NỨT SÀN MẶT TRÊN TRONG SÀN NHỊP LỚN MỘT PHƯƠNG TẠI DẦM CHÍNH- NGUYÊN NHÂN, BIỆN PHÁP KHẮC PHỤC
CRACKS ON THE TOP SURFACE OF A ONE-WAY LARGE-SPAN SLAB AT THE MAIN BEAM – CAUSES AND PROPOSED REMEDIAL MEASURES

Vũ Thành Trung[1], Nguyễn Ngọc Trúc[2], Nguyễn Văn Thà[3]

[1,2,3]Phân Viện khoa học công nghệ xây dựng Miền Nam
Email: [1]trung.vu21099@gmail.com, 0909.060.178; [2]ngoctruc.la@gmail.com, 0903.093.565
[3] tha28274@gmail.com; 0975.629.579

DOI: https://doi.org/10.59382/hnkh17-ibst.2025.ses2-31

TÓM TẮT: Trong công tác tư vấn xây dựng, hiện tượng nứt mặt trên sàn tại dầm chính trong hệ sàn 1 phương (sàn tựa trên các dầm phụ) phổ biến trên nhiều công trình, trong nhiều năm, trên nhiều địa phương, nhiều loại công trình. Nhóm tác giả tính toán kiểm tra thiết kế kết cấu, thử nghiệm kiểm tra biến dạng của giáo và nền, kiểm tra kết cấu trong giai đoạn thi công kéo căng cáp…. Qua đó xác định nguyên nhân, đề xuất phương án khắc phục.

TỪ KHÓA: Nứt sàn mặt trên sàn nhịp lớn 1 phương tại mép dầm chính.

ABSTRACT: In construction consulting practice, the phenomenon of top surface cracking in slabs at the main beams within one-way slab systems (where the slab rests on secondary beams) has been commonly observed across many types of structures, over many years, and in various regions. The authors conducted structural design checks, tested formwork and subgrade deformations, and inspected structural behavior during the post-tensioning stage. Through these investigations, the causes were identified and appropriate remedial measures were proposed.

KEY WORD: Top slab cracking at main beam edge in one-way large-span slab.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ sàn sườn toàn khối bê tông cốt thép (BTCT) với bản loại dầm (sàn một phương) tựa lên các dầm phụ và các dầm phụ tựa lên các dầm chính, dầm chính tựa lên cột được sử dụng phổ biến từ lâu ([1], [2], [3]). Trong đó chiều dày sàn thường chọn $h_s=l_s/(20\text{-}30)$, chiều cao dầm phụ chọn $h_{dp}=l_1/(12\text{-}20)$, chiều cao dầm chính chọn $h_{dc}=l_2/(8\text{-}15)$. Thời gian gần đây, hệ sàn vẫn được áp dụng và với việc áp dụng các bó cáp ứng lực trước thay cho cốt thép thường làm nhịp của kết cấu được mở rộng. Một trong số đó là sàn được giữ nguyên, dầm chính hoặc dầm phụ hoặc cả dầm chính và dầm phụ được bố trí bó cáp ứng lực trước. Trong phạm vi bài báo này, chúng tôi làm rõ nguyên nhân nứt sàn tại dầm chính trong hệ sàn sườn BTCT có dầm chính, dầm phụ có nhịp L_1 & L_2>10,0 m, dầm chính ứng lực trước (căng sau) đang được áp dụng phổ biến trên một số dự án trong thời gian gần đây.

