

MỘT SỐ YÊU CẦU CƠ BẢN VỀ THIẾT KẾ HẦM TRÚ ẨN TRONG CĂN HỘ KHÉP KÍN Ở SINGAPORE

TS. NGUYỄN NGỌC BÁ

Công ty TNHH THAM & WONG (Việt Nam)

Tóm tắt: Kể từ tháng 5 năm 1998 tất cả các loại nhà ở được xây mới ở Singapore đều phải bố trí một hầm trú ẩn cho mỗi hộ gia đình theo Luật Hầm trú ẩn Dân sự của Singapore. Đối với căn hộ trong nhà cao tầng có thể bố trí khép kín trong từng căn hộ hoặc bố trí hầm trú ẩn chung cho tất cả các căn trên cùng một tầng. Bài viết này giới thiệu một số yêu cầu về thiết kế đối với loại hầm trú ẩn trong căn hộ khép kín và ví dụ minh họa từ một trong các công trình nhà ở cao tầng mà tác giả tham gia thiết kế tại Singapore.

Từ khóa: Hầm trú ẩn, HS, nhà cao tầng.

1. Mở đầu

Singapore là một đất nước ít bị chiến tranh tàn phá trong khu vực. Trong hai đợt chiến tranh khi Nhật chiếm quốc đảo này tháng 2 năm 1942 và người Anh giành lại thuộc địa này tháng 9 năm 1945, cuộc chiến đều diễn ra rất chóng vánh và không gây hư hại lớn đến các công trình xây dựng ở đây. Quá trình chuyển giao chế độ sau này diễn ra trong hòa bình và có thể coi như từ năm 1945 đến nay Singapore không trực tiếp chịu tác động của chiến tranh. Tuy nhiên, không vì thế mà chính phủ nước này bỏ qua khả năng xảy ra chiến tranh trong tương lai và việc xây dựng các cơ sở hạ tầng dân dụng có xét tới tác động của chiến tranh đã được thực hiện từ hàng chục năm về trước. Các công trình công cộng như trường học, nhà sinh hoạt cộng đồng, nhà ga tàu điện ngầm đều là nơi tránh bom nếu chiến tranh xảy ra. Tính tới thời điểm tháng 9 năm 2012 đã có 33 nhà ga tàu điện ngầm được xây dựng đủ tiêu chuẩn làm hầm tránh bom, trong đó các nhà ga cỡ nhỏ có thể chứa được 6 tới 8 ngàn người và các nhà ga cỡ lớn có thể chứa được 16 đến 19 ngàn người; đã có 62 trường phổ thông và rất nhiều công trình công cộng khác được bố trí hầm tránh bom đạt tiêu chuẩn [1]. Những chung cư cao tầng được xây từ những năm 60 của thế kỷ trước cũng đã có hầm trú ẩn kiên cố bố trí ở tầng hầm hoặc tầng 1, đủ cho toàn bộ dân cư sống ở trên trú ẩn an toàn kể cả khi bom đánh sập ngôi nhà. Mặc dù vậy, Luật Hầm trú ẩn Dân sự Singapore năm 1997 có hiệu lực từ tháng 5 năm 1998 [2], yêu cầu các công trình nhà ở xây mới phải bố trí hầm trú ẩn ngay liền kề với nơi sinh hoạt, cụ thể là đối với nhà cao tầng nếu không bố trí mỗi căn hộ một hầm trú ẩn thì mỗi tầng cũng phải bố trí một hầm trú ẩn chung mà mọi căn hộ ở tầng đó đều có cửa mở trực tiếp vào đó.

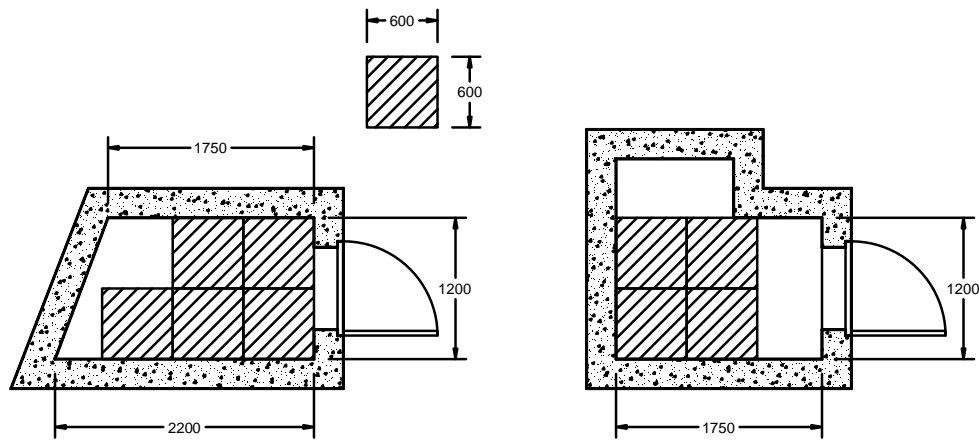
Nhìn chung, hầu hết các hầm trú ẩn ở Singapore, ngoài mục đích trú ẩn trong thời chiến, đều được sử dụng cho các mục đích khác nhau trong thời bình. Hầm trú ẩn trong các căn hộ khép kín thông thường được sử dụng làm kho cho người sử dụng căn hộ đó hoặc là phòng ngủ cho người giúp việc. Ở các chung cư được xây dựng trước khi Luật Hầm trú ẩn Dân sự 1997 của Singapore có hiệu lực thì các hầm trú ẩn thường được bố trí chung ở tầng hầm hoặc tầng 1 và có thể được sử dụng làm siêu thị nhỏ bán các đồ thiết yếu cho nhu cầu hàng ngày của người dân sống trong chung cư.

