
INFORMATION NOTE

Seismic-resistant design for new buildings in Hong Kong

1. Introduction

1.1 After the occurrence of the catastrophic 2008 Sichuan earthquake in China and the 2011 Miyagi earthquake in Japan, seismic-resistant design for buildings has become a topical issue in Hong Kong. To facilitate members' deliberation, this information note summarizes the current legislative requirement on load-resisting building design, the consultancy study on seismic effects commissioned by the Administration (including consideration on seismic-resistant building design standards and possible damage cost and casualties, construction cost, public infrastructure and disaster emergency relief facilities), public views and concerns on the issue, and the way forward.

2. Background

2.1 Geographically, Hong Kong is not situated within active seismic belts and thus the possibility of having serious earthquakes in the territory is relatively low. According to the Hong Kong Observatory, the chance of a major local tremor in Hong Kong is very small, and there is no evidence of an increase in the number of locally felt tremors in recent years. The strongest tremor ever recorded in Hong Kong was Intensity VI to VII on the Modified Mercalli Scale ("MMS")¹ occurred in 1918. This was the only earthquake that had caused damage in Hong Kong since 1905 when the Hong Kong Observatory started recording locally felt earth tremors, and the earthquake had inflicted minor damage on the walls of a few buildings constructed under the prevailing building standards at the time.

¹ MMS is a seismic scale used for measuring the intensity of an earthquake. It classifies earthquake effects into 12 grades, ranging from Intensity I "Not felt except by a very few under especially favorable conditions" to Intensity XII "Damage total, lines of sight and level distorted, objects thrown into the air".

2.2 There is no statutory seismic-resistant building design standard in Hong Kong at present. The extant *Buildings Ordinance* does not require private buildings in Hong Kong to possess seismic-resistant designs. However, the Ordinance stipulates that buildings in Hong Kong should be able to withstand wind gusts of 250 km per hour, and hence such buildings possess a very high load-resisting capacity. In the event of an earthquake of MMS Intensity VII, the Administration reckons that buildings constructed according to the current standards should be safe and suffer no serious damage.

2.3 In respect of seismic-resisting capability of buildings such as fire stations, hospitals and police stations, these buildings have been designed to be wind-resistant since the 1930s. The standard of wind resistance for these buildings has also been regularly revised and upgraded to meet changing needs. As such, according to the Administration, these buildings are basically safe and will suffer no serious damage in the event of an earthquake that may occur in Hong Kong.

2.4 In case of serious incidents, the Security Bureau will initiate the established contingency measures according to the circumstances. It will coordinate the command and control centres of the emergency services and supporting departments to carry out rescue, recovery and restoration work.

3. Consultancy study

3.1 The Buildings Department has commissioned a consultancy study ("Study") on seismic effects with the objective to assess earthquake risks in Hong Kong and the effects of earthquakes on local buildings. According to the Administration, the study was conducted in accordance with internationally recognized methodologies. It covered analysis of seismic data and records in Hong Kong and its neighbouring regions, and made reference to the code for seismic design of buildings issued by the relevant departments of the Mainland regarding the need for seismic-resistant designs for buildings based on the assessment of intensity of earthquakes in the Hong Kong region.

Possible damage cost and casualties

3.2 According to the Study, in the case of a low intensity earthquake measuring MMS Intensity V to VI, which has an estimated return period of 1 in 72 years, 0.27% of the existing building floor area in Hong Kong may suffer "moderate damage"². In a moderate earthquake of MMS Intensity VII, which has a return period of 1 in 475 years, 3.9% of the existing building floor area in Hong Kong will suffer moderate damage, while 0.19% of the existing building floor area will suffer "extensive damage"³ and 0.003% may suffer "complete damage"⁴.

3.3 A high intensity earthquake measuring MMS Intensity VIII, which has a return period of only 1 in 2 475 years, would cause more severe damage. It is estimated that 16.5% of the existing building floor area in Hong Kong may suffer moderate damage, 2.8% may suffer extensive damage and 0.19% may suffer complete damage. Of the 0.19% which may suffer from complete damage, between 5% and 15% of the buildings involved may collapse.

3.4 Taking into account the probability of occurrence of different intensities of earthquakes and the associated extent of damage, the estimated annual damage cost to the structural elements of the buildings due to earthquakes could be reduced by some 80%, from \$600 million to the order of \$120 million assuming that the total building stock in the territory had been constructed in accordance with the seismic-resistant design requirements of the United States' International Building Code 2006 (IBC 2006)^{5,6}.

² "Moderate damage" refers to damages such as large flexural cracks with some spalling, large diagonal cracks in shear walls, and masonry walls with large diagonal cracks.

