

KIẾN TRÚC - CÔNG TRÌNH - ĐỘNG ĐẤT

PGS Lê Kiều
 Trường Đại học Xây dựng

KHÁI NIỆM

Động đất là hiện tượng rung động đột ngột mạnh của vỏ trái đất do sự dịch chuyển các mảng thạch quyển hoặc các đứt gãy trong vỏ trái đất và được truyền qua những khoảng cách lớn dưới các dạng dao động đàn hồi. Động đất chủ yếu liên quan với nội lực kiến tạo. Đa số động đất xảy ra ở đới hút chìm các mảng thạch quyển hoặc ở dọc các đứt gãy sâu. Nhưng cũng có loại động đất do ngoại lực như sự trượt lở đất đá với khối lượng lớn hoặc sự mất cân bằng trọng lực ở những nơi có hồ chứa nước nhân tạo lớn và sâu. Nơi phát sinh dịch chuyển của động đất được gọi là chấn tiêu hoặc lò động đất. Nổi tâm trái đất với chấn tiêu qua lên mặt đất, đường này gặp mặt đất tại nơi được gọi là chấn tâm. Khoảng cách từ chấn tâm đến chấn tiêu được gọi là độ sâu chấn tiêu, ký hiệu là H. Khoảng cách từ chấn tiêu đến trạm quan sát (trạm đặt máy hay chân công trình) được gọi là tiêu cự Δ, khoảng cách từ chấn tâm đến trạm quan sát gọi là tâm cự D. Cường độ động đất ở mặt đất xác định theo thang động đất hoặc bằng đại lượng manhitut (magnitude).

Động đất trên thế giới thường tập trung ở hai đới: đới vòng quanh Thái Bình Dương và đới Địa Trung Hải qua Himalaya vòng xuống Malaixia. Hai đới này cũng là nơi tập trung nhiều núi lửa đã tắt và đang hoạt động. Động đất ở Chile 1960 là động đất mạnh nhất (8,9 độ Richter) có năng lượng lớn gấp trăm lần năng lượng quả bom nguyên tử đã nổ ở Hiroshima. Tại Việt Nam, động đất chủ yếu tập trung ở phía trung Hà Nội, dọc theo sông Hồng, sông Chảy, sông Đà, sông Cà, ven biển Nam Trung bộ. Động đất ở Điện Biên Phủ (1-11-1935) đạt tới 6,75 độ Richter, cấp 8-9 thang động đất, độ sâu chấn tiêu là 25 km. Động đất ở Tuần giáo (Lai Châu), xảy ra ngày 24-6-1989 đạt 6,7 độ Richter, cấp 8-9, độ sâu chấn tiêu là 23 Km.

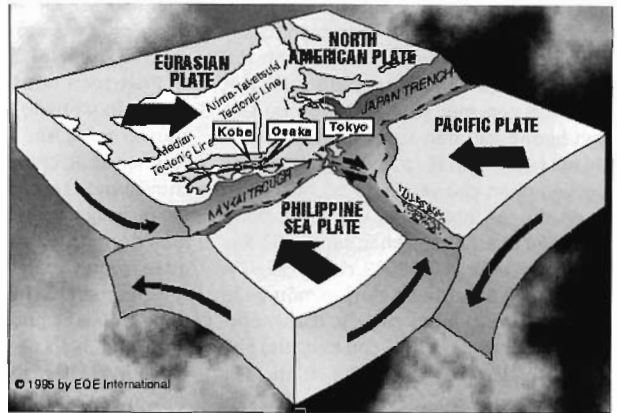
Nhiều nguyên nhân của sự phát sinh ra khối năng lượng gây ra động đất như hàng động bị sập, các mảnh thiên thạch va vào trái đất, các vụ thử bom hạt nhân ngầm dưới đất, nhưng nguyên nhân cơ bản là sự chuyển động tương hỗ không ngừng của các khối vật chất nằm sâu trong lòng đất để thiết lập một thế cân bằng mới, thường được gọi là vận động kiến tạo. Động đất xảy ra do hậu quả của vận động kiến tạo được gọi là động đất kiến tạo. Theo thống kê, 95% các trận động đất trên thế giới có liên quan trực tiếp đến vận động kiến tạo.