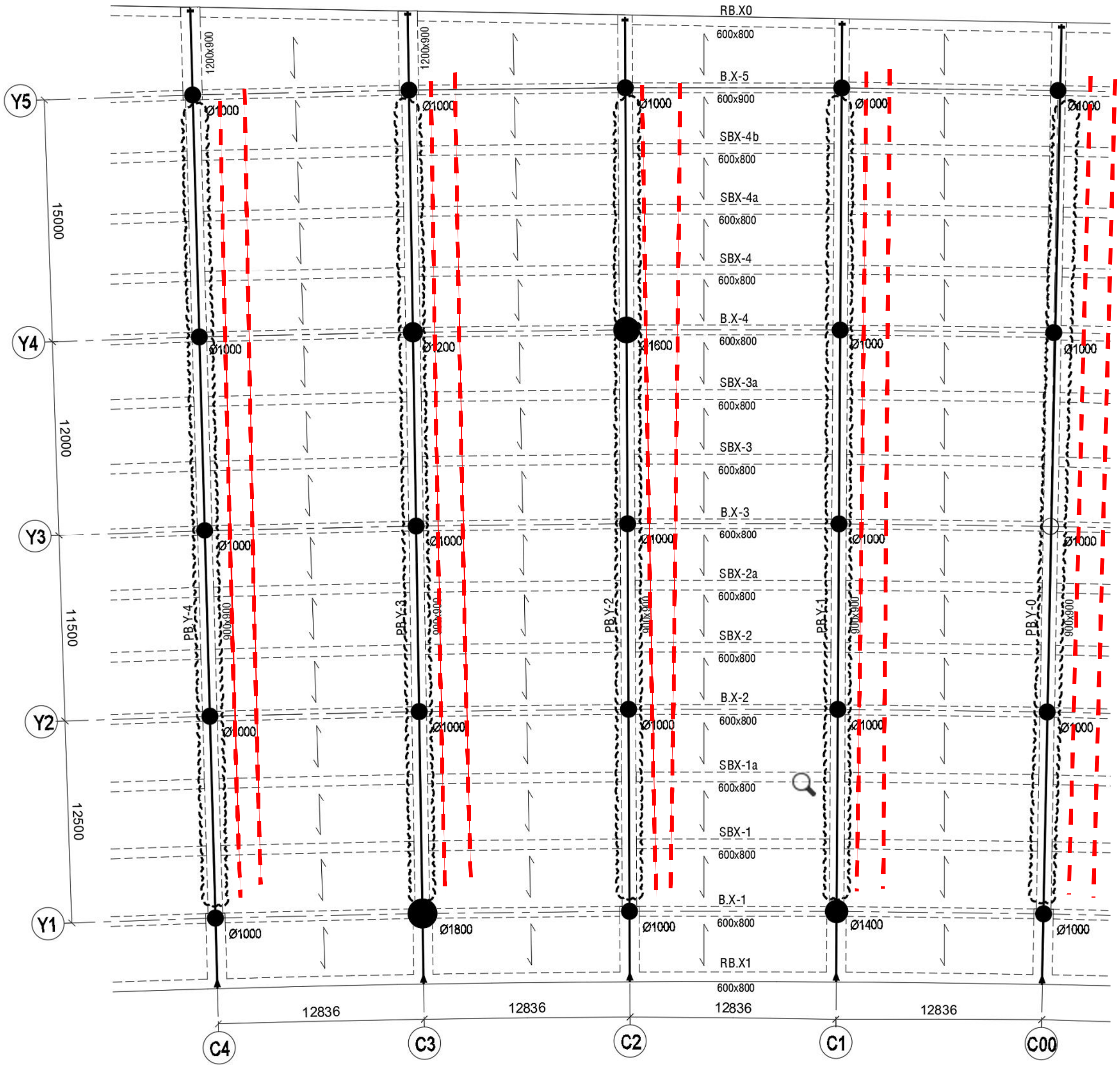
a) Mặt dưới

b) Mặt trên

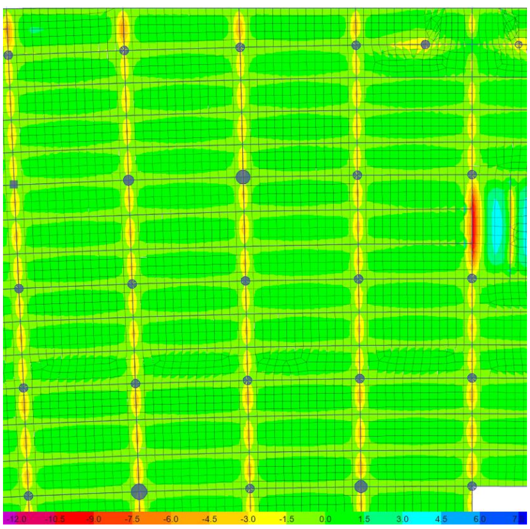
Hình 1: Vết nứt sàn tại nách dầm chính

2. PHÂN TÍCH CẤU HỆ SÀN TRONG THỜI GIAN THI CÔNG

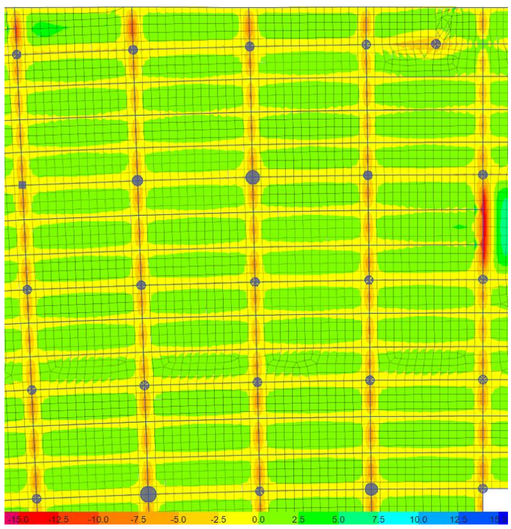
Phân tích kiểm tra hệ sàn chịu tải trọng đứng trong thời gian công trình (nứt trước khi thi công hoàn thiện): tải bản thân, tải kéo căng cáp ứng lực trước & hoạt tải thi công trên sàn.



