة (S) = $\frac{5083}{8170(9.81)(0.45)} = 0.141$ م = ١٤,١ سم .

اما دراسة دوران القطعة وانقلابها فقد تم حسابه وفق ما يلي :

$$\frac{P_s}{P_o} = \frac{89}{101} = 0.88, \quad \frac{a_o C I_s}{P_o h} = \frac{(329)(1.8)(0.32)}{(101)(6.1)} = 0.3$$

حيث من الشكل (٦) يتم ايجاد $0.9 = \frac{a_o I_t}{P_o h}$ حيث ان

$$I_t = \frac{(0.9)(101)(6.1)}{329} = 1.61 \text{ كيلو باسكال}$$

ما الدفع الكلي اللازم لقلب القطعة جانبا I_r فمن خلال المعاملات

$$\frac{h}{b} = \frac{6.1}{3.5} = 1.74, \quad \frac{h_{cg}}{h} = \frac{2.74}{6.1} = 0.45$$

ومن الشكل (٧) يتم ايجاد $0.59 = \frac{A h_p I_r}{m \sqrt{g} b^3}$ حيث ان الدفع الكلي لقلب القطعة هو I_r

$$I_r = \frac{(0.59)(8170)\sqrt{(9.81)(3.5)^2}}{(12.2)(3.05)} = 2657 \text{ (باسكال} \times \text{ثانية)}$$

إذاً $2657 < 1610$.: لا يمكن ان يحدث انقلاب للقطعة.

اما لحساب مقدار الضرر الانشائي في القطعة نتيجة الضغط والدفع الكلي (عند اهمال احتمالية فشل الهيكل الحديدي الساند ومفاصل الربط) فتؤخذ نقاط الضعف كمايلي:

اولا: الخط الذي يربط مفاصل الربط العلوية للهيكل الحديدي بالقطعة الخرسانية باعتبار ان هذا الجزء يعمل كصفيحة ذات مسند ثابت واحد (cantilever slab)

ثانيا: الخط الذي يقع في منتصف المسافة بين المساند العلوية والسفلية بين القطعة الخرسانية والهيكل الحديدي حيث تعامل الصفيحة ذات مسند ثابت في الاعلى وقابل الدوران في الاسفل (fixed- hinged) إذا يجب أن تعرف طبيعة انتقال الضغوط الموجبة خلال الجزئين المفترضين اولاً وثانياً حيث يتم حساب t و T ومن خلال العلاقات التالية للحالة اولاً و كما يلي :

$$T = \frac{2I_s}{P_s} = \frac{2(320)}{89000} = 0.0072 \quad \dots(17)$$

$$T = 1.25 * L^2 \sqrt{\frac{\rho \cdot A}{E \cdot J}} \quad \dots(18)$$

حيث ان:

L = طول فضاء القطعة ذات المسند الواحد = ١,٥ متر

ρ = كثافة مادة القطعة = ٢٤٠٠ كغم / م^٣

A = المساحة الكلية لجزء المنشأ تحت الدراسة = (٢) × (١,٥) = ٣ م^٢

E = معامل مرونة مادة الهدف = ٢٥ × (١٠)^٩ نيوتن / م^٢

J = عزم القصور الذاتي لمقطع الهدف

$$0.00114 \text{ م}^4 = \frac{2 * (0.19)^3}{12} = \frac{bh^3}{12}$$

على اعتبار ٠,١٩ هي معدل $\frac{0.18+0.2}{2}$ = ٠,١٩ م

إذا من المعادلة (18)

$$T = 1.25 * (1.5)^2 \sqrt{\frac{2400 * 3}{25 * 10^9 * 0.00114}} = 0.0446 \text{ ثانية}$$

$$0.3 > 0.16 = \frac{0.007}{0.0446} = \frac{t}{T} \therefore$$

إذا يجب أن يتم تحليل المنشأ على طريقة حساب الدفع الكلي للموجة (Impulsive method) حيث تتحول الطاقة الحركية الى طاقة كامنة تتشكل في مادة الهدف. لحساب اكبر اجهادات ممكنة في المنشأ تفرض معادلة الشكل الذي يكون عليه المنشأ تحت الاحمال حيث ان (cantilever) يمكن تمثيل شكله بما يلي :

$$W = W_0 \left(1 - \cos \frac{\pi * x}{2 * L} \right) \quad \dots(19)$$

حيث ان المتغيرات موضحة في الشكل (٩)

اما طاقة التشكل (الانفعال) (strain energy) فتحسب من

$$S.E = \int_0^L \frac{M^2 dx}{2EJ} \quad \dots(20)$$

ويستفاد من العلاقة بين العزم (M) والتحدب $\frac{d^2w}{dx^2}$ التي هي

$$M = EJ \frac{d^2w}{dx^2} = \frac{Ej\pi^2 W_0}{4 L^2} \cos \frac{\pi x}{2L} \quad \dots(21)$$