Nội dung của bài viết này đề cập tới đặc điểm của hầm trú ẩn nằm bên trong mỗi căn hộ, hay còn gọi là hầm trú ẩn trong căn hộ khép kín của nhà cao tầng và một số yêu cầu cơ bản về thiết kế hầm trú ẩn này.

2. Yêu cầu kiến trúc đối với hầm trú ẩn trong căn hộ khép kín của nhà cao tầng

Theo thuật ngữ quân sự, “hầm” là loại công sự được xây dựng chìm dưới đất, nửa chìm nửa nổi hoặc nổi trên mặt đất có nắp bảo vệ phía trên. Hầm trú ẩn trong nhà cao tầng theo yêu cầu của [2] là một gian phòng có tường và trần bằng bê tông cốt thép (BTCT), cửa bằng thép để bảo vệ người bên trong chịu được tác động của vũ khí như bom, đạn. Cơ quan phòng vệ dân sự Singapore (Singapore Civil Defense Force - SCDF) và Cơ quan quản lý về xây dựng (Building and Construction Authority - BCA) đã tiến hành nhiều nghiên cứu về khả năng chịu lực của hầm trú ẩn và đã ban hành yêu cầu kỹ thuật hướng dẫn thiết kế loại hầm này [3].

Theo yêu cầu kiến trúc, mặt bằng của hầm trú ẩn trong căn hộ khép kín có thể có dạng hình chữ nhật, hình vuông, hình thang hoặc hình chữ L. Kích thước bên trong của hầm trên mặt bằng không được lớn hơn 4 m và không được nhỏ hơn 1,2 m với diện tích bên trong từ 1,6 m² đến 3,4 m² tùy theo diện tích căn hộ, tối đa là 4,8 m² trừ khi có yêu cầu riêng được cơ quan có thẩm quyền chấp thuận. Thể tích bên trong của hầm trú ẩn dao động từ 3,6 m³ đến 9 m³. Đối với hầm có mặt bằng hình thang hoặc hình chữ L, ngoài các yêu cầu trên còn có thêm yêu cầu số ô vuông kích thước 600 x 600 mm, tượng trưng cho không gian chiếm chỗ của mỗi người, có thể bố trí trên mặt bằng hầm như minh họa ở hình 1, dao động từ 3 ô vuông cho căn hộ có diện tích không quá 45 m² đến 6 ô vuông cho căn hộ có diện tích lớn hơn 140 m².



Hình 1. Ví dụ về mặt bằng hầm trú ẩn hình thang và hình chữ L

Trong nhà cao tầng, các hầm trú ẩn, viết tắt là HS (Household Shelter), phải được bố trí chồng lên nhau tạo thành một tháp hầm trú ẩn (HS Tower), có tường BTCT liên tục từ hầm trên cùng kéo thẳng xuống móng hoặc xuống đến hệ sàn chuyển/dầm chuyển đỡ bởi hệ cột, vách khác. Riêng hầm trú ẩn ở hai tầng trên cùng có thể mở rộng ra nhưng cần đáp ứng một số yêu cầu nhất định. Có những khu vực của lõi không được sử dụng làm hầm trú ẩn, ví dụ phần kết cấu ở các tầng không bố trí căn hộ chỉ dùng để đỡ các hầm trú ẩn trên cao, những khu vực đó được gọi là Non-household Shelter và được viết tắt là NS trong các phần sau của bài viết này. Chiều cao từ sàn đến trần của HS tối thiểu là 2,4 m, tối đa là 3,9 m. Đối với NS khi chiều cao tầng lớn hơn 3,9 m cần bố trí các sàn ngăn cách hoặc hệ thống dầm có độ cứng tương đương sàn, phân chia NS theo phương đứng thành các đoạn có chiều cao không quá 3,9 m.