³ "Extensive damage" refers to damages such as spalled concrete and buckled reinforcement in columns and beams, visibly buckled reinforcement in shear walls, and most unreinforced elements with extensive cracking.

⁴ "Complete damage" refers to the structure being in imminent danger of collapse due to brittle failure of beams and columns and most of the shear walls, and unreinforced masonry walls may collapse due to in-plane or out-of-plane failure.

⁵ IBC 2006 is an international building code which establishes minimum regulations for building systems using prescriptive and performance-related provisions. The code is founded on principles intended to establish provisions consistent with the scope of a building code that adequately protects public health, safety and welfare; provisions that do not unnecessarily increase construction costs; provisions that do not restrict the use of new materials, products or methods of construction; and provisions that do not give preferential treatment to particular types or classes of materials, products or methods of construction. IBC 2006 has been superseded by IBC 2009 which provides detailed refinement to the former without causing significant implications on costs.

⁶ The LegCo Brief provided by the Administration did not include other estimation methodology in assessing possible damage cost and casualties (see Development Bureau (2012)).

3.5 Furthermore, the number of fatalities in case of an earthquake in Hong Kong would be significantly reduced if seismic-resistant design requirements are imposed on the total building stock in the territory. For instance, in a high intensity earthquake (MMS Intensity VIII), the estimated average number of fatalities would fall from 130 – 150 to only three on average if IBC 2006 is adopted.⁶

Construction cost

3.6 According to the Study, the increase in construction cost would not be high if seismic-resistant standards were incorporated into the design and construction of buildings. Assuming the adoption of IBC 2006, it is estimated that the increase in construction cost (i.e. labour and material costs) of new residential buildings would range from 0% to 0.3%. If the Mainland's "Code for Seismic Design of Buildings"⁷ is adopted, the increase in construction cost of new residential buildings would be about 0.9%. As regards buildings with transfer plate construction⁸, it is estimated that the corresponding increase in construction cost may range from 0% to 5%.

Public infrastructure and disaster emergency relief facilities

3.7 While most of the earthquakes registered in Hong Kong have been of MMS Intensity V or below, various major infrastructures (e.g. airport, highway structures, railway bridges, reservoirs and sewage tunnels), including highway structures associated with private development, have been designed to withstand earthquakes measuring MMS Intensity VI to VIII. On the other hand, existing Government buildings relating to emergency and rescue operations (e.g. fire stations, hospitals and police stations) are not designed to specific seismic-resistant design standards.

⁷ The Mainland's "Code for Seismic Design of Buildings" (GB50011-2001) was issued in 2001 jointly by the then Ministry of Construction and the General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. It was subsequently superseded by GB50011-2010 in December 2010. As far as seismic-resistant design is concerned, GB50011-2010 provides detailed refinement to GB50011-2001 without having significant implications on cost terms.

⁸ Transfer plate construction involves construction of plate structure that transmits heavy loads from columns or walls acting on its top and redistributes them to supporting columns or walls underneath. Spacing of vertical supporting elements above a transfer plate is usually closer than below it for easy and flexible architectural planning purposes.

4. Public views and concerns on seismic-resistant building design

4.1 Professionals from various sectors of the community have expressed views and concerns on seismic-resistant building design in Hong Kong since the Sichuan earthquake in 2008. The major views and concerns as reported in the newspapers are summarized below⁹:

- (a) engineers pointing out that the current rigorous building standards would not only withstand strong wind, but also earthquake as well. The Mainland seismic-resistant code might not suit Hong Kong's geology and the adoption of which would cause confusion and complication for the industry;
- (b) academics considering that the construction requirements for wind-resistant building designs were different from those for seismic-resistant building designs as each had its own peculiarities. The community had very weak awareness of the need for seismic-resistant design building;
- (c) academics asserting that the soft storeys created in buildings with transfer plate might weaken the building structure. These buildings could not cope with the lateral forces caused by the swaying during an earthquake and would be vulnerable to collapse in a moderate to severe earthquake; and
- (d) commentators warning that many buildings in territory had been constructed on slopes and reclaimed land and these buildings would hardly withstand earthquake with MMS intensity above VII. As such, they urged the public not to be complacent but take pre-cautionary measures against potential earthquake occurrence. Furthermore, academics pointed out that there were not any post-quake rescue and relief measures in place in Hong Kong.

⁹ Please refer to **Appendix** for details.

5. Way forward

5.1 Many major international cities and economies located in areas of seismicity comparable to that of Hong Kong have introduced statutory seismic-resistant design standards for new buildings. These include Shanghai, New York City, South Korea, Thailand, Australia, France and Germany. As such, the Administration advises that Hong Kong should catch up with the latest international safety standards for building design.