وعليه طاقة التشكل تكون

$$S.E = \frac{\pi^4 EJW_0^2}{64L^3} \quad \dots(22)$$

ولحساب الطاقة الحركية التي تحتسب من معادلة (١٥) فإن

$$Mx = \rho bh (dx)$$

$$Vi = \frac{Ix}{mx} = \frac{Ix.bdx}{\rho h b dx} = \frac{Ix}{\rho h} \quad , \therefore K.E = \frac{1}{2} \int_0^L \frac{b(Ix)^2}{\rho h} dx$$

وعلى فرض ان Ix كمية ثابتة على طول مساحة المنشأ لذا فان الطاقة الحركية تصبح :

$$K.E = \frac{I^2 . bl}{2\rho h} \quad \dots(23)$$

ومن قانون حفظ الطاقة S.E = K.E ان

$$\frac{(I^2) bL}{2h\rho} = \frac{\pi^4 E . J . W_0^2}{64L^3}$$

ومنها اكبر هطول (W₀) يكون

$$W_0^2 = \frac{32I^2 b . L^4}{\pi^4 EJh\rho} \quad \dots(24)$$

تم التعويض $J = \frac{bh^3}{12}$ فتصبح المعادلة اعلاه

$$W_0 = \sqrt{\frac{324}{E\rho}} \left(\frac{L}{\pi h}\right)^2 I \quad \dots(25)$$

بعد الحصول على قيمة اكبر هطول ممكن في المنشأ عندها ممكن حساب العزم في اي نقطة من نقاط المنشأ في المعادلة (٢١). والتي تصبح كالآتي :

$$M = \sqrt{\frac{24E}{\rho}} \frac{JI}{\pi^2 h} \cos \frac{\pi x}{2L}$$

ان اكبر تشكيل (انفعال) (strain) (\mathcal{E}) يحدث في مادة الهدف عند السطح الخارجي للمنشأ ممكن حسابها كالآتي :

$$\varepsilon = \frac{M(h/2)}{JE} = 2.45 \frac{I}{h} \frac{1}{\sqrt{\rho E}} \cos \frac{\pi x}{2L} \quad \dots(26)$$

ومن المعادلة (٢٦) يتم الحصول على اكبر قيمة ε عندما تكون $x=0$ وهي

$$\mathcal{E}_{\text{Max}} = 2.45 \frac{I}{h} \sqrt{\frac{1}{\rho E}} \quad \dots(27)$$

فاذا كانت مقادير المتغيرات للعنصر الانشائي ذو المسند الواحد (cantilever) هي باسكال.ثانية
 $I=747$ ، $h=0.19$ م ، $E=25*10^9$ باسكال ، $\rho=2400$ كغم/م^٣ ،
 فان اكبر قيمة للتشكل (الانفعال) \mathcal{E} هي :

$$\mathcal{E}_{\text{Max}} = (2.45) \left(\frac{747}{0.19}\right) \sqrt{\frac{1}{2400 * 25 * 10^9}} = 0.00124 < 0.0035 = \varepsilon_f$$

حيث ان ε_f هي القيمة التي يحصل فيها فشل للخرسانة من الانضغاط .

اما بالنسبة لجزء القطعة الاخر والموصوف في ثانيا والممثل بمسند (fixed- hinged) حيث ان معادلة شكل ذلك الجزء من الجدار (القطعة) هي اكثر تعقيدا من معادلة (١٩) الا انه يمكن حساب اكبر تشكل (هطول) في وسط الفضاء بين خطي الاسناد الذي يمكن اعتباره قابل للدوران (simply-supported) وبذلك يتم الحصول على انفعالات اكبر من الحقيقية للجزء المعني بالدراسة ويكون تخمين التحمل في الجانب الاكثر امانا . لهذه الحالة يمكن وصف شكل المنحني لهذا الجزء عند التحميل بمعادلة القطع الناقص (parabola) التالية:

$$W = w_0 \left(1 - \frac{4x^2}{L^2}\right) \quad \dots(28)$$

$$S.E = \int_0^{L/2} \frac{M^2}{EJ} dx = \frac{32EJW_o^2}{L^3} \quad \dots(29)$$

اما الطاقة الحركية الممكن حدوثها في المنشأ فهي نفس العلاقة في (٢٣) لذا فان اكبر هطول :

$$w_o = \frac{I}{4} \left(\frac{L}{h}\right)^2 \sqrt{\frac{3}{\rho E}} \quad \dots(30)$$

ومعادلة العزم عند اي نقطة تكون :

$$M = -EJ \frac{d^2w}{dx^2} = \frac{2LJ}{h^2} \sqrt{\frac{3E}{\rho}} \quad \dots(31)$$