HS phải được bố trí càng xa mặt ngoài công trình càng tốt và phải lùi vào cách mép ngoài kết cấu dầm, sàn phía trên một khoảng cách tối thiểu phụ thuộc vào chiều cao tầng, tường có cửa hay không có cửa, và phụ thuộc vào chiều cao của dầm từ đáy sàn phía trên hạ xuống. Trong mọi trường hợp khoảng lùi từ mặt ngoài tường HS hay NS đến mép ngoài kết cấu dầm, sàn phía trên không được nhỏ hơn 1,8 m đối với tường không có cửa và 2,75 m đối với tường có cửa. Có thể sử dụng các tấm đan chắn nắng bằng thép hộp hoặc BTCT đưa ra để đáp ứng khoảng lùi cho HS hay NS nhưng tối thiểu phải có một phần sàn đặc BTCT đưa ra 1,0 m từ mép ngoài tường HS hay NS.

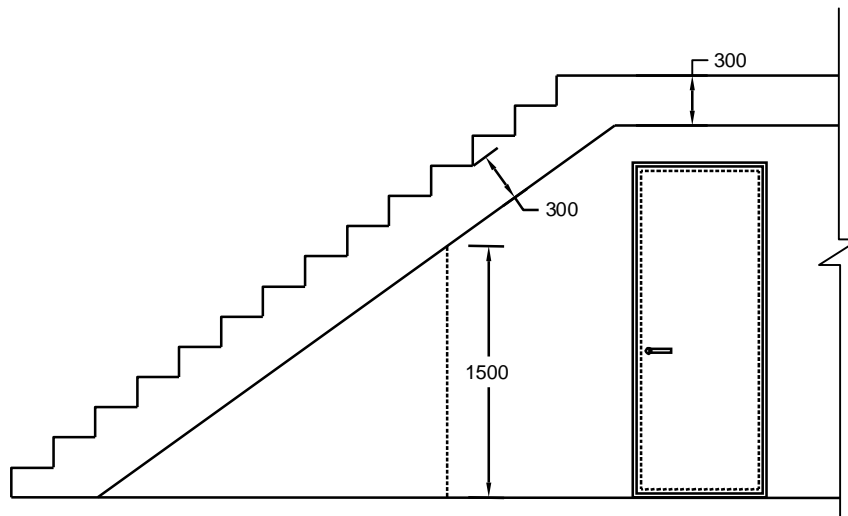
Quy định về chiều dày tối thiểu của tường BTCT của các HS và NS dao động từ 200 mm đến 300 mm, phụ thuộc vào chiều cao tầng và khoảng lùi từ mặt ngoài tường đến mép ngoài kết cấu dầm, sàn phía trên. Khoảng lùi càng lớn và chiều cao tầng càng nhỏ thì yêu cầu chiều dày tối thiểu càng nhỏ và ngược lại. Đối với căn hộ chung cư, cho phép sử dụng chung tường HS và NS với chiều dày bức tường chung đó không nhỏ hơn 200 mm. Đối với nhà ở liên kề thì tường của các HS và NS của các căn nhà phải độc lập, không được chung tường.

Chiều dày tấm trần BTCT phía trên HS phải dày tối thiểu 300 mm nếu phía trên không có các kết cấu chịu lực khác. Trường hợp phía trên có một tầng mái với sàn mái bằng BTCT che chắn với diện che phủ HS về các phía

không nhỏ hơn khoảng lùi tối thiểu thì chiều dày tấm trần HS tối thiểu cho phép lấy bằng 250 mm. Đối với các sàn ngăn cách các HS và NS trong tháp hầm trú ẩn, chiều dày tối thiểu cho phép là 175 mm.

Kích thước thông thủy cho cửa của HS được lấy cố định rộng 700 mm cao 1900 mm. Thông thường chỉ bố trí 1 cửa thép mở ra ngoài, tuy nhiên có thể bố trí thêm 1 cửa mở vào trong phục vụ cho các mục đích sử dụng trong thời bình khi không có chiến tranh. Cửa phải đảm bảo kín khí và cửa thép mở ra ngoài phải được cơ quan có thẩm quyền kiểm tra, cấp chứng chỉ thì mới được lắp.

Trường hợp đặc biệt có thể bố trí HS nằm dưới gầm cầu thang bên trong nhà như ở hình 2. Để kiểm tra diện tích tối thiểu, chỉ có phần diện tích mặt bằng có chiều cao thông thủy tối thiểu là 1,5 m mới được tính đến, tuy nhiên toàn bộ không gian của HS đều được tính để đối chiếu với thể tích cho phép như đã nêu ở trên. Trường hợp này cả tấm sàn phía trên và tấm bê tông bản thang đều phải có chiều dày tối thiểu là 300 mm.