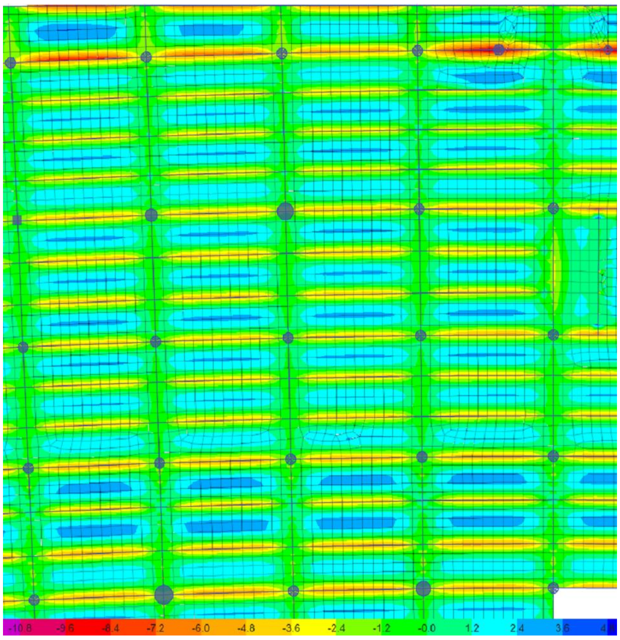
Hình 2. Mặt bằng kết cấu hệ sàn (sàn dày 150 mm, cáp dầm 2×12C15/dầm, bề rộng nhà 50m ÷ 60 m, chiều dài nhà 150 m ÷ 250 m) & vết nứt sàn tại nách dầm (nét đứt đỏ)



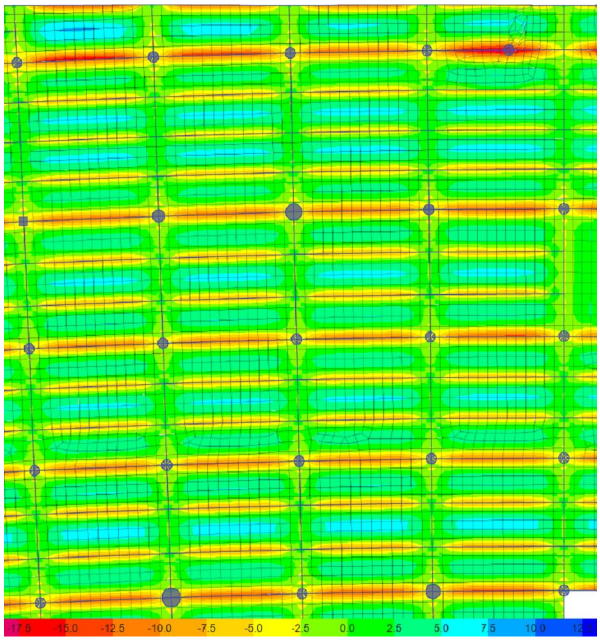
Hình 3: Mô men uốn phương X- sau khi kéo căng (giá trị trên gối 3,0 kNm÷4,5 kNm/m)