5.2 The Administration considers that there may be a case for introducing statutory seismic-resistant building design standards for new buildings, and major alteration and addition works in existing buildings in Hong Kong, save for those public infrastructure works. In this connection, it proposes to formulate a statutory seismic-resistant building design standards, taking into account the relevant international standards and Hong Kong's geology, topography and construction practices.

5.3 The Administration aims to consult the stakeholders, including the building professional institutions, building contractor associations, developers' association, local academics of the relevant fields, and the Legislative Council. It will introduce to members of the Subcommittee on Building Safety and Related Issues at the meeting on 11 June 2012 the recommendations of the Study and the proposed way forward.

Appendix

新報 | 2008-06-02
走出悲痛邁向明天
港研究加強樓宇防震能力

【新報記者綜合報道】天文台表示，四川汶川大地震，本港感受到的震動僅麥加利烈度 3 度，強調近年有感地震的個案並無明顯增加。天文台科學主任胡宏俊稱，香港並非位於地震活躍的地區，距離最接近的板塊邊緣約 600 公里，因此發生大地震的機會極微。土木工程拓展署總土力工程師（標準及測試）潘偉強就指，香港及廣東省的地震活動，只屬低至中度，而本港境內的斷層，也沒有出現近代活動迹象。地震對本港人造斜坡、擋土牆影響不大，引起填海區液化的可能性也不高。亦有研究顯示，地震導致人造斜坡崩塌的風險，遠比因暴雨導致的風險為低。

若發生地震遠離建築物

屋宇署總結構工程師陳柱輝表示，屋宇署委聘顧問研究地震對本地樓宇影響的研究快將完成，初步證實本港大部分樓宇，即使在發生烈度達 7 度的地震的情況下，按現行規格興建的樓宇，仍然是安全和不會受到重大損毀的。不過，該署將因應有關結果研究需否修改法例，加強樓宇的抵禦地震能力。保安局保安事務主任鄭淑珍稱，一旦本港出現包括地震等嚴重事故，緊急應變系統及措施便即時啟動，展開救援及善後等工作。她強調，雖然香港發生強烈地震的可能性很低，但一旦發生地震，市民切勿恐慌，必須保持鎮定。在室內的人應遠離玻璃或容易墮下的物件；在戶外則應走到空曠的地方，遠離建築物、斜坡及架空電線。

文章編號：200806020330013

本內容經慧科的電子服務提供。本內容之版權由相關傳媒機構 / 版權持有人擁有。除非獲得明確授權，否則嚴禁複製、改編、分發或發布本內容。版權持有人保留一切權利。

Appendix (cont'd)

大公報 | 2008-06-20
通識新世代 | 中文基本功 | By 容若
居安思危

日前提過，香港本身不曾有過地震，如有震感，都是別處地震餘波所及，但要有「居安思危」的思想準備。

原來，香港與毗連的廣東，鄰近的福建、江西、廣西、海南，以及沿海島嶼，都屬東南地震區(我國八個地震區之一)範圍。這個地震區，幾百年來有過兩次地震活躍期。在後一個活躍期中的一九一八年，廣東南澳發生了七點二級大地震，據前輩憶述，當時香港的吊燈像盪鞦韆般搖曳。這是一九六二年廣東河源六點一級地震影響到香港時，前輩告訴我的。我在香港所歷震感，除了一九六二年一次，還有一九六九年廣東陽江六點四級地震、一九八七年江西尋鄔六點五級地震。陽江、尋鄔比河源離香港更遠，但在香港仍有震感。

香港的地理歷史環境如此，不能不

「居安思危」。可是香港的建築物，許多方面犯了抗震之大忌。在陡坡、海(河)邊、填海區建高樓大廈；這在日本並不允許，卻是「香港特色」。香港大廈林立，座與座距離太近；砌牆用的磚，一般是空心的……，這對防震也極之不利。樓宇至多抵得住七度地震，似乎也該重新調整。

由於種種因素，香港的高樓大廈，也有可能(甚至已經)出現「豆腐渣」工程。短樁事件被揭發，樓宇建成六年即成「危樓」被揭發，相信許多人記憶猶新。更恐怖的是，半山區的旭龢大廈，經不起風雨，六層樓瞬間全部塌陷！這個舊聞永遠難忘！香港建築物如此，「居安」寧不「思危」！

容若

文章編號：200806200020138

本內容經慧科的電子服務提供。本內容之版權由相關傳媒機構 / 版權持有人擁有。除非獲得明確授權，否則嚴禁複製、改編、分發或發布本內容。版權持有人保留一切權利。

Appendix (cont'd)