Hình 2. Bố trí hầm trú ẩn dưới gầm cầu thang bên trong nhà

Bên trong HS không cho phép trát tường và trần hay làm chỉ, phào ở trên tường và trần, do đó ván khuôn cho sàn và tường cần có độ phẳng nhẵn tốt để tạo bề mặt bê tông đảm bảo thẩm mỹ. Cho phép bả trần, tường nhưng chiều dày lớp bả không được vượt quá 2 mm. Sàn có thể được lát gạch, đá sử dụng vữa xi măng gắn chặt với bê tông sàn với tổng chiều dày lớp hoàn thiện không quá 50 mm. Không được lát sàn bằng chất kết dính khác.

Mỗi hầm trú ẩn được bố trí hai ống thông gió đường kính 125mm, đặt cách nhau tối thiểu 1000mm, để thông gió cho hầm. Khoảng cách từ tâm ống thông gió đến mặt sàn hoàn thiện từ 1900 mm đến 3600 mm.

Các hệ thống dây điện, cáp tivi, điện thoại đi vào HS cần được luồn trong ống thép mạ kẽm chôn trong tường. Mỗi HS cho phép đặt tối đa 4 ống luồn dây đường kính 25 mm. Các chi tiết chân đế bắt tivi, ổ cắm cũng được làm bằng thép mạ kẽm và được chôn sẵn trong bê tông. Đường ống cấp ga và cấp nước đi vào trong hầm trú ẩn phải được luồn vào trong ống thép không gỉ, khi chạy bên trong hầm phải được bọc ngoài bằng 1 lớp BTCT có chiều dày tối thiểu 150 mm, cốt thép đường kính 10 mm với khoảng cách 100 mm theo cả hai phương.

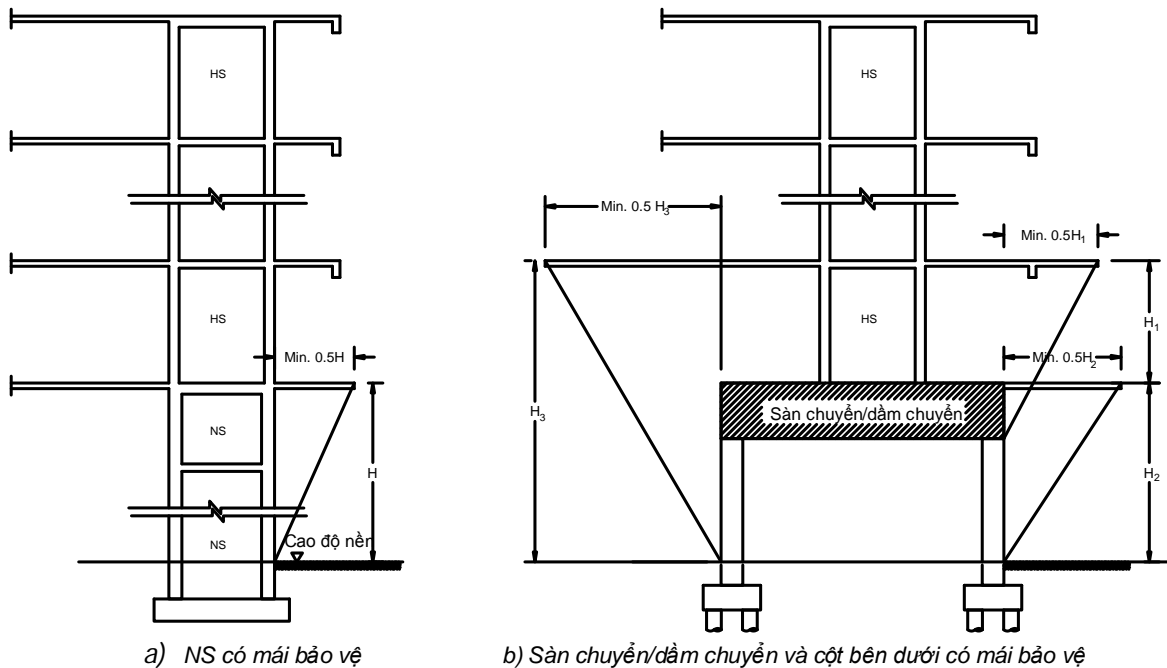
3. Yêu cầu thiết kế kết cấu

Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu BTCT của Singapore CP 65 [4] về cơ bản tương tự như tiêu chuẩn thiết kế kết cấu BTCT của Vương quốc Anh BS 8110 [5], do đó việc áp dụng [5] cũng được chấp thuận ở Singapore, tuy nhiên hệ số an toàn về vật liệu cốt thép phải được lấy bằng 1,15 theo phiên bản năm 1985. Các quy định thiết kế kết cấu cho HS và NS được biên soạn dựa trên tiêu chuẩn SS CP65, trong khi các kết cấu này thường là một bộ phận kết cấu kết nối với các kết cấu chịu lực khác của tòa nhà, do đó nếu không sử dụng tiêu chuẩn [5]

hoặc [4] để thiết kế kết cấu nhà thì việc áp dụng các quy định đối với HS, NS do BCA và SCDF ban hành cần phải có nghiên cứu riêng.