Hình 4: Mômen uốn phương X- tải thi công (giá trị trên gối 4,5kNm÷5,0 kNm/m)



Hình 5: Mô men uốn phương Y- sau khi kéo căng (giá trị trên gối 3,6 kNm÷4,8 kNm/m)



Hình 6: Mô men uốn phương Y- tải thi công (giá trị trên gối 5,0 kNm÷10,0 kNm/m)

Bê tông dầm, sàn cấp bền B45; Cốt thép CB400V cho cốt thép đường kính D = 10 ÷ 18 (mm); Cốt thép sàn D10@200 dải đều cả 2 phương cho thép lớp trên và lớp dưới. Phương chính (cạnh ngắn), bổ sung D10@200 cho gối và D10@200 cho nhịp. Lớp bảo vệ cốt thép sàn là 25 mm. Kéo căng cáp dầm chính khi bê tông đạt f_{ci} = 20MPa;

Mô men kháng nứt sàn tại mép dầm chính tại thời điểm kéo căng cáp (bê tông B25): M_{crx} = 7,43 kNm;

Mô men kháng nứt sàn tại mép dầm chính khi dỡ giáo thi công (bê tông B45): M_{crx} = 10,74 kNm;

Mô men kháng nứt sàn tại mép dầm phụ tương ứng là: M_{cryi} = 8,06 kNm & M_{cry} = 11,56 kNm;

Ở trạng thái sau khi kéo căng cáp dầm và trạng thái thi công mô men uốn sàn tại nách dầm chính đều nhỏ hơn mô men kháng nứt của sàn tại trạng thái tương ứng;

Mô men uốn trên sàn tại các gối dầm chính và dầm phụ trạng thái sau khi kéo căng cáp có giá trị không khác biệt lớn (ở ví dụ này);

Mô men uốn trên sàn tại các gối dầm chính và dầm phụ trạng thái hoạt tải thi công (và cả trạng thái chịu lực cực hạn) có giá trị khác biệt lớn (giá trị lớn nhất gấp 02 lần - ở ví dụ này);

Vết nứt xuất hiện trên 2 nách dầm chính trong quá trình thi công khi mô men uốn trên kết cấu bé hơn mô men kháng nứt của tiết diện có thể có thêm nguyên nhân khác cùng tác động.

3. THỬ TẢI GIÁO & NỀN HIỆN TRƯỜNG

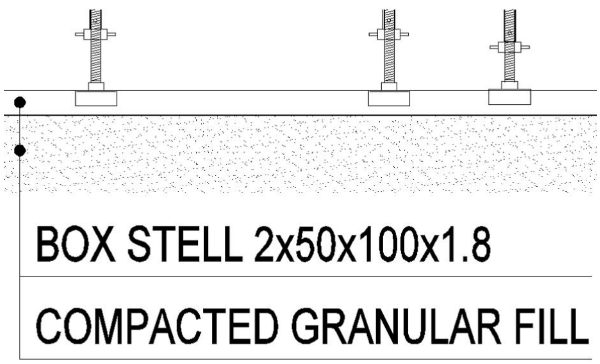
Thử nghiệm giáo chống đỡ cốp pha sàn tại hiện trường với 2 khu vực đặc trưng: khu thông tầng- q_{tn} = 3,40 t/m^2 và khu còn lại - q_{tn} = 4,30 t/m^2 nhằm kiểm tra độ lún chân giáo & co ngắn thân giáo.