اما اكبر تشكيل (انفعال) في المنشأ فهو

$$\mathcal{E}_{\max} = \frac{I}{h} \sqrt{\frac{3}{E\rho}} = \frac{1.732 * I}{h\sqrt{E\rho}} \quad \dots(32)$$

فاذا كانت مقادير المتغيرات لهذا الجزء من القطعة الخرسانية والممثل بمسندين بسيطين هي

كالاتي : $h = 0.25$ م معدل ، مع بقاء E, I, ρ نفس الجزء السابق لذا فان اكبر تشكل

(انفعال) يكون

$$\mathcal{E}_{\max} = \frac{(1.732)(747)}{(0.25)\sqrt{2400 * 25 * 10^9}} = 0.00067$$

ان القيمة اعلاه تمثل القيمة الدنيا (lower bound) للتشكل (الانفعال) اما القيمة العليا للتشكل

(الانفعال) فنحصل عليها من شكل منحنى مطابق الى منحنى شكل الاهتزاز الاساسي الأول

(First mode of vibration) وهو

$$W = w_o \left(1 - \sin \frac{\pi x}{L}\right)$$

ولهذه الحالة تكون قيمة اكبر تشكل (انفعال) في جزء المنشأ هي

$$\mathcal{E}_{\max} = \frac{(2.494)I}{1} = 0.000945$$

وفي الحالتين 0.00067 و 0.000945 فان قيمة \mathcal{E}_{\max} هي اقل

من القيمة يحدث عندها

فشل مادة الخرسانة وهي $\varepsilon_f = 0.0035$

إذا تمت الحسابات التحليلية أعلاه لا يتم توقع حدوث فشل لهذا النوع من الجدران الجاهزة لا في

استقراريتها ولا في مادتها.

النتائج العملية

عند بلوغ الخرسانة عمر الى (٢٨) يوم تم نقل الجدران الحاجزه المسبقة الصنع من موقع تصنيعها الى ميدان الأختبار حيث تم اجراء عملية النصب والتركيب و قد تم عمل جدار حاجز من ستة قطع للنموذج الأول ليقابله جدار اخر من النموذج الثاني ولكن من اربعة قطع فيصبح طوله (٨) مترو بمسافة (٢٥) متر ثابتة بين الجدارين لتوضع شحنة الأختبار على بعد (١٠) متر من الجدار المركب من النموذج الأول و (١٥) متر من الجدار المركب من النموذج الثاني . بعد أكمال عملية النصب والتركيب لقطع الجدران ثم صبغ اوجه القطع الأماميه والخلفيه بصبغ بنتلايت ابيض لملاحظة التشققات . تم نصب أجهزة قياس التعجيل داخل القطع المثلثيه المقطع . ولمعرفة مقدار الزحف الذي يحصل لقطع الجدار فانه استخدام اجهزة مساحه لتثبيت خطوط استقامة الجدارين الأمامية والخلفية أي خطوط دلالة ثابتة على الأرض .تم تثبيت جهاز تسجيل سرعة الأمواج وعلى بعد (١٠٦) متر من نقطة الأختبار وذلك لغرض المقارنه والتحكم حيث تستطيع هذه الأجهزة تسجيل تعجيل يصل إلى خمسة أمثال التعجيل الأرضي . لم يتم الحصول على أجهزة تسجيل سلوكية الجدران خلال فترة تأثير الموجه .تم مسح الأضرار التي تعرضت لها القطع والأشكال (٩)(١٠) توضح الجدار المتكون من النموذج الأول لشكله الكامل وكذلك كيفية نصب وتركيب القطع الخرسانيه مع الهيكل الحديدي للنموذج الثاني حيث يتم من وضع الجزء الخرساني المسلح على الأرض من خلال ملاصقة وجهه الأمامي لها ليتم بعد ذلك تركيب الهيكل الحديدي بمفاصله الستة المرنه (اثتان مع بعضه واربعه مع القطعه الخرسانيه المسلحه) ثم يتم عمل رفع ونصب القطعه كاملة مع هيكلها الحديدي الساند . وبعد اجراء الأختبار من خلال شحنة (١٢٥) كغم كانت النتائج كالاتي :

أ- جميع الجدران الحاجزه وللمنودجين بقيت قائمه ولم تتقلب جانبا .
ب- تحرك قطعه بصورة مستقلة ومن الجدار المكون من النموذج الأول ، هذه الحركه تمثل الأزاحة الأفقيه والتي تراوحت من (٣-٥) سم مما تسبب في استبعاد القطع عن بعضها البعض بمقدار (٣) سم .

ج- اما قياس التعجيل فقد أظهرت القراءات للنموذج الأول لأجهزة القياس قراءة أكبر من ٥ * التعجيل الأرضي للأجهزه المنصوبه باتجاه مسار الموجه ولالأجهزه المنصوبه بالاتجاه العمودي على مسار الموجه .