Về cơ bản, việc thiết kế HS được tiến hành như kết cấu thông thường chịu các loại tải trọng đứng và ngang theo quy định của tiêu chuẩn thiết kế thông thường, tuy nhiên phải tuân thủ các yêu cầu tối thiểu về cường độ bê tông, bố trí cốt thép, chiều dày của sàn, tường nêu ở [3]. Không được phép sử dụng kết cấu bê tông ứng lực trước đối với sàn, tường của HS cũng như các kết cấu đỡ HS. Các dầm gối lên tường HS phải được tính toán và cấu tạo với sơ đồ gối khớp lên tường HS.

Đối với hệ thống đỡ HS, bao gồm kết cấu NS, sàn chuyển/dầm chuyển và tường, cột bên dưới sàn chuyển/dầm chuyển, các yêu cầu thiết kế phức tạp hơn và được chia ra làm hai trường hợp: 1) trường hợp có mái bảo vệ và 2) trường hợp không có mái bảo vệ. Hệ thống đỡ chỉ được coi là có mái bảo vệ khi phía trên chúng có sàn bằng BTCT hoặc kết cấu tương đương che chắn với phạm vi che chắn vượt ra cạnh ngoài của hệ thống đỡ HS theo mọi phương là $0,5H$, với H là chiều cao tính từ mặt đất hoặc mặt dưới của sàn chuyển/dầm chuyển đến mặt trên sàn che chắn như minh họa ở hình 3.



Hình 3. Trường hợp hệ thống đỡ HS được coi là có mái bảo vệ

Trường hợp có mái bảo vệ, kết cấu tường, cột của NS được tính toán thiết kế theo các quy định đối với kết cấu BTCT thông thường. Riêng đối với kết cấu sàn chuyển/dầm chuyển, ngoài việc tính toán cho các trường hợp đối với kết cấu BTCT thông thường cần bổ sung thêm một trường hợp tải trọng đặc biệt do các kết cấu phía trên bị phá hủy rơi xuống. Giá trị của tải trọng do sụp đổ kết cấu này là 20 kN/m^2 phân bố đều trên toàn bộ bề mặt của sàn chuyển/dầm chuyển. Tổ hợp tải trọng đặc biệt ở trạng thái giới hạn chịu lực được quy định như sau:

$$\text{THĐB1} = 1,2 \text{ DL} + 1,2 \text{ LL} + 1,2 \text{ EL} + 1,2 \text{ WL} + 1,05 \text{ CL} \quad (1)$$

Trong đó:

THĐB1 - Tổ hợp tải trọng đặc biệt 1;

DL - Tải trọng thường xuyên;

LL - Tải trọng tạm thời;

EL - Áp lực đất hoặc nước tác động lên kết cấu;

WL - Tải trọng gió;

CL - Tải trọng do sụp đổ kết cấu.

Trường hợp không có mái bảo vệ, ngoài việc tính toán các kết cấu đỡ HS như kết cấu BTCT thông thường, cần kiểm tra các trường hợp bổ sung như sau:

a. Đối với tường, cột của NS

Kiểm tra với trường hợp một trong các cột bị phá hoại hoàn toàn hoặc tường bị phá hoại cục bộ với lỗ thủng có đường kính 1500 mm ở vị trí bất lợi nhất, áp dụng cho tất cả các cột hoặc tường biên. Mỗi trường hợp chỉ xét đến một cột bị cắt bỏ hoặc một bức tường bị thủng lỗ. Tổ hợp tải trọng để kiểm tra ở trạng thái giới hạn chịu lực, tổ hợp tải trọng đặc biệt 2 (THĐB2), được quy định như sau:

$$\text{THĐB2} = 1,05 \text{ DL} + 1,05 \text{ LL} + 1,05 \text{ EL} + 1,05 \text{ WL} \quad (2)$$

Trường hợp tường, cột của NS nằm dưới sàn chuyển thì cần kể thêm tải trọng do sụp đổ kết cấu là 20 kN/m² phân bố đều trên sàn chuyển/dầm chuyển với tổ hợp tải trọng đặc biệt 3 (THĐB3) như sau:

$$\text{THĐB3} = 1,05 \text{ DL} + 1,05 \text{ LL} + 1,05 \text{ EL} + 1,05 \text{ WL} + 1,05 \text{ CL} \quad (3)$$