Theo thuyết kiến tạo vỏ trái đất, thạch quyển là lớp cứng được tạo chủ yếu là các quần thể đá giàu nguyên tố Si và Mg nên gọi tắt là Sima còn bên trên nó được gắn các lục địa rải rác do các quần thể đá giàu chất Si và Al nên gọi tắt là Sial tạo nên. Bề dày thạch quyển khoảng 70 km ở biển và 140 km dưới các lục địa. Tuy bao trùm toàn bộ vỏ trái đất nhưng thạch quyển không phải là lớp có bề dày đồng đều mà có dạng kiến trúc phân mảng bởi các vết đứt sâu xuyên thủng. Dưới thạch quyển là lớp dung

nhám lỏng, dẻo ở nhiệt độ cao. Thực tế này làm cho các mảng có sự chuyển dịch tương đối với nhau và dĩ nhiên những lực địa bám trên mình nó cũng dịch chuyển theo (thuyết lục địa trôi nổi). Ngày nay tồn tại 11 vĩ mảng mang tên: Á Âu, Ấn Úc, Thái bình dương, Bắc Mỹ, Nam Mỹ, Phi, Nam Cực, Philippin, Cocos, Caribe, và Nazca. Các mảng lớn lại được phân chia thành các mảng nhỏ qua các vết đứt gãy nông hơn.

Có năm dạng chuyển động tương đối giữa các mảng khi động đất là: các mảng tách xa nhau ra, các mảng dũi ngầm xuống sâu, các mảng trượt lên nhau, các mảng va vào nhau, các mảng rúc đồng qui vào nhau. Trong 5 loại này, các chuyển động dũi và trượt tạo động đất mạnh hơn cả.

Thí dụ trận động đất ở Kobe, Nhật Bản, tháng Giêng năm 1995 được mô tả chuyển động của các mảng theo hình kèm đây.



Ta quan sát trận động đất năm nay (2011), nếu lấy Tokyo làm tâm thì thấy vị trí trận động đất năm nay đối xứng với trận động đất năm 2005 qua Tokyo và cũng nằm trên hào đứt gãy Nhật Bản.

Khi xảy ra động đất, quá trình chuyển động trượt tương đối giữa các khối vật chất không chỉ vận động cơ học đơn giản mà còn có cả sự tích lũy thế năng biến dạng hoặc kèm chuyển hoá năng lượng, năng lượng từ trạng thái này sang trạng thái khác dẫn đến sự tích tụ năng lượng ở những vùng xung yếu nhất định trong lòng đất. Khi năng lượng tích tụ đến giới hạn nào đó, không còn thế cân bằng với môi trường chung quanh nên thoát ra dưới dạng thế năng chuyển sang động năng và gây ra động đất. Các điểm tích tụ năng lượng, điểm chấn tiêu, nằm sâu trong lòng đất từ 5 km đến 70km. Trận động đất ở Tuần giáo (1983) có

độ sâu H = 32 km. Một số trận động đất khác H = 70 km ~ 300 km. Các trận động đất mạnh thường ở độ sâu 30 km ~ 100 km.

ĐÁNH GIÁ CƯỜNG ĐỘ ĐỘNG ĐẤT

Có thể dựa vào hậu quả của nó, hoặc năng lượng gây ra trận động đất ấy. Trong vòng 200 năm qua trên thế giới đã để nghị khoảng 50 loại thang phân cấp đo cường độ động đất. Các thang sau đây được nhiều nước sử dụng:

Thang Mercalli cải tiến:

Năm 1902 G. Mercalli (Giuseppe Mercalli, người Ý, 1850-1914) để ra thang đo cường độ động đất 12 cấp. Năm 1931 Wood và Newmann bổ sung nhiều điều cho thang 12 cấp này và thang này được mang tên MM. Thang MM đánh giá độ mạnh của động đất dựa vào hậu quả của nó tác động lên con người, đồ vật và các công trình xây dựng. Thang chia thành 12 cấp, từ cấp I đến IV là động đất yếu, từ cấp V đến VI đã tác động đến giác quan con người, đánh thức người ngủ, đèn treo trên trần nhà lay động, nhà cửa rung nhẹ và có chút ít thiệt hại. Động đất cấp VII làm cho người phải bỏ chạy khỏi nhà, hư hỏng từ nhẹ đến vừa với nhà bình thường và làm hỏng nặng nhà mà khâu thiết kế và thi công kém. Một số ống khói bị đổ. Cấp VIII làm hư hỏng hàng loạt công trình, ngay những nhà được thiết kế và thi công tốt. Panen sàn rời khỏi dầm đỡ. Gọi là động đất cấp IX và cấp X là động đất làm đổ hầu hết các nhà. Động đất cấp XI gây thiệt hại trên phạm vi lớn. Cấp XII mang tính huỷ diệt kèm theo sự thay đổi địa hình nơi có động đất.