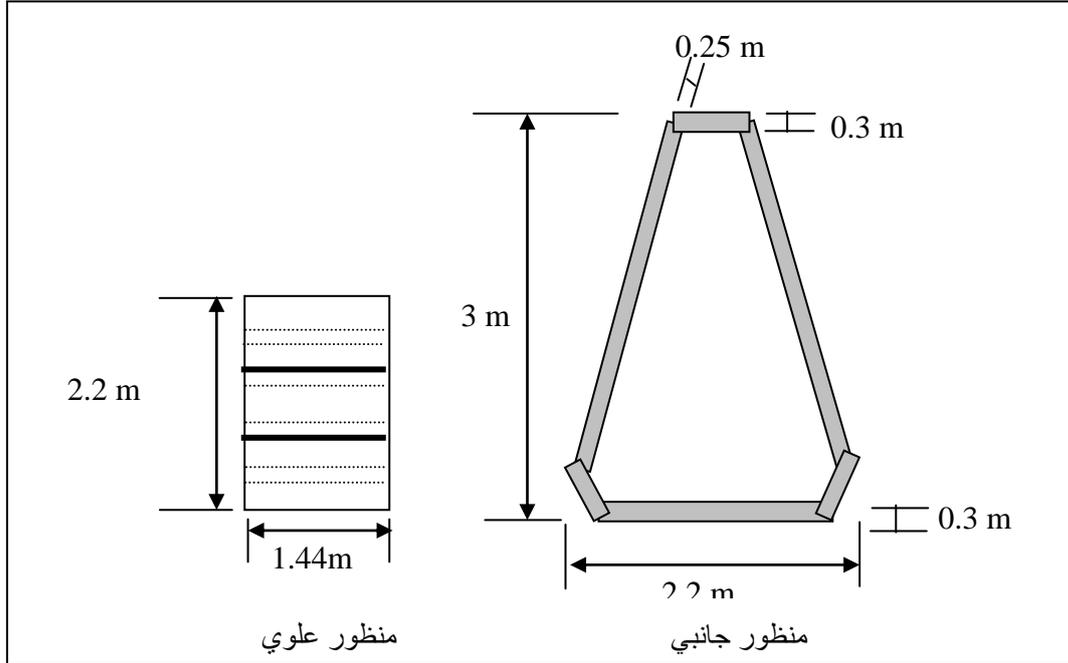
د- قراءات اجهزة تسجيل التعجيل الارضي للنموذج الثاني اظهرت ان التعجيل باتجاه الموجة اكبر من $5 \times$ التعجيل الأرضي و $3,9 \times g$ (التعجيل الأرضي) باتجاه عمودي على مصدر الموجة هـ - تحرك إحدى نهايتي الجدار المركب من النموذج الأول بإزاحة أفقية مقدارها (٤) سم ولم تتأثر النهاية الأخرى للجدار
و- حدوث إزاحة لمكونات الجدار المركب من النموذج الثاني بلغت (٥) سم .

مناقشة النتائج وما استنتج

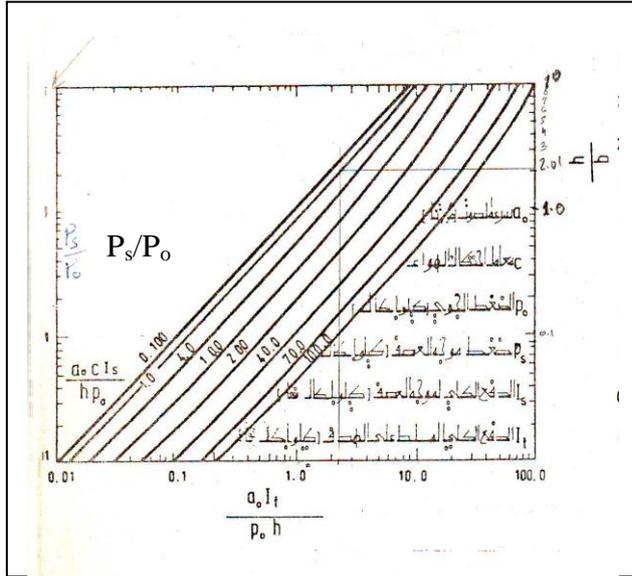
١- مقاومة النموذجين لقوى التدوير وعدم انقلابها حول حافتها جاء مطابقا للاستنتاجات التي تم التوصل اليها والتي تشير الى أن قوة الدفع اللازمة لقلب النموذج الأول هي (٦,٣٦) كيلو باسكال بينما كانت القوة المسلطة هي بحدود (٢,١٢) كيلو باسكال . وكذلك الحال بالنسبة للنموذج الثاني كانت قوة الدفع اللازمة هي بحدود (٢,٦٥) كيلو باسكال واما قوة الدفع المسلطة على النموذج نتيجة الضغوط الموجية هي بحدود (١,٦١) كيلو باسكال ، هذا الأختلاف في قوة الدفع المطلوبه والمسلطه تجعل من الصعب أنقلاب القطع وتدويرها .