3.1. Chuẩn bị thí nghiệm

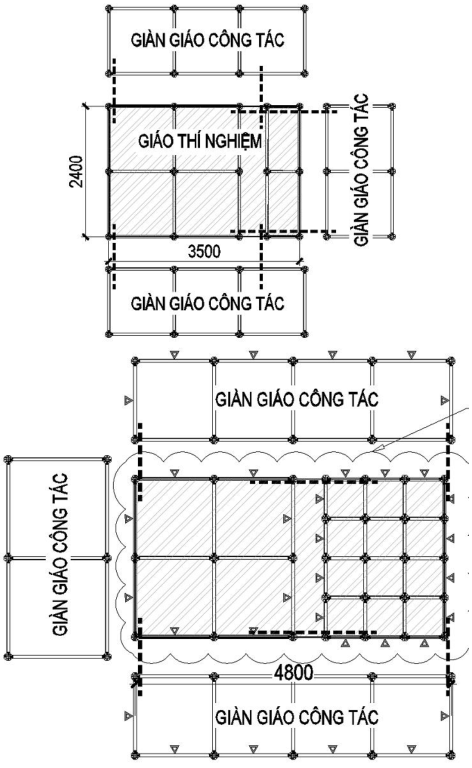
Tải thí nghiệm: Tải thí nghiệm q_0 = 2,26 t/m^2(100%) - lưu tải 36h và q_1 = 3,40 t/m^2 (150% - lưu tải 2h) - giáo thông tầng cao 12,0&12,8 (m) và tải thí nghiệm q_0 = 2,86 t/m^2(100%) - lưu tải 36h và q_1 = 4,30 t/m^2 (150% - lưu tải 2h) với khu vực giáo còn lại (phần lớn diện tích sàn là loại giáo này);

Thiết bị thí nghiệm: Máy đó biến dạng Geokon, máy toàn đạc điện tử, đối trọng (Bê tông cục), các dụng cụ cầm tay khác.

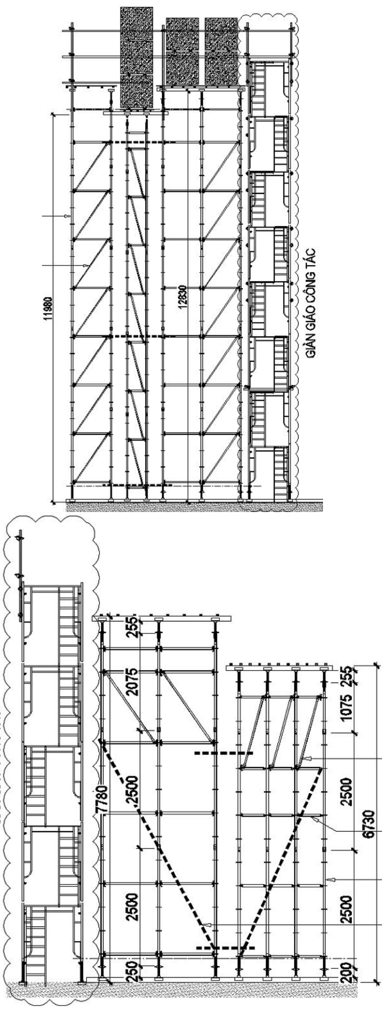
3.2. Sơ đồ thí nghiệm



Hình 7: Chi tiết mặt nền chân chống



Hình 8: Mặt bằng hệ giàn giáo thí nghiệm



Hình 9: Mặt đứng giáo thí nghiệm

3.3. Kết quả thí nghiệm

Giáo thông tầng: Chuyển vị chân cây chống 1,45-5,51 (mm) sau 36h giữ tải 100% và ở mức tải 150% chuyển vị đứng chân cây chống là 1,75 - 6,59 (mm). Co ngắn của cây chống là 3,46 mm ở mức tải 100% và 5,18 mm ở mức tải 150%;

Giáo chống điển hình: Chuyển vị chân cây chống 0,50-3,60 (mm) sau 36h giữ tải 100% và ở mức tải 150% chuyển vị đứng chân cây chống là 1,10-5,20 (mm); Co ngắn của cây chống là 2,18 mm ở mức tải 100% và 3,28 mm ở mức tải 150%;

Tổng chuyển vị đứng đỉnh giáo chống ở mức tải 100% tải yêu cầu thí nghiệm tại khu vực thông tầng là 8,97 mm (lớn nhất) và 4,91 mm (nhỏ nhất), trung bình 6,94 mm.