Thang MKS-64 :

Thang MSK-64 năm 1964

được Medvedev và Sponheuer và Karnic đề xuất để đánh giá động đất ảnh hưởng đến công trình xây dựng. Cường độ động đất được đánh giá qua hàm số chuyển dời cực đại của con lắc tiêu chuẩn có chu kỳ dao động riêng T = 0,25 s. Thang KSK-64 cũng có 12 cấp và quan hệ giữa cấp MSK-64 với phổ biên độ của con lắc tiêu chuẩn như bảng sau:

MM	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
MSK 64	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
JMA	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Wcm/s ²			0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000

MSK-64	Phổ biên độ (mm)
5	0,5~1,0
6	1,1~2,0
7	2,1~4,0
8	4,1~8,0
9	8,1~16,0
10	16,1~32,0

Thang Richter:

Thay cho việc đánh giá cường độ động đất thông qua hậu quả của nó, năm 1935, Richter, kỹ sư địa chấn người Hoa kỳ (Charle Francis Richter, 1900-1985) đưa ra thang đo cường độ động đất bằng cách đánh giá gần đúng năng lượng được giải phóng ở chấn tiêu. Ông đưa ra định nghĩa, độ lớn M (Magnitude) của một trận động đất bằng logarit thập phân của biên độ cực đại A (µm) ghi được tại một điểm cách chấn tâm D = 100 km trên máy đo địa chấn có chu kỳ dao động riêng T = 0,8 sec.

$M = \log A$

Quan hệ giữa năng lượng E (ergi) được giải phóng ở chấn tiêu với magnitude được xác định theo công thức:

$\log E = 9,9 + 1,9 M - 0,024 M^2$

Tính toán theo công thức này, thu được:

M	5	6	6,5	7	7,5	8	8,6
E	0,08x10 ²⁰	2,5x10 ²⁰	14,1x10 ²⁰	80x10 ²⁰	46x10 ²⁰	2000x10 ²⁰	20000x10 ²⁰

Về mặt lý thuyết, thang M bắt đầu từ 0 và không có giới hạn trên, nhưng thực tế chưa bao giờ đo được trận động đất nào có M đạt đến 9. Trận động đất mạnh tại Columbia (30-11-1906) và tại Sanricum, Nhật Bản (2-3-1933) cũng chỉ đạt tới 8,9.

Độ sâu của chấn tiêu ảnh hưởng rất lớn trong tương quan giữa thang M và thang MM. Trận động đất có thang M=8 nhưng sâu H>100 km thì ảnh hưởng của nó khá rộng nhưng hậu quả lại không đáng kể. Có trận động đất tại Maroc M = 5,75 nhưng H = 3 km đã gây ra cường độ động đất tới cấp XI ở vùng chấn tâm.

Thang năng lượng Richter có 7 bậc đánh số từ 2 đến 8 độ Richter. Giữa thang Mercalli cải tiến và thang Richter có quan hệ như sau:

Thang Richter M	Thang Mercalli cải tiến MM
2	I~II
3	III
4	IV~V
5	VI~VII
6	VII~VIII
7	IX~X
8	XI

Năm 1981, Viện Kiến trúc Nhật Bản đã thiết lập mối quan hệ giữa thang MM, MSK-64 và đặt ra thang đo động đất JMA của Nhật Bản mà thang này gồm 8 cấp với gia tốc cực đại của nền đất W, cm/s² như bảng sau:

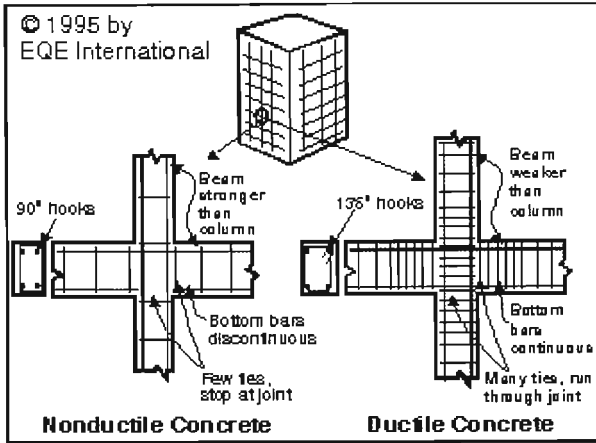
Các nước thường dùng song song hai thang là thang Mercalli cải tiến và thang năng lượng Richter nên chúng ta hay thấy nói trận động đất mạnh cấp mấy và có mấy độ Richter. Mạnh cấp mấy, hay được hiểu theo cấp của thang Mercalli cải tiến và độ Richter là theo thang Richter.