亞洲週刊 | 2008-12-14
文化 | By 朱一心
從設計著手加強防震意識

第七屆香港設計營商周舉行「地震與設計」論壇，全球大師雲集，探討防震設計，分享各地從設計和建築上著手減少危機化解災難的經驗。論壇也探討草根階層運用傳統智慧，以低成本達成防震效果。

這將是全球第一次的「地震與設計」民間論壇，第一個從預防與災後管理、美學與空間、工程與材料、民生與動物關懷等專題入手的國際論壇，來者不少是大師級人馬，但內容卻標榜「人人聽得明白」，並免費參與。

論壇將於十二月十二及十三日在香港舉行，著名的專家包括以紙筒建造災後房屋的聯合國難民高級委員會顧問坂茂、有「熊貓之父」之稱的四川臥龍熊貓中心的張和民、研究災難危急管理的印度教授 **Amit Kumar**、香港「共建和諧社區」的關國樂、日本地震專家以及香港理工大學曾到四川幫助重建的學者等，共十六位專家講員。論壇公開，部分講座加設視像中心，讓更多公眾和學生參與。

設計營商周「地震與設計」論壇顧問線成功接受亞洲週刊專訪時強調：「這是前所未有的論壇，兼顧不同的層面，我們希望帶來思考和關注，因為設計也是解決問題的概念。」於是，就有香港學生問，為什麼把這樣的論壇設於香港——一個沒有地震的城市？

若細心看今年已進入第七屆的香港設計營商周，多年來推廣的核心價值，其實仍是「優秀的設計令人類的日常生活更美好」，線成功開門見山的說：「很簡單！家裏的書架若有防塌設計，地震時就不會被書架壓死；還有，家裏若有一張堅固的飯桌，但凡有事就可躲進去，這不就是防災的設計嗎？」「地震與設計」看來並不是那麼遙遠。他說，單是設計好家裏容易掉下來的東西，那已是一門很大的設計事業，要知道，在一場地震和風災裏，很多人的死因，並非淹死或震死，而是被書架和雜物壓死。

若放眼未來，全球暖化，更多的天然災害將會來臨，人類應做好準備，減少傷亡和損失。線成功補充：「這是一個國際交流論壇，經驗共享，許多問題都要解決，例如舊區如何防災，難道你叫居民都拆掉房子，一下子拆掉這麼多屋，人們住在哪裏？還有，草根階層的災後重建如何是好，難道一間土房子能有錢請防震建築師設計嗎？」

Appendix (cont'd)

是啊！四川災民大部分都是農民。這次來港的意大利安全局地震災難總監 **Mauro Dolce**，就是擅長在物資貧乏的地區，如意大利的山區，建立簡單防震的平房，讓草根階層輕易重建家園，技術包括在建房砌磚時加上兩個特別木條圍框技術，達到防震的效果，**Mauro** 對建築工程結構的研究包括高消耗橡膠和有形狀記憶的合金及不銹鋼等先進物料的應用，他還制定和執行特殊條例，以減少危機和化解災難。

這次論壇邀請的日本專家最多，包括坂茂、五十殿侑弘、西山峰広、小堀徹及竹內徹，全都是享負盛名的地震專家及建築大師，線成功解釋，日本面積雖只佔地球百分之零點二五，但大地震的發生比率卻佔全球二成，可說是世界地震之都，是應付地震問題的先進國家，「一個日本小朋友，察覺地震，就會知道怎樣躲，一個香港人，就完全不知要躲到哪裏」。

坂茂是這群日本專家中，最受世界各地年輕人愛戴的，他除了以自然物料紙筒建立許多災後臨時屋外，還是世界許多著名建築物的建築師，包括巴黎的新龐比度中心及東京三宅一生的房子，他最有名的循環再用紙筒建築，是日本阪神地震後的一座紙筒教堂，其後，又於台灣地震後，把日本教堂的紙筒物料，搬到台灣重建另一座教堂，目前，他也參與四川重建。線成功說：「我覺得他是個很有心的人。」

東京理工學院建築及建築工程系副教授竹內徹則著重日本房屋的防震設計，他曾獲多個工程結構設計大獎，包括二零零六年日本結構設計獎、零七的優秀設計獎，以及二千年以「香港三百公尺以上大廈結構設計」獲得日本設計工程學會的 **JSCA** 獎，竹內徹堅持為老房子老學校鑽研加固設計，讓人們可以在老房子繼續生活，也讓老房子在空間上有加固的支持牆體。他認為老房子太多，不能為了防震就拆掉，令全部人無家可歸。