Tổng chuyển vị đứng đỉnh giáo chống ở mức tải 100% tải yêu cầu thí nghiệm tại khu vực còn lại là 5,78 mm (lớn nhất) và 2,68 mm (nhỏ nhất), trung bình 4,23 mm.

Các giá trị chuyển vị đứng của cả hệ cốp pha, cây chống nhỏ hơn nhiều so với giá trị cho phép theo TCVN 4453:1995 (20 mm, kể cả các kết quả quan trắc của nhà thầu cho thấy cao độ mặt trên sàn sau đổ bê tông có chênh lệch nhỏ).

4. PHÂN TÍCH XÁC ĐỊNH NGUYÊN NHÂN

Hiện tượng nứt sàn xảy ra tại các tầng của một số công trình tương tự quan sát được trong thời gian thi công. Trên các phân khu khác nhau đều thấy xuất hiện và xuất hiện trên hầu hết các sàn vết nứt ở hai bên mép dầm chính công trình. Một số vị trí nứt thấm nước và nhìn thấy từ mặt dưới sàn (Hình 1). Quan sát trên các dầm chính đều xuất hiện 2-3 vết nứt 2 bên cạnh mép dầm (Dự án kết cấu dầm sàn BTCT đổ toàn khối, có dầm chính kéo căng, dầm phụ dầm BTCT thường, sàn 1 phương có nhịp dầm chính, dầm phụ >8,0 m, dầm chính có nhịp >10m, sàn chiều dày phổ biến 150 mm);

Nguyên nhân gây nứt sàn tại nách dầm chính có thể do: (i) nứt vật lý do co ngót kết cấu trong quá trình đóng rắn bê tông; (ii) do ảnh hưởng lún giáo chống đỡ cốp pha trong quá trình thi công; (iii) do kéo căng cáp tạo dầm được kéo căng chuyển dịch ngược hướng so với chuyển vị đứng của sàn; (iv) do cốt thép sàn lớp trên tại dầm chính chưa được bố trí đáp ứng yêu cầu chịu lực;

Qua thí nghiệm gia tải kiểm tra hệ cây chống cho thấy độ lún của cây chống dưới tác động tải thi công chỉ là 6,94 mm với khu thông tầng và f_o = 4,23 mm với khu còn lại (phổ biến). Nhịp của kết cấu là 10,8 m với dầm phụ và 10,8 m & 12,8 m đối với dầm chính. Tỷ lệ f_o/L_1 = 4,23/10800 = 1/2553 và f_o/L_2 = 4,23/12800 = 1/3026 nhỏ hơn nhiều giá trị chuyển vị tương đối cho phép nên loại trừ nguyên nhân võng sàn trong quá trình thi công gây nứt sàn và vết nứt cũng không ghi nhận xuất hiện ngay sau khi thi công đổ bê tông dầm sàn;

Lực kéo căng trong cáp, tạo lực nâng phát sinh mô men uốn sàn tại gối dầm chính, hình thành ứng suất kéo cốt thép sàn tại gối ở mặt trên sàn (với sàn không kéo căng dầm chính thì không xuất hiện ứng suất kéo trên sàn do mô men uốn tại các gối dầm chính, phụ do dầm và sàn được đỡ 100% bởi cốp pha, cây chống). Mô men uốn này bé hơn mô men kháng nứt của tiết diện theo cả 2 phương, cụ thể như sau:

Mô men uốn trên sàn/mô men kháng nứt ngay sau khi kéo căng 2 phương là M_{xi}/M_{crxi} = 4,5/7,43 = 0,60 < 1,0 & M_{yi}/M_{cryi} = 4,8/8,06 = 0,60 < 1.0;

Mô men uốn trên sàn/mô men kháng nứt trạng thái thi công 2 phương là M_x/M_{crx} = 5,0/10,74 = 0,47 < 1,0 & M_y/M_{cry} = 10,0/11,56 = 0,87 < 1,0;

Cốt thép trên sàn được bố trí thỏa yêu cầu chịu lực trạng thái cực hạn theo kết quả tính toán thiết kế, kết quả kiểm tra (trạng thái kéo căng cáp, sàn đã được kiểm tính bằng phần mềm chuyên dụng).

