

أثر تصنيف تربة الأساس على مستوى مقاومة المنشآت للمخاطر الزلزالية

إعداد: احمد سعد العجمي

مجال البحث: الهندسة المعمارية

الإيميل : ahmd_saad67@yahoo.com

الملخص

يسعى المهندسون المعماريون والنشائيون في تصميمها وتنفيذها للمباني, إلى تشغيل هذه المباني وفقا للوظيفة التي أنشئت من أجلها, مع تأمين سلامتها واستقرارها وديمومتها بأقل التكاليف الممكنة, وذلك تحت تأثير الأحمال الميتة والحية, وأحيانا يأخذ المهندسين تأثير الزلازل على هذه المباني.

إن تحقيق الأمان للمباني لا يمكن من خلال تصميم وتنفيذ المباني بمعزل عن معرفة ودراسة تربة التأسيس لأن أهم مسببات عيوب الأبنية هي التربة وذلك لأهميتها في حمل الأساسيات التي تعتبر الركيزة الرئيسية للمبنى فقد ينجم عن تحريك أي جزء من أساسيات المبنى تشوهه في المبنى وفي عناصره الإنشائية وغير الإنشائية أو عن نقص في فهم نوعية التربة وطبيعتها علما أنه يوجد لكل عامل من هذه العوامل تصاميم علاجية خاصة

في إسقاط أنظمة بنية أنه من الضروري أن نأخذ التفاعل بين ثلاثة توائم للبنية الأساسية. عند تصميم الهياكل الهندسية ، يجب أن تعمل مؤسسة الأساس وفقاً للأرض قدر الإمكان ويجب أن تفي بمعايير التصميم بالوسائل الجيوتقنية والهيكلية. يجب أن يكون تفاعل البنية الأرضية عنصراً لا يكاد يذكر في تصميم الهيكل. تغير ظروف التربة الجيولوجية المحلية خصائص الاستجابة السيزمية السطحية.

وقد تأثرت الأضرار الهيكلية بعد الزلازل بشكل كبير من خلال ظروف التربة المحلية. في هذه الدراسة تم تقييم آثار ظروف التربة المحلية على أضرار الزلازل. وكان الهدف من الدراسة أيضا لتقييم التفاعل بين ظروف التربة والهياكل. في إطار نموذج مشترك حيث يتم أخذ البيئة الأرضية ونوع الأساس والبنية الفوقية بعين الاعتبار معاً ، يجب مراعاة التفاعل المتبادل بين الأرض والهيكل أثناء الزلازل أثناء إجراء الحسابات. الهدف الآخر من هذه الدراسة هو تقييم تأثير ظروف التربة المحلية على التصميم الهيكلي.

الكلمات المفتاحية

الزلازل, عوامل التربة والزلازل, مقاومة الزلازل, أنواع التربة , تصنيفات التربة,

مقدمة

إن المخاطر الزلزالية للمخزون من المباني هي ذات أهمية متزايدة للأوساط الأكاديمية وكذلك لصانعي القرار بسبب تزايد التحضر وتركيز السكان في المناطق المعرضة للزلازل والضعيفة. الأضرار الناجمة عن الزلازل تنخفض عموماً كدالة للمسافة من مركز الزلزال. ومع ذلك ، فقد أثبتت الزلازل المدمرة أن الضرر غالباً ما يكون أكثر التربة المفككة أكثر من الصخور.

لقد قبل مجتمع هندسة الزلازل عادة أن التربة الرخوة يمكن أن تلعب دوراً كبيراً في حركة الأرض ويجب أن يتم تضمينها في تقسيم المناطق الزلزالية. وبما أن وديان الأنهار غالباً ما تكون موقعا للرواسب الطميية والجليدية الحديثة أيضاً مواقع رئيسية لتنمية المناطق الحضرية ، فإن التضخيم المحلي يشكل مصدر قلق رئيسي في المناطق المعرضة للزلازل. في إعادة الإعمار بعد الكوارث ، تصبح المعلومات عن استجابة التربة الطرية للزلازل الكبيرة ذات أهمية قصوى. زلازل سان فرانسيسكو ومكسيكو سيتي أمثلة مشهورة لمشاكل التربة والعديد من الباحثين استشهدوا على نطاق واسع لعرض دور التربة.