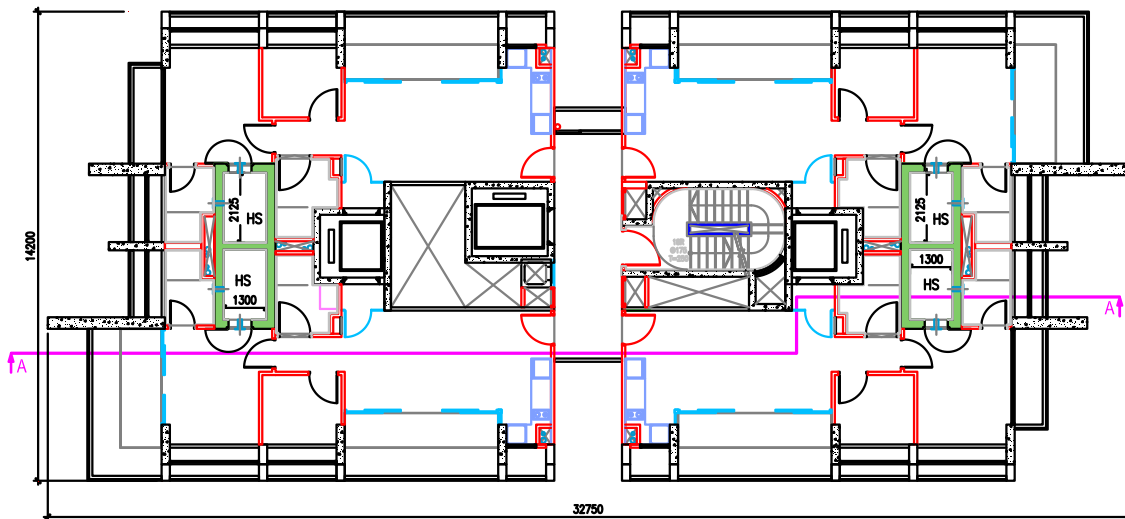
b. Đối với sàn chuyển/dầm chuyển

Khi không có mái bảo vệ, ngoài việc kiểm tra theo trường hợp tải trọng đặc biệt với tổ hợp THĐB1 và trường hợp tường, cột nằm bên dưới bị phá hoại ở trường hợp a đã nêu trên, sàn chuyển/dầm chuyển cần được kiểm tra với trường hợp bị đánh thủng 1 lỗ đường kính 1500 mm ở bất cứ vị trí nào trên sàn chuyển/dầm chuyển. Trường hợp này kết cấu cần được kiểm tra với tổ hợp tải trọng đặc biệt 3 ở trên.

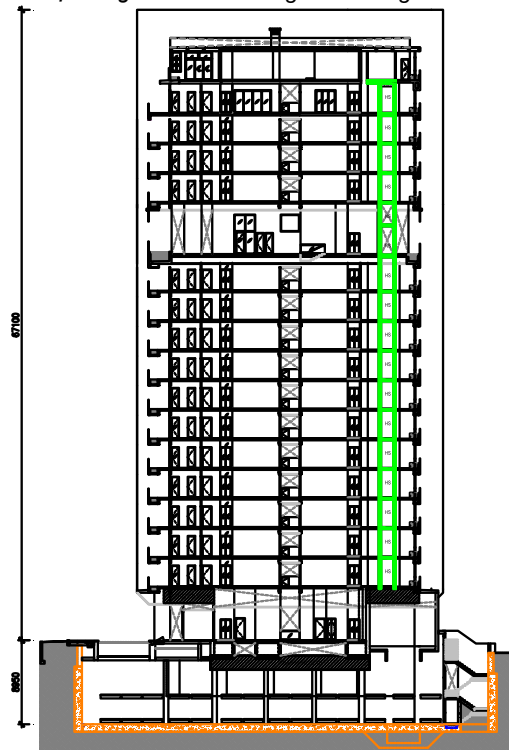
Khi kiểm tra với các trường hợp ứng với tổ hợp tải trọng đặc biệt 2 và 3 ở trên, hệ số an toàn về vật liệu được lấy bằng 1,0 đối với cốt thép và 1,3 đối với bê tông (Khi thiết kế kết cấu bê tông cốt thép theo BS 8110:1985 hoặc SS CP65, các hệ số này được lấy bằng 1,15 với thép và 1,5 với bê tông).