Co ngót là thuộc tính cố hữu của vật liệu bê tông, bê tông khi thi công sẽ nóng và dãn nở (khi đóng rắn, nhiệt thủy hóa, cường độ thấp) và co lại khi nhiệt độ giảm và bê tông có cường độ cao hơn (về gần nhiệt độ môi trường) và các biên hình thành các liên kết cứng cản trở chuyển vị (các dầm có kích thước và cốt thép nhiều hơn, độ cứng lớn hơn).

Đặc điểm của các dự án đều có chiều dài nhà lớn hơn chiều rộng nhà nhiều lần (dầm chính vuông góc cạnh dài) và trên nách dầm chính xuất hiện phổ biến vết nứt ở 2 bên gần mép dầm chính, nhiều vết nứt mặt trên, một số xuyên sàn gây thấm (nhìn thấy từ bên dưới sàn - nứt xuyên tiết diện) biểu hiện của ứng suất kéo trên toàn bộ tiết diện. Ứng suất này có nguyên nhân do co ngót của bê tông [1], [2], [6].

5. KẾT LUẬN

Nguyên nhân nứt sàn 2 nách dầm chính với kết cấu sàn 1 phương có dầm chính kéo căng cáp, nhà có chiều dài tương đối lớn là do mô men uốn do lực bó cáp tác dụng nâng ngược lên dầm/sàn và và do ứng suất kéo xuất hiện trên sàn do co ngót của bê tông trong quá trình thi công.

Kiến nghị: Các vết nứt trên kết cấu ảnh hưởng độ bền, tuổi thọ kết cấu (đặc biệt với kết cấu xây dựng trong vùng khí hậu biển- như sân bay Phú Quốc, Sân Bay Rạch Giá…). Để hạn chế vết nứt cần xem xét thỏa đáng trong thiết kế (có tính toán cốt thép trên gối dầm chính thay chỉ tính cấu tạo), hạn chế ứng suất co ngót bằng bố trí các dải đổ sau (dải đổ sau phải bổ sung từ giai đoạn thiết kế cơ sở và thiết kế kỹ thuật do kết cấu dải đổ sau & phương án cốp pha tại dải đổ sau khác biệt), sử dụng bê tông có bố trí thêm các loại cốt sợi để tăng khả năng chịu kéo, sử dụng bê tông ít xi măng để nhiệt tỏa thấp và hạn chế co ngót hơn so với bê tông thường. Với các vết nứt lớn hơn 0,20 mm nên được bơm keo làm liền vết nứt bảo vệ cốt thép & chống thấm, đặc biệt với các vùng chịu ăn mòn khí hậu biểu hoặc kết cấu chịu tác động trực tiếp tác nhân gân ăn mòn cần có lớp che phủ bảo vệ bổ sung (kể cả các vết nứt có bề rộng <0,20 mm cũng cần xử lý [4], [6]).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Phan Quang Minh (Chủ biên), Ngô Thế Phong, Nguyễn Trường Thắng, Võ Mạnh Tùng (2021*). Kết cấu bê tông cốt thép- Phần cấu kiện cơ bản*. Nhà xuất bản KHKT Hà Nội;

[2] GS.TS. Nguyễn Tiến Đích (2006). *Công tác bê tông trong điều kiện khí hậu nóng ẩm Việt Nam*. Nhà xuất bản Xây dựng;

[3] TCVN 9346:2012. *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép. Yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường biển*;

[4] AJ Bond….(2006). *How to Design Concrete Structures using Eurocode 2….* A cement and concrete industry publication. CCIP–006/ Published December 2006/ ISBN 1-904818-4-1;

[5] ACI 318-19. *Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary (Chaper 7- One way slab)*;

[6] ACI 224R- 01. *Control of Cracking in Concrete Structures*.