في كل من الزلازل ، زادت التربة الطرية من اهتزاز الأرض ولعبت دوراً رئيسياً في الأضرار. إن وجود التربة والرواسب الجيولوجية والصخور المتقلبة يمكن أن يضخم مستوى اهتزاز الأرض الذي يتعرض له الزلازل. لا توجد بيانات كافية لاستخلاص علاقة بين التضاريس والتضخيم. في زلازل سان فرانسيسكو (1906 و 1989) ، في المناطق ذات الرواسب غير المجمع ، ازداد مستوى الشدة بمقدار 2 وحدة.

تم تضخيم الموجات الزلزالية في حوض الطين الطيني تحت مدينة مكسيكو حوالي مائتي كيلومتر من مركز الزلازل في عام 1985 خلال زلزال جويريرو ميتشواكان. وقد أظهرت بعض الزلازل المدمرة مثل نورثريدج (1994) وكوبي (1995) وأرمينيا (1999) وكولومبيا (1999) وتركيا (1999) بوضوح أن الظروف الجيولوجية والطوبوغرافية القريبة من سطح الأرض تلعب دوراً رئيسياً في مستوى الاهتزازات الأرضية وتضخيم التربة اللينة.

أهداف الدراسة

في هذه الدراسة تم تقييم آثار ظروف التربة المحلية على أضرار الزلزال وكان الهدف من الدراسة أيضا تقييم التفاعل بين ظروف التربة والزلزال.

الهدف الآخر من هذه الدراسة هو تقييم تأثير ظروف التربة المحلية على التصميم الهيكلي المنشآت لمقاومة مخاطر الزلازل.

اسئلة الدراسة

هل بنية التربة عامل مهم في ديناميكيات الزلازل؟

ما هي هياكل التربة الأكثر استقرارًا؟

كيف تستجيب الأنواع المختلفة من التربة لحركات الزلازل؟

مشكلة البحث

تربة الأساس أثر واضح في مقاومة المباني للمخاطر الزلزالية فمن خلال دراسة الوقائع الزلزالية يظهر عامل مهم وهو تأثير الموقع بشكل واضح على الضرر الواقع بالمباني والمنشآت ففي زلزال المكسيك سنة 1985 فقد أظهرت السجلات أن اهتزازات الحركات الأرضية لتربة موقع المباني الأكثر تضررا وكانت مقامة علي أرض طينية رخوة بالمقارنة مع تسجيلات اهتزازات الحركات الارضية في التربة الصخرية أن هنا تضخم زلزالي يتراوح بين 8 الي 10 اضعاف ومن هنا تأتي مشكلة البحث حول كيفية تأثير تربة الأساس على مقاومة المباني للمخاطر الزلزالية

الإطار النظري

من المعروف أن التصميم الزلزالي للمباني لا يكفي تصميم عناصر المبنى الإنشائية وغير الإنشائية بما يتناسب مع السلوك الزلزالي لهذه المباني والتربة المقامة عليها, بل يهتم كذلك في زلزالية وجولوجية المنطقة, التصميم الزلزالي يتعامل مع المبنى والتربة بالإضافة إلى جيولوجية و زلزالية الموقع بإعتبارهم ثلاثة عناصر أو منشآت تؤثر الواحدة في الأخرى. فخصائص الحركات الزلزالية أثناء مرورها من الطبقة الصخرية الي الطبقة التربة السطحية تتأثر بطبيعة تربة الموقع وعمقها وهذا يعني حصول تغيير في سرعة كل من الموجات الطولية

والعرضية وذلك عند مرور هذه الموجات في الطبقة 2 وبما أن الطبقة 2 تكون في الغالب أضعف من الطبقات الموجودة أسفل مستوى طبقة الصخر الرئيسية أي الطبقة 1

في إطار دراسة المخاطر الزلزالية للمدن ، فإن تقسيم المناطق الزلزالية في المناطق الحضرية هي منهجية معتمدة. الهز الأفقي هو أيضا السبب الرئيسي للضرر خلال معظم الزلازل ، حيث أن المباني والهيكل الأخرى أكثر عرضة للحركة الأفقية.