Vào hồi 22h52' ngày 19-02-2001 trên địa bàn tỉnh Lai Châu xảy ra trận động đất gây nên nhiều đợt chấn động ngắn kéo dài đến 6 giờ sáng ngày 20-02-2001. Theo báo cáo của Trung tâm Địa chấn, trận động đất lúc 22h52 mạnh 5,3 độ Richter, sau đó lúc 1h24 ngày 20-02-2001 chấn động mạnh 3,8 độ Richter, lúc 2h04 ngày 20-02-2001 chấn động mạnh 4,3 độ Richter sau đó còn một số đợt chấn động khác với cường độ nhẹ. Tâm động đất cách thị xã Điện Biên Phủ 20 km về phía Tây ở tọa độ 21,4 vĩ độ Bắc; 120,8 độ kinh Đông, độ sâu 12 km.

Do chấn tâm cách thị xã Điện Biên khoảng 20 km nên tác động không mạnh. Nhà cửa hư hỏng chút ít và không có nhà sập. Về thiết kế kết cấu ngôi nhà đã làm tại Điện Biên cần phải rút kinh nghiệm vì hầu như ít nhà làm kiểu khung bê tông cốt thép. Chỉ có một vài ngôi nhà làm kiểu khung không hoàn chỉnh và phần lớn là nhà tường gạch chịu lực được xây với mái vữa rất thấp.

Ở nước ta, hầu hết các trận động đất ghi lại được thì chấn tâm đều nằm tập trung ở phía Bắc, dọc theo các vết đứt gãy địa chất vùng sông Chày, sông Hồng, sông Đà, sông Mã, sông Cả... Theo số liệu mà tập Quy chuẩn Xây dựng Việt Nam (tập III) cung cấp thì vùng dự báo chấn động cực đại là 8 độ MSK-64, nghĩa là tương đương độ 5~6 Richter. Những năm qua mới ghi được tại nước ta cực đại là 6,75 độ Richter, nhưng phần lớn vào thời điểm động đất, những vùng có ảnh hưởng của động đất mật độ nhà thưa thớt nên thiệt hại không đáng kể.

Theo thống kê, ở Việt Nam có 30 khu vực có thể phát sinh động đất, trong đó có 2 thành phố lớn là Hà Nội và TP HCM. Mức chấn



động mạnh nhất lớn tới 6,8 độ richter, đủ để đánh sập nhà cửa.

Giáo sư Cao Đình Triều, Viện Vật lý địa cấu cho biết, Việt Nam nằm trong khu vực có hoạt động địa chất và đứt gãy mạnh. động đất ở nước ta thỉnh thoảng mới xuất hiện nhưng diễn biến khá phức tạp. Một số trận có cường độ mạnh như ở Điện Biên năm 1935 (6,7 độ richter), Tuần Giáo - Lai Châu năm 1983 (6,8 độ richter)...

Theo bản đồ phân vùng động đất, Việt Nam có thể xảy ra động đất mạnh cấp 8-9 theo thang cấp động đất quốc tế MSK.

Tại Ấn độ trận động đất tháng Giêng năm 2001 chỉ có 6,8 độ Richter mà đã hàng trăm ngàn ngôi nhà và làm chết khoảng 20.000 người, làm bị thương nặng đến 20.000 người nữa.

Nếu với độ sâu chấn tiêu chừng 30 km, và đô thị cách chấn tâm trên 20 km có thể tham khảo một số kinh nghiệm tổng kết trong cấu tạo các chi tiết nhà sau khi sơ kết những trận động đất lớn như tại Osaka (17 tháng Giêng năm 1995; 7,2 độ Richter):

(i) Nhà khung bê tông cốt thép chịu lực kháng chấn tốt hơn nhà tường gạch chịu lực.