其他日本專家的防震新概念，還包括懸掛式框架建築、橡膠物料腳架的碗型設計等。

Appendix (cont'd)

香港有發生大災難的可能性嗎？根據這次來港的日本京都大學災難預防研究學院災難控制系統研究中心教授林春男的看法，災難是一定會來的，問題是我們應怎樣預防？若香港發生大災難，他認為最大可能是風災，像神戶曾有過的大風災，通訊系統全部停頓，線成功說：「那次風災過後，整個神戶城市都沒法通訊，但日本人的防災難心理很強，現在由預防到災後通訊，居民流離失所，都準備好對策，香港人卻完全沒意識到。」

另一位指出香港沒有防災心理準備的學者，是香港理大土木及結構工程系岩土工程講座教授周錦添，研究範圍包括地震、山泥傾瀉及海嘯等。他認為香港的建築都不合乎七級地震的規格，但香港仍有可能面對嚴重的地震。他曾研究中國擔桿島及華南一帶，搜集資料顯示該處斷層屬活躍帶，若發生七級地震，香港一定被波及。他將分享其他地區的災難經驗，如何學會教訓。自五月十二日汶川大地震後，他和同事帶領理大兩個團隊到四川考察並幫助重建。

另一出席論壇的香港建築師關國樂，是國際復康總會國際科技與無障礙設施委員會主席，組織的概念是災後對傷殘人民帶來的福祉，也應是所有平民老百姓的福祉，線成功說：「這是文明與不文明國家的分別。」關國樂會把無障礙城市設計、照顧不方便市民的科技帶給論壇。

大師雲集，再一次提醒我們，災後的重建，並不能只停留在捐贈帳篷和泡麵，也不能只停留在人類，而忽略動物和大自然，防災不單只管人類。中國四川卧龍國家級自然保護區管理局局長兼中國保護大熊貓研究中心主任張和民，也與中國地震工程學專家王亞勇等來港主講講座，分享竹林震壞、缺乏竹糧以及重建安全的動物園等心得。

Appendix (cont'd)

天氣已寒，五月的時候，全球目光聚焦四川，但如今深秋將盡，四川仍有許多災民住在帳篷，關注和重建不能少，那是數以百萬計災民的希望，香港的「地震與設計」論壇，希望能真正達到像線成功所說的多角度解決問題，多角度思考，幫助災民，也幫助在城市生活的人，防患未然。

文章編號：200812149215987

本內容經慧科的電子服務提供。本內容之版權由相關傳媒機構 / 版權持有人擁有。除非獲得明確授權，否則嚴禁複製、改編、分發或發布本內容。版權持有人保留一切權利。

Appendix (cont'd)

東方日報 | 2011-02-26

探射燈：「防風」不同「防震」一廈兩準添混亂

有工程師和測量師都表示，香港由於經常要面對強烈颱風，所有新型及大型建築物都已符合嚴謹的防風標準，足以抵禦地震，毋須另設防震標準，何況香港根本並非處於活躍地震帶；強行將兩套標準同時引進同一個項目內，反而會引起混亂，亦造成浪費公帑。

何鉅業指香港建築物的抗風要求相當高，足以抵禦地震。

內地各省市標準不一

工程師學會會長朱沛坤指出，香港本身的建築物防風標準相當嚴謹，已起到防震作用；又強調內地的防震標準，是根據不同省市所承受的地震風險而各有不同，並無聽聞有為香港特別設計出一套標準。即使借用深圳的標準亦不適合，質疑添馬艦工程為何需要及參考哪套內地的防震標準。

朱沛坤指香港將防風與防震標準引進同一項目內，或會引起混亂。

朱沛坤說：「本港有自己一套防風標準，與內地的防震標準不同，兩套標準不可混為一談，若應用於同一項目並不適合，相信會引起好多不必要問題。兩套標準需要時間磨合，過程相當複雜。」

測量師學會建築測量組主席何鉅業也稱，香港建築物的抗風要求相當高，而且香港並非處於活躍地震帶，抗風要求已足以抵禦地震。從過往經驗和科學分析，均無必要融合抗風和抗震兩套標準，否則浪費了設計。

文章編號：201102260322367

本內容經慧科的電子服務提供。本內容之版權由相關傳媒機構 / 版權持有人擁有。除非獲得明確授權，否則嚴禁複製、改編、分發或發布本內容。版權持有人保留一切權利。

Appendix (cont'd)