يوضح سيلفا (1997) كيف يمكن تصميم الهز الأفقي المرتبط بالزلازل باستخدام موجات القص التي تروج عموديا. معادلة الموجة أحادية البعد لموجة القص المتكاثرة رأسيا في وسط مرن هي حيث تمثل كثافة الوسط ، إجهاد القص الموجه رأسيا ، إزاحة الجسم ، وعمق ووقت الملاحظة على التوالي . ترتبط آثار الموقع بظاهرة الموجات الزلزالية التي تسافر إلى طبقات التربة الرخوة.

يتم تفسيرها أولاً بالسرعة المنخفضة والكثافة بين الطبقات الرسوبية غير المجمع والصخور الأساسية. للحفاظ على الطاقة ، وهذا يتطلب سعة أكبر من الموجات الزلزالية في الرواسب. يعتمد شكل ومحتوى تردد هذه الموجات على الهندسة والخصائص الفيزيائية للهيكل. تزداد درجة تعقيد التنبؤ بالاستجابة الزلزالية مع تعقيد الهيكل.

تأثيرات ظروف التربة المحلية على الأضرار الهيكلية

ستزداد أضرار الزلازل تبعاً لمدى تأثير مخزونات المباني الحضرية والريفية. سيؤدي حجم الزلازل والميزات الهيكلية السلبية إلى زيادة مقدار الضرر. إن معرفة خصائص المباني التي تأثرت سلباً بالسلوك الزلزالي للمباني تحت الزلازل سيتم طرحها لضمان اتباع نهج أكثر جدية لخفض مستوى مخاطر الضرر بعد الزلازل.

قضية أخرى مهمة هي أيضا التفاعل بين الأرض والهيكل. تؤثر ظروف التربة المحلية بشكل مباشر على تصميم المبنى. تغير ظروف التربة الجيولوجية المحلية، خصائص الاستجابة السيزمية السطحية. واحدة من الأسباب الهامة للأضرار الناجمة عن الزلازل هي ظروف التربة المحلية. وقد أشير على دراسة الزلازل أن الأضرار الهيكلية تتأثر تبعاً لظروف التربة المحلية مع الأخذ بعين الاعتبار خلق أطياف الاستجابة للتصميم المقاوم للزلازل في رموز الزلازل.

وقد أظهرت أطياف الطلب التي استخدمت لتحديد أداء أنظمة المباني للاستجابة القصوى للحركة الأرضية للزلازل أثناء حدوث زلزال. في التصميم القائم على الأداء وأساليب التقييم ، تم حساب الطلب على الزلازل أولاً. كان من الضروري تحديد الأداء الهيكلي عن طريق المقارنة مع قيم الطلب هذه إلى القدرة على التشوه لمستويات الأداء المختارة

لماذا تحدث الزلازل؟

الإجابة المختصرة هي أن الزلازل ناجمة عن التصدع ، أو حركة صخرية جانبية أو عمودية من الصخر على طول سطح التمزق (كسر).

والإجابة الأطول علي هذا السؤال: أن سطح الأرض في حركة بطيئة مستمرة. هذه هي الصفائح التكتونية - حركة لوحات صلبة هائلة على سطح الأرض استجابة لتدفق الصخور داخل الأرض.

تغطي اللوحات سطح الكرة الأرضية بأكمله. بما أنهم يتحركون كلهم يفرك بعضهم البعض في بعض الأماكن تغوص في بعضها البعض في ، أو تنتشر بعيدا عن بعضها ، في مثل هذه الأماكن لا تكون الحركة سلسلة - فالصفائح ملتصقة عند الحواف ولكن بقية اللوحة تستمر في التحرك ، لذا فإن الصخور على طول الحواف مشوهة (ما نسميه "الإجهاد").