٢- أما الإزاحة الأفقيه التي تم تسجيلها للقطع المختلفه فتقل كثيرا عن الكمية المخمنه في الحسابات التحليليه والتي قدرت الأزاحه ب (١٤) سم ويعزى سبب هذا الأختلاف الى عدة عوامل منها أن المعادلات المستعمله في حسابات الدفع الكلي هي في الجانب المنخفض . كذلك ميل سطح القطع عن الشاقول بحدود (٢٠°) قد أدى الى تقليل الدفع الكلي المسلط ، هذه العوامل اضافة الى اتجاه الرياح وسرعتها التي بلغت (٣٠) كم/ساعة وباتجاه مائل عند إجراء الاختبار ممكن أن يؤدي إلى حركة غير منتظمة في الجدار ، كذلك الحركة غير المنتظمة في الجدار هي ناتجة عن تأثير الرياح على زيادة الضغوط الموجية على إحدى نهايتي الجدار وتقليلها على النهايات الأخرى مما سبب في الحركة أعلاه ولا يمكن نسيان تخمين معامل الاحتكاك بين التربة والقطع الخرسانيه الذي يمكن ان يسبب في الأختلاف أعلاه أيضا ، لكن يجب أن يؤخذ بنظر الاعتبار انه بالأمكان الأستفاده من امتصاص الطاقة المسلطة من جراء الضغوط الموجية وهي ان يسمح للجدار الحاجز بازاحة بسيطة وبذلك يتحول جزء من الطاقة الى شغل اما الجزء الباقي فيمكن إن يتحول إلى طاقة كامنة (strain energy) داخل مادة الجدار على ان يكون هذا الجزء الاخير ضمن حدود تحمل المادة .

٣- من النتائج العملية التي تم تدوينها هي قياس التعجيل الارضي للنموذجين عند تسليط الضغوط الموجبة ، حيث يتضح من النتائج أن الطاقة المتحررة هي طاقة سطحية انتقلت خلال موجة الضغط الى الجدران الحاجزة والأرض المجاورة ، كذلك فان القراءات تعكس الكيفية التي امتصت بها الجدران المختلفة تلك الطاقة ففي حالة النموذج الاول سجل المقياس تعجيلاً يزيد على (٥) امثال التعجيل الارضي مما يدل على ان معظم الطاقة المسلطة على هذا الجدار قد امتصت من قبل القطعة على شكل حركة اهتزازية . اما بالنسبة لجدار النموذج الثاني فوجد ان التعجيل المسجل باتجاه مسار الموجة بلغ ايضاً اكثر من (٥) امثال التعجيل الارضي اما المركبة الثانية للتعجيل فقد بلغت (٣,٩) مرة بقدر التعجيل الارضي مما يدل على ان جزءاً بسيطاً من الطاقة المسلطة على الجدار تحولت الى شغل بسبب إزاحة احد اطراف الجدار مسافة بسيطة وان معظم الطاقة قد تسبب في حدوث حركة اهتزازية عنيفة في قاعدة الجدار، أما القراءات التي سجلت عن إزاحة الجدار المركب من النموذج الثاني فيدل على أن الجزء الأكبر من الطاقة المسلطة عليه قد تحول إلى شغل ممثلاً بإزاحة مقطع الجدار مسافة تصل إلى (٥) سم.