4. Ví dụ thực tế minh họa

Công trình đã được thiết kế là chung cư 19 tầng và một tầng hầm xếp xe bằng hệ thống cơ khí. Tầng 1 và tầng 2 là khu vực thông tầng phục vụ cho các yêu cầu sử dụng chung như bố trí lối xe ra vào tòa nhà, các phòng kỹ thuật, bể bơi. Từ tầng 3 đến tầng 13 và tầng 15 đến tầng 17 là các tầng bố trí căn hộ, tầng 18 và 19 là các căn hộ penhouse thông tầng. Tầng 14 có chiều cao bằng hai lần chiều cao tầng điển hình, được bố trí vườn cây và các phương tiện phục vụ cho việc tập thể thao, thư giãn cho cư dân trong chung cư. Hình 4 thể hiện mặt bằng điển hình của chung cư. Hình 5 thể hiện mặt cắt A-A cắt qua HS. Mỗi tầng điển hình được bố trí bốn căn hộ với HS cho mỗi căn được bố trí ở khu vực giữa của mỗi cụm hai căn hộ. Kích thước thông thủy của mỗi HS là 1300 x 2125 mm, khoảng lùi nhỏ nhất từ HS ra mép ngoài kết cấu sàn bao che phía trên là 2600 mm đối với tường không có cửa và 4600 mm đối với tường có mở cửa, đảm bảo các yêu cầu quy định ở [3]. Do tầng 14 không bố trí căn hộ nên tại vị trí tương ứng với HS của tầng điển hình sẽ là các NS.



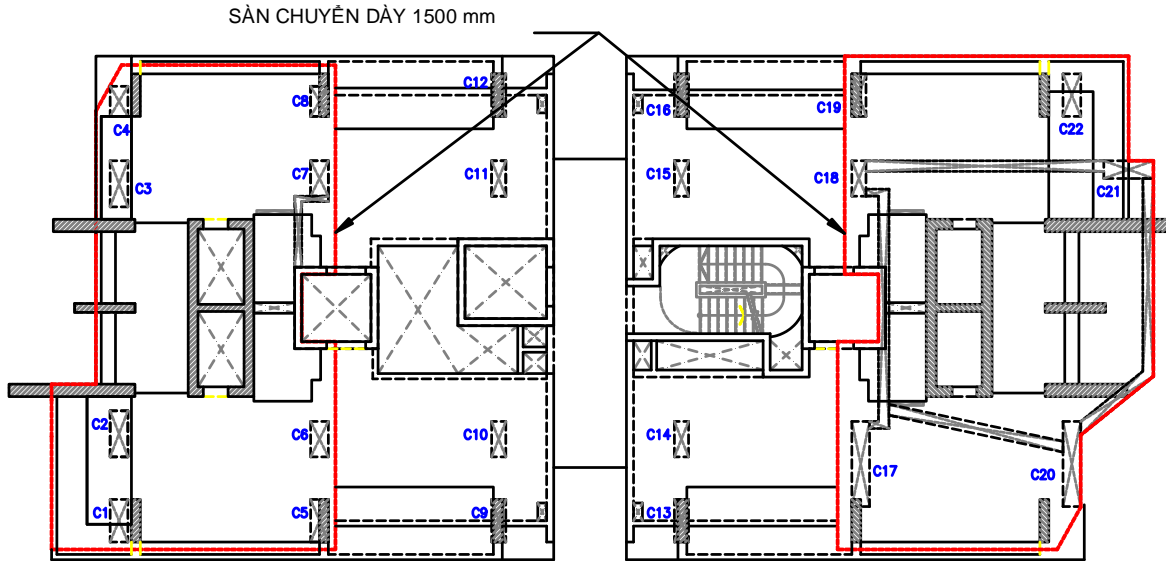
Hình 4. Mặt bằng điển hình chung cư 19 tầng có bố trí hầm trú ẩn (HS)



Hình 5. Mặt cắt A-A

Để đáp ứng các yêu cầu kiến trúc về bố trí hệ thống đỗ xe dưới tầng hầm và bố trí không gian sử dụng chung ở tầng 1, sử dụng kết cấu sàn chuyển ở hai cao độ: Sàn chuyển ở cao độ sàn tầng 3 để đỡ các HS và NS phía trên và sàn chuyển ở cao độ tầng hầm lửng, cách sàn tầng một 1,65 m để phân bố lại lưới cột phía trên và dưới nó cho phù hợp với công năng của từng khu vực.

Do khoảng cách từ mép sàn tầng 3 đến các cột đỡ sàn chuyển ở tầng 3 nhỏ hơn chiều cao từ chân cột đến sàn tầng 3 nên các cột từ C1 đến C8 và C17 đến C22 (hình 6) phải được kiểm tra theo tổ hợp tải trọng THĐB3 với lần lượt từng cột bị bỏ đi trong mô hình tính toán và có thêm hoạt tải phân bố trên sàn chuyển là 20 kN/m^2 do kết cấu bên trên bị phá hoại rơi xuống. Đối với sàn chuyển, ngoài việc kiểm tra theo mô hình cắt bỏ cột ở trên, sàn còn phải được kiểm tra với trường hợp bị đánh thủng 1 lỗ đường kính 1500 mm tại vị trí bất kỳ theo tổ hợp THĐB3.