ومع استمرار الحركة ، فإن السلالة تتراكم إلى درجة لا تستطيع الصخور تحمل أي انحناء فيها. مع تذبذب ، تحطم الصخور وتحرك الجانبان. يحدث زلزال وهو الهز الذي ينطلق من الصخور.

لقد عرف الناس عن الزلازل لآلاف السنين ، بالطبع ، لكنهم لم يعرفوا سببها. على وجه الخصوص ، يعتقد الناس أن التشققات في سطح الأرض التي تظهر بعد الزلازل ، تسببت في الزلازل وليس الزلزال هو من أوجدها.

كان بونجيرو كوتو ، وهو عالم جيولوجي في اليابان يدرس تشقق يبلغ طوله 60 ميلاً تحول جانبه حوالي 15 قدماً في زلزال اليابان العظيم عام 1871 ، الذي اقترح أولاً أن الزلازل بسبب تل التشققات.

هنري ريد ، الذي درس زلزال سان فرانسيسكو الكبير عام 1906 ، أخذ الفكرة أكثر. وقال إن الزلزال هو كمية هائلة من الطاقة المنطلقة عندما تتسبب السلالة المترامية في حدوث خلل. وأوضح أن الصخور الملتوية أكثر وأكثر في نهاية المطاف هزة مفاجئة مؤلمة حيث ينزلق الجانبان من تشقق إلى موقع جديد للتخفيف من سلالة الصخور. هذه هي فكرة "الارتداد المرن" الذي أصبح الآن محور جميع الدراسات

استطلاع الموقع ونوع تربة التأسيس

يهدف الاستطلاع الاول لموقع البناء الي جمع المعلومات حول نوعية التربة الموجودة على أعماق مختلفة ومستوى المياه الجوفية من فصل الي اخر والتعرف الي الظروف المحيطة بالموقع حيث تعطي دراسة المباني المجاورة فكرة جيدة عن تصرفات التربة وإذا اتضح للمهندس أن تربة الموقع مناسبة ويمكن البناء عليها بياشر في إجراء فحوصات أكثر دقة إجراء الحفر المفتوحة الآبار السبرية والاختبارات الميدانية والفحوصات المخبرية بالإضافة الي امكانية استخدام طريقة أو اكثر من الطرق الجيوفيزيائية

ويجب الانتباه أثناء عملية استطلاع الموقع الي الضرر الذي قد ينجم عن أعمال الحفريات العادية المجاورة لموقع البناء المقترح أو عن حرجة المركبات وغيرها من الاهتزازات التي قد تسبب تدهورا في قوة تحمل الطبقات التأسيس وبالتالي احتمال انهيارها لاحقا

إن استطلاع طبوغرافية الموقع ، من خلال النظر فقط فقد تقودنا احيانا الي مؤشرات خطيرة فقد يشير وجود عدم انتظام وحدوث تغيرات مفاجئة من هذه المناسيب إلى احتمال وجود صدوع جيولوجية أو انزلاقات في الطبقات

السطحية الرخوة وقد يشير وجود فجوات أو مغر ظاهرة علي السطح الي احتمال وجود عدد اخر منها ايضا تحت سطح الأرض

وقد يظهر استطلاع الرأي موقع البناء وجود فرق في مستوى نمو النباتات في الموقع وهذا يعتبر بدوره مؤشرا لمحتوى الرطوبة النسبية في التربة وكمية المواد العضوية فيها وعندئذ تدرس وتحلل مثل هذه الأمور ويتخذ قرار بشأنها مثلا التخلص منها مع ما يتم التخلص منه عادة الطبقة الزراعية في الموقع و المكتنزة بالمواد العضوية وجذور النباتات على أنواعها, ولأخذ فكرة بسيطة عن تربة التأسيس