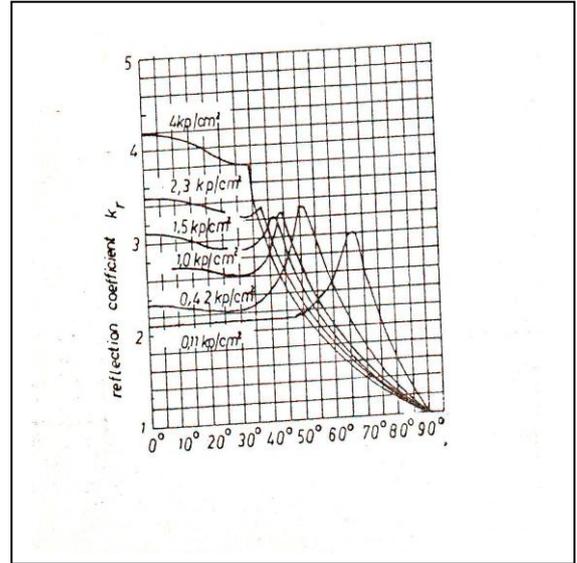


شكل (١) ابعاد وتفاصيل النموذج الاول والمصنع من الخرسانة المسلحة

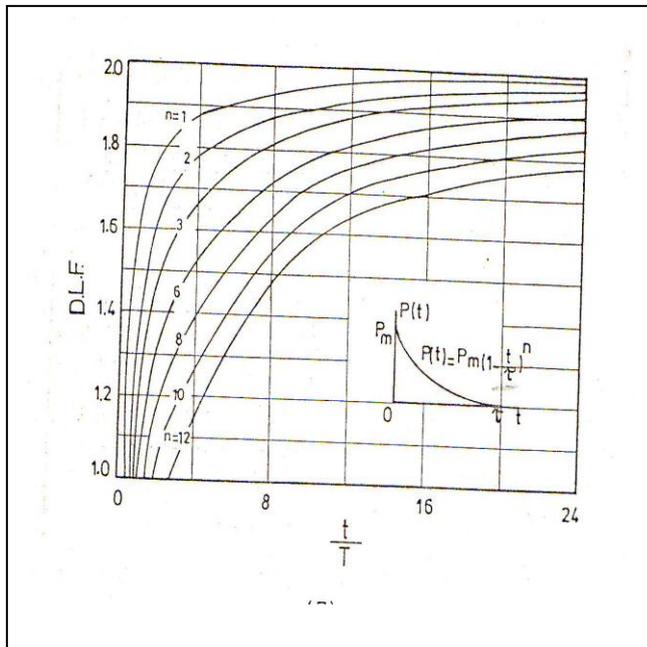


شكل (٦) العلاقة ما بين الضغط المسلط الى الضغط

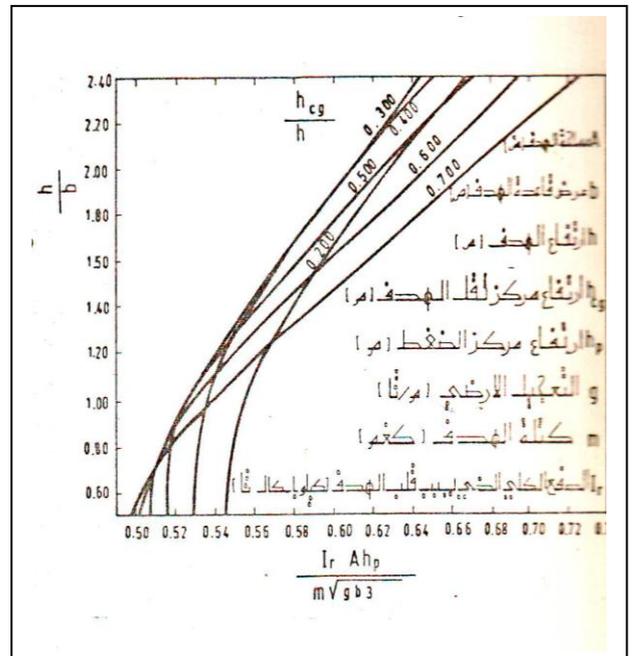
الجوي والمعامل $\frac{a_o I_t}{P_o h}$



شكل (٥) العلاقة ما بين زاوية ميلان الجدار الحاجز عن الشاقول ومعامل انعكاس الموجة

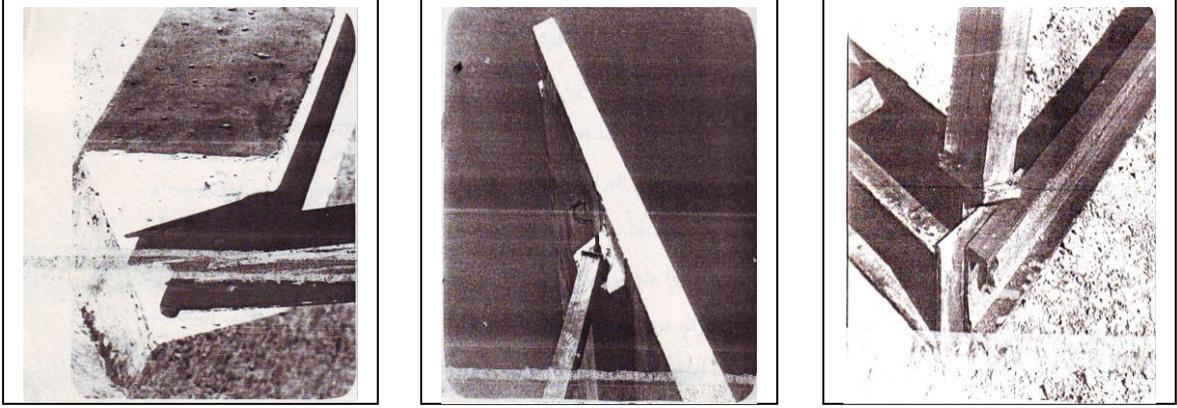


شكل (٨) علاقة معامل الحمل الديناميكي والنسبه ما بين زمن تأثير الضغوط الموجية الى زمن الاهتزاز الاساسي