信報財經新聞 | 2011-03-18
科技創意 | 科技新知 | By 鄭君尚教授
香港的地震風險與抗震設計

日本九級地震震驚全球，同屬東亞的香港亦對地震消息更為關注。香港有否發生地震的風險？倘若不幸遇上地震，本港建築物的設計是否足以抗震？讓我們先從地震的形成說起。

地球是一個略呈梨狀的橢球體，平均半徑為 6,400 公里。地球由地表至核心，可分為性質不同的三層：表層是地殼、其下為地幔、最深層為地核。外層的地殼是三者中最薄的，平均只有 35 公里深，屬固體。地幔屬軟流半固體，厚度約 2,900 公里。地核則由外層的流體層與內層的固體層組成。

地震的形成與毀壞性

根據板塊構造學說，地殼由七大板塊組成。由於地殼下面的地幔屬軟流半固體，因此板塊自由滑動、彼此互撞。板塊的飄移作用，令地層之間擠壓碰撞；當地層破裂而釋放巨大應力變能時，就可能產生地震。日本處於四塊海洋板塊（北美、歐亞、太平洋與菲律賓板塊）的交界，因此容易發生地震。

研究地震和震害時，要注意兩個完全不同的概念：震級、與烈度。震級指地震所釋放能量的大小等級；烈度則指某一地區的地面和人工建築物受地震影響的強弱程度。

譬如日本地震震級高，在香港的地震烈度卻不一定高；三一地震震級達九級，我們在香港卻感受不到地震，因為香港與日本有一段距離，即香港由此次地震引起的地震烈度很低。從地震引發建築物破壞導致人命傷亡與財產損失的角度來看，與其着眼地震等級，不如注意地震烈度。

先說地震震級：三一日本地震最新的修訂震級為黎克特制九級。黎克特制（Richter Magnitude、M）是一般人理解的標準，業內人士則多用矩震級（Moment Magnitude、M_w）作為標準。另外，面波震級也是常用的標準。

Appendix (cont'd)

至於地震烈度，一般計算地震烈度最常用的標準為修訂麥加利烈度（**Modified Mercalli Intensity**），以羅馬數字分成十二級，一度（**I**）為最輕微的無感地震，至十二度（**XII**）為全面破壞、巨石移動、地形改變的烈度。

震源指是地震發生的起始位置，斷層開始破裂的地方；震央則指直接處於震源以上地球表層的位置，也就是地面距震源最近的地方。如果震源（譬如仙台市下面的地殼）與震央（仙台市）之間的距離（稱為震源深度）越大，及香港與震央的距離越遠，則香港的地震烈度越小。

地震可分為數種：淺源地震、中源地震、深源地震。

我們一般留意的地震，都是淺源地震，即震源深度少於 70 公里。震源深度越小，地震的災害越大。

震波分為體波與面波兩種。體波分為壓縮波（**P wave**）與剪切波（**S wave**），面波則分為洛夫波（**Love wave**）與瑞利波（**Rayleigh wave**）兩種。地震發生時，一般壓縮波先被監測，一至五分鐘內出現剪切波，隨即很快出現毀滅性最大的面波（洛夫波與瑞利波）。

如果在出現壓縮波與出現面波之間的時間立即發出警報呼籲大家疏散，可以將人命傷亡減低。

香港有地震風險嗎？

香港人常說：香港不屬地震帶、沒有地震。事實是否如此？根據紀錄，由 1905 年香港天文台開始紀錄本港有感地震（即可感受到的地震）以來，及至 2010 年為止本港共發生 166 次有感地震，沒有造成傷亡。其中兩次地震在香港所引起地震烈度達修訂麥加利烈度七度。本港有紀錄烈度最強的地震發生於 1918 年 2 月 13 日，當時地震震央位於距離香港 300 公里的汕頭，香港的地震烈度估計為七度；位於港島半山堅道 27 號的聖士提反女子中學損毀嚴重（該校後遷往巴丙頓道，繼而遷往現址列堤頓道），成為本港歷年來唯一舉報因地震帶來破壞的個案。

Appendix (cont'd)

根據 2001 年《中國地震動參數區劃圖》，香港 50 年超越概率 10% 的地震動峰值加速度（港、九、新界的平均）為 0.125g（g 為重力加速），即平均每 475 年就有一次或以上達烈度七度的地震。最新於 2010 年底公布的《中國建築抗震設計規範》，香港被納入設計基本地震加速度為 0.15g 的七度地震烈度區內，即香港屬中度地震區，建築物須作抗震設計。

如前述，修訂麥加利烈度將地震烈度分為一度至十二度，而七度地震烈度的現象包括站立有困難、汽車司機感到地震、懸掛的物件抖動、家具破壞、用料脆弱的磚石建築出現裂縫與損毀、孤立的矮牆與建築飾物紛紛墮下、混凝土製的灌溉渠道受到破壞等等。