يمكن تقسيم التربة إلى ثلاثة أنواع رئيسية وهي الصخرية والرملية والطينية

التربة الصخرية

الصخور البيضاء التي تعرف بإسم الحجر الجيري على الرغم من شكلها الخارجي المتماسك الا أنه قد ينتج عنها مفاجئات فهذا النوع من الصخر يحتوي في باطنه احيانا فجوات أو فراغات هوائية كبيرة وبالتالي ماذا يمكن أن يحصل في حالة تم وضع قواعد البناء فوق تلك الفجوات

ويمكن الكشف عن تل الفجوات وتحديد أماكنها باستخدام الأجهزة الجيوفيزيائية مثل الكشف الكهربائي أو الكشف الزلزالي أو بالإهتزاز أما الطرق الدراجة محليا والأكثر شيوعا في الكشف عن التربة في الأبنية حتى الآن فهي الحفر

من المعروف أن التربة الصخرية تشكل اساسا جيدا للمباني وتستطيع أن تأخذ أحمالا كبيرة دون أن يؤدي ذلك الي حصول هبوط وتشققات في المبنى وعادة يشترط في حالة تأسيس البناء فوق الصخر أن يتم تسوية سطح الطبقات السطحية عند مستوى التأسيس

ويمكن تصنيف الصخور الي ثلاث انواع

الصخور النارية مثل الجرانيت

الصخور المتحولة مثل الرخام

الصخور الرسوبية مثل الحجر الجيري

وتختلف هذه الصخور فيما بينها في مدى تحملها لقوى الضغط والخواص الفيزيائية والميكانيكية الأخرى

التربة الرملية

تعتبر التربة الرملية الجافة أو قليلة الرطوبة جيدة ومناسبة كتربة تاسيسية أسفل المباني, وخصوصا في المناطق المصنفة ب ضعيفة النشاط الزلزالي, أما في حالة التربة الرملية المشبعة بالرطوبة مثل التربة الرملية الموجودة قرب شواطئ البحار فإن تعرضها اهتزازات أرضية قد يؤدي الي تميزها وبالتالي هبوط وانهيار المنشآت المقامة عليها

استنادا الي الوقائع الزلزالية التي حدثت في كثير من دول العالم أكدت جميع الكوارث والمواصفات العالمية المتعلقة بسياسة استخدام الأراضي وتصميم المنشآت لمقاومة الزلازل على ضرورة تجنب إقامة المنشآت الهامة في المناطق الرملية المشبعة بالرطوبة وخصوصا إذا كنت هذه المناطق مصنفة ضمن المناطق ذات الشدة الزلزالية المرتفعة, ومن الجدير بالذكر أن هناك حلول علمية لمعالجة وتجنب حدوث ظاهرة تميؤ التربة الرملية التي ترافق حدوث الزلازل

التربة الطينية

تقسيم التربة الطينية لعدة أصناف وبدوره يختلف كل صنف عن الآخر في مدي قدرته علي التحمل وكذلك في خواصه الفيزيائية والميكانيكية فهناك مثلا التربة الطينية المتماسكة أو الرخوة أو التربة الطينية التي يتخللها الحصى والدبش بنسب مختلفة , وفي الغالب يكون المنطقة الواحدة أكثر من نوع من التربة .

وأهمية دراسة التربة في كل موقع بناء في أن الصنف الواحد من التربة الطينية لها أكثر من نوع وكل نوع بدوره له الخواص الفيزيائية والميكانيكية الخاصة به وهذا يعني وبشكل بسيط الاختلاف بين هذه الأنواع في القدرة علي التحمل وفي درجة الامتصاص وكذلك القابلية للتغير الحجمي, للتربة الطينية القابلة للانفخاخ لها قابلية عالية التغير الحجمي

أنواع التربة والتضخم الزلزالي

أحد المساهمين في التضخم الزلزالي هو السرعة التي ينقل بها الصخور أو التربة موجات القص (موجات S). الاهتزاز يقوي حيث تكون سرعة موجة القص أقل.