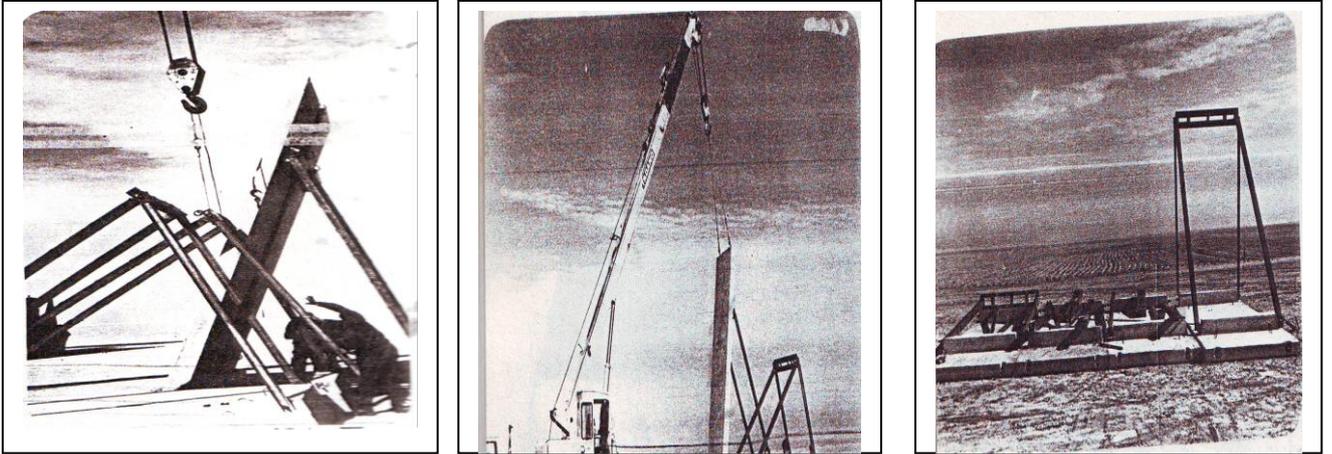


شكل (٧) العلاقة ما بين ابعاد وزاوية الجدار

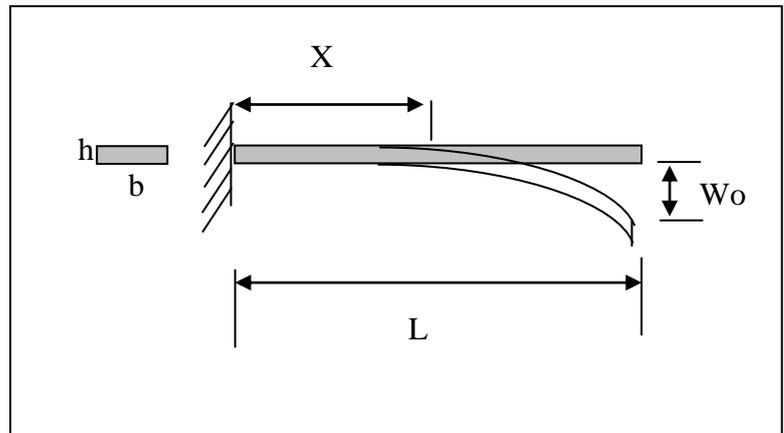
الحاجز ومعامل انعكاس الموجة $\frac{A h_p I_r}{m \sqrt{g b^3}}$



شكل (٩) تفاصيل الربط الثلاثة بين قطعة الجدار الخرسانية المسلحة والهيكـل الحديدي



شكل (١٠) تفاصيل نصب وتركيب النموذج الثاني



شكل (١١) اقصى هطول لصفحة ذات مسند ثابت واحد شكل (١٢) جهاز قياس التعجيل داخل
مجلة جامعة كركوك - الدراسات العلمية المجلد (٢) - العدد (١) ٢٠٠٧ الجدار المركب من النموذج الاول