港建築物的現況與隱憂

由於中國地震動區劃圖及中國建築抗震設計規範已將香港界定為七度地震烈度區，香港需要製訂抗震建築的規範。雖然本港屬低中度地震區、大地震發生的可能性不高，然而一旦發生地震，後果也可相當嚴重，尤其香港人口密度高，而且除青馬大橋與昂船洲大橋等大型建築，或將軍澳醫院等特殊用途的建築有抗震設計外，大部分建築都沒有考慮抗震。

事實上，1989 年澳洲紐卡素發生五點六級地震後，業界方注意到中度地震區的建築物假若沒有抗震設計，亦會引致大災害。

香港的建築物雖然符合抗風設計、能承受時速二百公里的陣風吹襲，卻不講究抗震。抗風設計與抗震設計從理念、結構行為至特性均迥異。抗風是強度設計，抗震則是延性設計；延性指建築物變形大小的能力，即韌性，同時保持應有的強度。

抗風設計一般只考慮結構的靜力特性，而抗震設計必須考慮結構的動力反應和地基對地震作用的影響；這些都是抗風設計不用考慮的因素。

Appendix (cont'd)

本港許多高層建築物都有轉換層，即上層為單位多、牆柱密的高密度住宅，下層為牆柱較疏的大堂或商場。由密至疏的力量轉換，倚靠大型的轉換板或轉換樑承托；由轉換層承托上部的力，取得更廣闊的下層空間，傳到下部較為稀疏的結構牆或柱樑。

從抗風來看，並不構成危險；然而從抗震來看，轉換設計產生了軟弱層(soft storey)，這一層之上與之下樓層的剛度懸殊，造成建築物沿高度方向存在極大的剛度變化；一旦發生地震，層樓間的相對位移相當大，樓宇容易倒塌。另外，抗震設計的建構規劃牽涉許多與抗風設計不同的特別規定和細節，結構牆柱的配鐵方式與抗風設計也大不相同。

未來規劃

從沒有防震規範到制訂規範，並將之落實於建築物的建設上，是一個艱巨的過程，牽涉的政治與社會因素十分複雜。現時本港的防震概念和意識十分薄弱，可幸的是當局現已覺察到這個情況，開始發展和着手研究有關指引。我們希望香港可以制訂有關防震規範，而本港的建築物亦可及早廣泛使用抗震設計。

作者為香港科技大學土木及環境工程學系教授鄺君尚教授

文章編號：201103183910115

本內容經慧科的電子服務提供。本內容之版權由相關傳媒機構 / 版權持有人擁有。除非獲得明確授權，否則嚴禁複製、改編、分發或發布本內容。版權持有人保留一切權利。

Appendix (cont'd)

明報 | 2011-03-23

穗百年沒地震 專家憂慮強震

【明報專訊】本身為地震專家的中國工程院院士周福霖表示，廣州百多年未發生過地震，能量積蓄可能會加大高級別地震的出現，他呼籲國家提高抗震標準。而香港城市大學建築系教授梁以德透露，屋宇署亦正制訂樓宇抗震的標準，草稿已經擬出，抗震標準有望盡快出台，實施後未來香港的樓宇建築成本將增加 1%。

廣州《新快報》引述著名防震工程專家、中國工程院院士周福霖表示，廣州已經有 100 多年沒有發生過地震，但這不代表廣州可以高枕無憂。相反，百年的能量積蓄可能會加大高級別地震出現的可能性。

周福霖促提高抗震烈度

他指出，中國地震局近日研究，排除了上海、天津、廣州等人口密集的城市 80 條斷層的活動性，但這並不意味廣州就排除在地震之列。因為歷史上多次地震證明，愈大的地震往往愈容易發生在看起來平靜的地方，如 3 月的日本 9 級大地震，本來預測在東京東部發生地震的，但沒估過會在仙台發生，另中國唐山，以及日本大阪神戶地震等，都曾被認為是比較安全的地方，結果卻發生了地震。

他續稱，鑑於廣州發生地震的可能性，目前的防震措施還未完全達到應對 5 級地震的要求，若地震來臨，可能會造成嚴重後果。因按國家要求，廣州抗震烈度應達到 7 度（分 6 至 9 度）；考慮震中和震源深度，最好應達到 8 度，相當於 5 至 6 級地震強度。

屋署抗震標準建築費料增 1%

至於香港，香港城市大學建築系教授梁以德表示，香港目前並無一個建築物的抗震標準，估計目前建築物抗震能力可以抗 5 級地震，低於廣州的標準。但梁教授表示，各地建築物抗震標準不同，亦各有特色，香港的樓宇是以抗風震為主，而且樓宇的安全系數相對較高，大都可以承受高於設計 3 倍以上搖晃。