Hình 6. Mặt bằng kết cấu sàn tầng 3 nơi bố trí sàn chuyển đỡ HS

Như vậy, đối với trường hợp sàn chuyển đỡ HS phía bên trái trên hình 6, ngoài việc thiết kế như đối với kết cấu BTCT thông thường cần kiểm tra theo các trường hợp đặc biệt sau:

- 6 trường hợp cột biên từ C1 đến C5 và C8 lần lượt bị cắt bỏ: Sử dụng tổ hợp tải trọng THĐB3 với hệ số vật liệu cho cốt thép là 1,0 và bê tông là 1,3;
- Trường hợp sàn bị đánh thủng 1 lỗ đường kính 1,5 m tại vị trí bất kỳ, các cột được giữ nguyên: Sử dụng tổ hợp tải trọng THĐB3 với hệ số vật liệu cho cốt thép là 1,0 và bê tông là 1,3;
- Trường hợp không cắt bỏ cột và sàn không bị đánh thủng: Sử dụng tổ hợp tải trọng THĐB1 với hệ số vật liệu cho cốt thép là 1,15 và bê tông là 1,5.

Đối với các cột đỡ sàn chuyển cũng được kiểm tra như trên, ngoại trừ trường hợp sàn chuyển bị đánh thủng lỗ.

Kết quả tính toán cho thấy, trường hợp tải trọng nguy hiểm nhất đối với kết cấu sàn chuyển và các cột đỡ chúng xảy ra khi cột bị cắt bỏ. Đối với mỗi trường hợp cột bị cắt bỏ, lượng cốt thép yêu cầu ở mỗi khu vực sẽ khác nhau, ví dụ đối với sàn chuyển: trường hợp cột C1 bị cắt bỏ sẽ cho kết quả lượng cốt thép lớp trên sàn chuyển ở khu vực cột C2 là lớn nhất, trường hợp cột C2 bị cắt bỏ sẽ cho kết quả lượng cốt thép lớp dưới sàn chuyển theo phương từ cột C1 đến C3 là lớn nhất. Cốt thép của sàn chuyển cần phải được thiết kế thỏa mãn tất cả các trường hợp bất lợi xảy ra. Tương tự khi kiểm tra với cột: đối với cột C2, lực dọc sẽ là lớn nhất nếu cột C1 bị cắt, tuy nhiên mô men sẽ là lớn nhất nếu cột C3 bị cắt và cột C2 phải được thiết kế chịu cả hai trường hợp trên.

5. Nhận xét

Tùy vào thiết kế kiến trúc của tòa nhà có phải sử dụng sàn chuyển/dầm chuyển trong công trình hay không mà chi phí cho việc xây dựng các HS trong căn hộ khép kín có thể cao hay thấp, tuy vậy theo đánh giá của Ủy ban Nhà ở Singapore chi phí này chỉ chiếm 4% đến 5% giá bán căn hộ loại 4 phòng và 2% đến 3% giá bán căn hộ loại 5 phòng. Qua thực tế thiết kế một số chung cư cho thấy nếu bố trí HS hợp lý, không có hệ sàn chuyển thì hàm lượng thép bổ sung do các trường hợp tác động đặc biệt gây ra là không đáng kể hoặc không cần phải kiểm tra đối với tác động đặc biệt gây ra. Đối với kết cấu HS như nêu ở ví dụ trên, cần phải kiểm tra nhiều trường hợp tác động đặc biệt, lượng thép bổ sung cho sàn chuyển và cột đỡ cũng chỉ chiếm khoảng 20 % đối với lượng thép cho bản thân cấu kiện đó khi thiết kế như đối với kết cấu thông thường.

6. Kết luận

Bài viết đã giới thiệu một số yêu cầu cơ bản về thiết kế hàm trú ẩn trong căn hộ khép kín ở Singapore. Hiện tại nước ta chưa có quy định bắt buộc phải bố trí hàm trú ẩn cho nhà ở, tuy nhiên qua bài viết này các chủ đầu

tự và đơn vị tư vấn có thể tham khảo và cân nhắc đưa hàm trú ẩn vào công trình của mình để nâng cao giá trị sản phẩm, giúp cho khách hàng có thêm lựa chọn cho nơi ở của mình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguồn: http://www.scdf.gov.sg/content/scdf_internet/en/building-professionals/cd-shelter/public-shelters.html
2. Civil Defence Shelter Act, REVISED EDITION 1998, *Republic of Singapore*, 2012.
3. Technical Requirements for Household Shelters, *Singapore Civil Defense Force and Building and Construction Authority*, 2012.
4. CP 65: Part 1: 1999, Code of Practice for Structural Use of Concrete. Part 1: Design and Construction, *Singapore Standard*, 2000.
5. BS 8110-1: 1997, Structural Use of Concrete. Part 1: Code of Practice for Design and Construction, *British Standard*, 2005.