References

- Ali , H,(2001): strengthening of reinforced concrete subjected to internal blast loading , Msc, thesis , alrasheed college.
- Baker,W.E.,cox,P.A,westine,P.S,(1983):Explosion hazards and evaluation, Elsevier scientific publishing company company – new York.
- Demeter,G.F,(1990): dynamic and vibration of structures,Awiley–interscience publication.
- Gregorry , F.H , bitting , R.L , gupta , A.D . and B hattacharya,(1987) : dynamic analysis of an explosively loaded hinged rectangular plate , computers and structures , vol. 26 .
- Henrych , J.,(1982): the dynamic of blast wave and it's use,new york.
- Housltaon R. , slatthr J.E , pegg N .and G.G Disrochers,(1985): An analysis of structural Response of ship panels subjected to Air-blast loading , journal of computers and structures vol, 21 .
- Mahmood,K.M,(1990): finite element analysis and protective structure subjected to blast loading, Msc thesis,M. E. college
- Michael dede, noral dobbs ,ammann and whitney , joseph p. caltagrione,(1989) :structures to resist the effects of accidental explosion.
- TM5.855.8,(1965): design of structures to resist the effect of atomic weapons, technical manual, New York, March.
- TM◦.855.1,(1986): technical manual,fundamentals of protective design November.

قائمة الرموز

Notations	الرموز
$\mathcal{E} =$	الانفعال
$A =$	المساحة السطحية لوجه قطعة الجدار (متر ²)
$a_0 =$	سرعة الصوت في الهواء (متر/ثانية)
$C =$	معامل احتكاك الهواء
$F =$	مقاومة (قوة) الاحتكاك (نيوتن)
$h, b =$	ارتفاع وعرض القطعة الواحدة للجدار (متر)
$h_{cg} =$	ارتفاع مركز ثقل القطعة عن القاعدة (متر)
$h_p =$	ارتفاع مركز الضغط المسلط على الهدف عن القاعدة (متر)
$I_f, I_r =$	الدفع الكلي المسلط واللازم للانقلاب على قطعة الجدار (كيلو باسكال*ثانية)
$I_{fp} =$	الدفع الكلي الموجب في الموجة المنعكسة على اتجاه الموجة المسلطة (باسكال*ثانية)
$I_{sop} =$	الدفع الكلي الموجب في جبهة الموجة الساقطة (باسكال*ثانية)
$K.E =$	الطاقة الحركية (كجم/متر ² * ثانية ²)
$M =$	كتلة المنشأ (كجم)
$P_{fN} =$	الضغط الأقصى السالب المنعكس على اتجاه الموجة المسلطة (كيلو باسكال)
$P_{fp} =$	الضغط الأقصى الموجب المنعكس على اتجاه الموجة المسلطة (كيلو باسكال)
$p_o =$	الضغط الجوي (كيلو باسكال)
$P_{son} =$	الضغط الأقصى السالب في جبهة الموجة الساقطة (كيلو باسكال)
$P_{sop} =$	الضغط الأقصى الموجب في جبهة الموجة الساقطة (كيلو باسكال)
$R =$	بعد مصدر الضغوط الموجبة عن الجدار (م)
$S =$	الازاحة (متر)
$T =$	فترة اهتزاز المنشأ الأساسية (ثانية)
$t_1, t_2 =$	مدة تأثير الضغط الموجب والسالب (ثانية)
$V_i =$	السرعة الابتدائية (متر/ثانية)
$W =$	وزن الحشوة (كجم)
$W_o =$	اكبر هطول يحصل (متر)
$z =$	معامل

Dynamic Loadings Of Precastretaining Walls

Saad Farhan Salih Majid

College of Engineering -University of Kirkuk

Abstract

The research aims for the selection of a suitable retaining wall amongst two types of precast concrete walls under dynamic loads (wave pressure). The first wall is of a triangular cross section and has the dimensions (3)m (in height) by (2.2) m (in width) by (0.25-0.3) m (in thickness) and the width of piece (1.44) m. The second wall has dimensions of (6.4)m (in height) , (3.5) m (base width) and thickness (0.18-0.3) m with the width of piece (2) m .Tests were carried out on both to establish the stability characteristics by the factor of displacement for the composite walls of both specimens, and comparing the results with those of the theoretical analysis. The first specimen showed very little displacement under dynamic loads resulted from a load of (125) kg of charge weight at a distance (10) m , and compares reasonably with the analytical calculations which give only (3-5) cm. The second specimen, with steel frame showed a displacement of (5) cm compared to the calculated displacement of (14) cm when tested from a load of (125) kg of charge at distance (15) m. The rotational characteristics and overturning behavior for the walls, in both specimens showed no signs of rotation or overturning .This was predicted by analysis since the subjected loads were well below the required loads which caused rotation or overturning. The subjected loads were a third and half of the required load for (rotation and overturning) for the first and second specimens respectively. The results of the equations for both pressure and displacement are greater than the experimental results. Also it was shown that the presence of retaining precast walls did not prevent negative wave pressures and this is natural as it is less effective than the positive wave pressure and its impact is limited on reinforced concrete structures. The linear acceleration measured by linear acceleration devices showed an acceleration equivalent to five times the earth gravitational acceleration which reflects itself by shaking of the concrete walls. The vertical angle of inclination of (20°) showed clear effect in dissipating wave pressure.