Appendix (cont'd)

他透露，香港屋宇署正在制訂樓宇抗震標準，經過 2 至 3 年的研究，目前草稿已經擬出；不過在日本大地震後，可能還需要再修改。他指將來標準出台，應該對樓價不會產生大的影響，預計有關的標準將令樓宇的建築費用增加 1%。

Appendix (cont'd)

東方日報 | 2011-03-24
港研建築物加防震

【本報訊】日本大地震引起港人對地震災害的關注，屋宇署署長區載佳昨透露，該署正進行研究，檢討在本港新建築物的設計安全基準中，是否須要加入地震元素，有關研究已進入最後階段，並有初步結果，現正進行內部諮詢，當局今年內會將研究報告提交立法會發展事務委員會審議。

立法會財委會昨討論下年度涉及發展局的撥款，有議員要求政府在新建築物加入地震元素，加強樓宇安全。區載佳指，香港位處歐亞板塊中心，並非地震帶，地震風險不高，加上香港新建築物有防風要求，可抵禦二百五十海里風速，即等同可抵禦修訂麥加利烈度表六至七級地震，香港樓宇結構安全，但他透露該署正檢討新建築物設計基準。

城市大學建築系教授梁以德指，近年本港已加強建築物安全標準，樑柱之間接合點的鋼筋要求亦加強，相信足以抵禦六至七級地震。但他表示，內地對樓宇抗震要求最高為修訂麥加利烈度表八級，香港人口稠密，他認為本港抗震標準應達國家的最高標準。

文章編號：201103240321274

本內容經慧科的電子服務提供。本內容之版權由相關傳媒機構 / 版權持有人擁有。除非獲得明確授權，否則嚴禁複製、改編、分發或發布本內容。版權持有人保留一切權利。

References

1. Building Department. (2010) *Examination of Estimates of Expenditure 2010-11: Controlling Officer's Reply to Initial Written Question raised by Director of Buildings*. Available from: [http://www.bd.gov.hk/english/documents/SFCQ2010/DEVB\(PL\)077e.pdf](http://www.bd.gov.hk/english/documents/SFCQ2010/DEVB(PL)077e.pdf) [Accessed June 2012].
2. Development Bureau. (2012) *Legislative Council Brief: Introduction of Seismic-Resistant Building Design Standards in Hong Kong*.
3. GovHK. (2007) *Press Releases: LCQ5: Seismic resisting capability of buildings*. Available from: <http://www.info.gov.hk/gia/general/200702/07/P200702070175.htm> [Accessed June 2012].
4. GovHK. (2009) *Press Releases: LCQ8: Earthquake risks and its impact on buildings*. Available from: <http://www.info.gov.hk/gia/general/200906/24/P200906240181.htm> [Accessed June 2012].
5. Hong Kong Observatory. (2012) *Earthquake Report*. Available from: http://www.weather.gov.hk/gts/quake/eqpress_e/eqpress_e.20120523.2316.htm [Accessed June 2012].
6. J.W. Pappin & R. Koo. (2007) *Seismic Hazard Assessment and Site Response Evaluation in Hong Kong*. Available from: http://www.aees.org.au/Proceedings/2007_Papers/27_Koo,_Raymond.pdf [Accessed June 2012].
7. J.W. Pappin, R.C.H. Koo, M.W. Free & H.H. Tsang. (2008) *Seismic Hazard of Hong Kong*. In: *Special Issue: Earthquake Engineering in the Low and Moderate Seismic Regions of Southeast Asia and Australia – 2008*. Available from: <http://www.ejse.org/Archives/Fulltext/2008/Special1/200804.pdf> [Accessed June 2012].
8. *Official Record of Proceedings of the Legislative Council*. (2007) 7 February.

9. SkyscraperCity. (2012) *Earthquakes in Hong Kong*. Available from: <http://www.skyscrapercity.com/archive/index.php/t-155642.html> [Accessed June 2012].

Prepared by Diana WONG
7 June 2012
Tel: 3919 3632

Information notes are compiled for Members and Committees of the Legislative Council. They are not legal or other professional advice and shall not be relied on as such. Information notes are subject to copyright owned by the Legislative Council Commission (the Commission). The Commission permits accurate reproduction of information notes for non-commercial use in a manner not adversely affecting the Legislative Council, provided that acknowledgement is made stating the Research Division of the Legislative Council Secretariat as the source and one copy of the reproduction is sent to the Legislative Council Library.