حدد البرنامج الوطني للحد من مخاطر الزلازل (5) NEHRP أنواع من التربة على أساس سرعة موجة القص (Vs). كما يلي:

النوع A, Vs > 1500 m/sec, الصخور الصلبة (الصخور النارية)

النوع ب, Vs > 750 m/sec > 1500 m/sec, صخرة (صخور بركانية)

النوع C, Vs > 350 m/sec > 750 m/sec, التربة الكثيفة والصخور الناعمة (الحجر الرملي)

النوع D, $200 \text{ m/sec} < V_s < 350 \text{ m/sec}$, التربة القاسية (الطين)

النوع E , , $200 \text{ m/sec} > V_s$, لتربة الناعمة (الحشو الاصطناعي)

كانت الزلازل ولا تزال أحد أسوأ الكوارث الطبيعية التي شهدتها الكرة الأرضية مما جعل العلوم الهندسية تركز اهتمامها لدراسة وتحليل الهزات الأرضية وصولاً إلى إنتاج خرائط زلزالية وبالتالي وضع سياسة استخدام الأراضي, إضافة إلى عمل كودات خاصة لتصميم وتنفيذ المنشآت مقاومة للزلازل وقد أظهرت الأحداث الزلزالية أن جيولوجية المنطقة ونوعية موقع البناء لهما تأثيرات كبيرة على سلوك ومقاومة المباني عند تعرضها للزلازل في تربة الموقع يمكن أن تؤدي إلى حصول ما يلي تضخيم القوى الزلزالية التي تتعرض لها المباني والانزلاقات الأرضية وتميؤ التربة الرملية المشبعة بالرطوبة

نتائج البحث

معرفة أسباب الأضرار الناجمة عن الزلازل مهمة للغاية من حيث تقليل الخسائر الاقتصادية المحتملة واتخاذ الاحتياطات اللازمة قبل وأثناء وبعد الزلازل. وشددت مؤخراً على إدارة الكوارث الحديثة على التأهب للكوارث ، ولكن أيضاً أهمية الوقاية من الكوارث. تتم مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها مع الاستجابات الطيفية المقترحة للتقييم الزلزالي وإعادة تركيب بنية المبنى في قانون الزلازل من الضروري عند وضع أنظمة البنية أن يأخذ التفاعل بين البنية الأساسية بعين الاعتبار وأن يأخذ تأثيرات التشوهات التي تحدث على الطبقات الأرضية بسبب الأحمال المنقولة إلى الأرض على قوى داخلية.

وتوزع الحمل في عنصر الأساس ونظام التحميل الحامل للبنية الفوقية في الاعتبار.

في حين أن تصميم الهيكل الهندسي يجب أن يعمل الأساس وفقاً للأرض قدر الإمكان ويجب أن يفي بمعايير التصميم بالوسائل الجيوتقنية والهيكلية.

. يجب أن يكون الالتزام بين الأرض والمبنى كافياً. في إطار نموذج مشترك حيث يتم أخذ البيئة الأرضية ونوع الأساس والبنية الفوقية بعين الاعتبار معاً ، يجب مراعاة التفاعل المتبادل بين الأرض والهيكل أثناء الزلازل أثناء إجراء الحسابات.

المراجع

- ايلوش محمد (1996), أساسيات علوم الزلازل والهندسة الزلزالية, دمشق, سوريا
- الدييك جلال, (2006), تصميم المباني لمقاومة الزلازل, كلية الهندسة جامعة النجاح الوطنية
- السمارة محمد (2006) أساسيات ديناميك المنشآت والهندسة الزلزالية, الطبعة الاولى, دمشق
- الدييك جلال, (1999) " تخفيف مخاطر الزلازل في فلسطين, اليمن
- Kutanis, M., Bal, (2015). Displacement of the Buildings According to Site-Specific Earthquake Spectra. Periodica Polytechnica Civil Engineering
- Kramer, S.L. (1996). Geotechnical Earthquake Engineering, Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey
- Aderson , j. (2001) "dynamic response of structure " the seismic design Handbook< Kluwer academic
- Matthy, l. Salvadori, M. (1992) "why Building Fall, How Structure fail" by Keving Woest