(ii) Nhà khung bê tông cốt thép, tại nút khung nên bố trí thép đai trong nút khung, đai phân bố theo chiều cột khung, việc tránh được nứt ở nút khung tốt. Khoảng cách đai 50 mm, đai $\phi 8$.

(iii) Giữa tường chèn và khung cần bố trí những thanh thép râu cắm từ trong cột khung để cầu với tường mà khoảng cách giữa các râu không lớn quá 5 hàng gạch. Nối giữa hai cột râu ở hai đầu tường là thanh thép chạy theo chiều dài tường. Đường kính thép râu $\phi 8$. Mạch chứa râu thép phải xây bằng vữa xi

măng không có vôi và #100. Nên đặt râu thép này khi đặt cốt thép cột, để ép vào mặt cốt-pha, sau khi tháo rở cốt-pha sẽ cạy cho thép này bung ra để cắm vào các lớp tường xây chèn... Nếu quên có thể khoan lỗ sâu 100 mm vào cột khung rồi nhét thép vào sau, nhưng nhớ lấp lỗ chèn bằng vữa có xi măng trương nở (sikagROUT).

(iv) Với những nhà tường gạch chịu lực phải xây bằng vữa có xi măng và chất lượng vữa không nhỏ hơn #25. Cần đảm bảo độ cầu giữa những hàng gạch. Không xây quá ba hàng dọc mới đến một hàng ngang và nên xây theo kiểu chữ công.

(v) Trong một bức tường nên có ít nhất hai hàng giằng tại cao trình bậu cửa sổ, cao trình lanh tô cửa. Giằng bằng bê tông cốt thép #200 có 2 cốt dọc $\phi 8$ và đai nối 2 thanh cốt dọc này. Cốt thép đặt giữa giằng.

Nhiều hư hỏng trình hư hỏng do xuất hiện lực cắt lớn trong dầm và cột khung. Những phá hoại loại này thường xảy ra tại phần cột sát ngay mức trên sàn. Lý do là các chi tiết ở quanh nút khung chưa đủ độ cứng. Với cột, ta thấy chưa có cấu tạo chống với lực cắt ở vùng gần chân cột. Cần thiết kế lưới ốp quanh chân cột. Những thanh thép dọc âm qua gối cột của dầm, nên uốn móc 135°.

Nhà nhiều tầng bị động đất hay đập nát cột ở tầng trệt và tầng trên sát tầng trệt vì cả khối nhà bị xoắn. Lý do là tầng trệt thường phải làm thoáng cho phòng đón tiếp, garage nên không bố trí sườn gia cường cột. Cũng hay thấy cột bị đập ở sát chân những tầng giảm độ cứng theo chiều cao nhà. Những vị trí vừa nêu, chân cột cần gia cường chống xoắn.

Để kháng chấn tốt, nên dùng cốt thép vằn (thép gai, thép gờ) vì ở Kobê cho thấy nhiều nhà mà kết cấu dùng thép trơn thường bị phá hỏng.

Những hư hỏng thường do xuất hiện lực cắt lớn trong dầm và cột khung. Vị trí nơi phá hoại thường xảy ra tại phần cột sát ngay mức trên sàn. Nên làm lưới thép nhỏ ốp quanh chân cột, cột sẽ tăng độ cứng nhiều. Thép dọc chịu mômen âm dù là cột vằn cũng nên uốn móc 135°, mà nhiều tiêu chuẩn cho rằng với thép vằn không cần uốn móc.

Bộ Xây dựng đã ban hành tiêu chuẩn TCXDVN 375-2006, thiết kế công trình chịu động đất".

Tại những địa danh đến cấp huyện, quận, trong phụ lục số 1 của tiêu chuẩn này cho biết trị số gia tốc nền. Từ trị số gia tốc nền này mà biết nơi nào phải tính toán và cấu tạo kết cấu chống động đất, nơi nào chỉ cần cấu tạo mà không phải tính, nơi nào không cần kể đến ảnh hưởng của động đất.

Chủ đầu tư của các dự án phải biết và nhận thức đầy đủ về vấn đề công trình chịu động đất mà yêu cầu bên tư vấn thiết kế thực hiện. Bên thẩm định thiết kế cũng phải kiểm tra bên thiết kế phải tuân theo TCXDVN 375-2006 về "thiết kế công trình chịu động đất". Đây là trách nhiệm và nghiệp vụ quản lý dự án. ■