

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA HÌNH DẠNG TƯỜNG CHẮN NỔ ĐẾN GIÁ TRỊ ÁP LỰC SÓNG NỔ TÁC DỤNG LÊN CÔNG TRÌNH BẰNG THÍ NGHIỆM NỔ

RESEARCHING INFLUENCE OF THE SHAPE OF BLAST RESISTANT WALLS ON THE VALUE OF BLAST PRESSURE IMPACTING ON STRUCTURES BY PRACTICAL EXPLOSION TEST

NGÔ NGỌC THÙY^{a,*}

^aHọc viện Kỹ thuật Quân sự

*Tác giả đại diện: Email: ngongochuyv2@gmail.com, 0982 308 023

Ngày nhận 02/03/2024, Ngày sửa 27/3/2024, Chấp nhận 30/3/2024

<https://doi.org/10.59382/j-ibst.2024.vi.vol1-4>

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả thử nghiệm nổ ngoài hiện trường để xác định giá trị áp lực lớn nhất của sóng nổ tác dụng lên tường trước, tường bên, nóc và tường sau của công trình trong các trường hợp có và không có tường chắn. Tác giả thay đổi một số hình dạng tường chắn để nghiên cứu sự ảnh hưởng của hình dạng tường chắn nổ đối với giá trị áp lực lớn nhất của sóng nổ tác dụng lên tường trước, tường bên, nóc và tường sau của công trình, và rút ra một số nhận xét.

Từ khóa: sóng xung kích, sóng phản xạ, sóng nổ, tường chắn nổ.

Abstract: This article presents the results of field explosion tests to determine the maximum pressure value of the blast wave acting on the front wall, side wall, roof and back wall of the building in cases with and without retaining walls. The author changed some retaining wall shapes to study the influence of the blast retaining wall shape on the maximum pressure value of the blast wave acting on the front wall, side walls, roof and back wall of the building, and draw some comments.

Keywords: shock waves, reflected waves, explosion waves, blast resistant wall.

1. Đặt vấn đề

Sau sự kiện 11/9/2001, do nhu cầu chống khủng bố, các nước trên thế giới đã đầu tư nhiều hơn cho nghiên cứu tác dụng của nổ đối với công trình, nghiên cứu các loại vật liệu gia cố tăng cường khả năng chống lại tác dụng của sóng nổ. Nhiều công trình nghiên cứu về nổ và tác dụng của sóng nổ đối với công trình nổi và công trình ngầm đã được công bố. Một số giải pháp bảo vệ công trình chống lại tác dụng của nổ được đề xuất. Các giải pháp giảm thiểu tác hại của nổ do khủng bố có thể chia ra hai nhóm.

Nhóm thứ nhất là đẩy xa tâm nổ khỏi kết cấu cần bảo vệ bằng cách xây dựng các tường chắn, gờ chắn. Tác dụng của từng loại tường chắn là khác nhau tùy vào hình dạng tường hình chữ nhật, hình thang hay hình tường cong chắn sóng,... và chiều cao, bề rộng của tường chắn so với kích thước công trình.

Nhóm thứ hai là các giải pháp gia cố tăng cường khả năng chịu lực của các kết cấu như bọc kết cấu bằng tấm lưới sợi FRP bao gồm sợi carbon, sợi thủy tinh, sợi aramit hoặc sơn phủ kết cấu bằng loại vật liệu hấp thụ năng lượng nổ như vật liệu RPF (Rigid Polyurethane Foams), polyurea [4], [5]. Một số nghiên cứu về lĩnh vực này đã được công bố trên các tạp chí công khai [3], [6], [7] [8], [9].

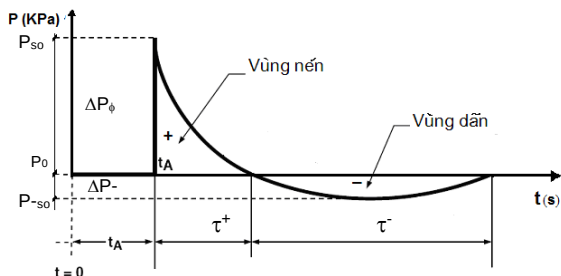
Nổ là quá trình giải phóng một lượng lớn năng lượng trong một khoảng thời gian ngắn, trong thể tích hạn chế với áp lực lớn của sản phẩm nổ. Sản phẩm nổ dẫn nổ tạo thành sóng nổ lan truyền trong các môi trường và tạo nên tải trọng tác động lên công trình. Việc thử nghiệm nổ ngoài hiện trường để xác định giá trị áp lực sóng nổ, sự lan truyền của sóng nổ qua tường chắn và tác dụng của chúng lên công trình là một vấn đề được các kỹ sư ngành xây dựng công trình quốc phòng luôn quan tâm, tìm hiểu và áp dụng.

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thí nghiệm nổ để xác định giá trị áp lực tại một điểm theo khoảng cách trên bề mặt công trình với mục đích kiểm chứng và so sánh với các kết quả tính toán theo các công thức thực nghiệm. Thay đổi hình dạng tường chắn hình chữ nhật, hình thang hay hình dạng tường kẻ chắn sóng mặt cong hướng về lượng nổ để nghiên cứu sự ảnh hưởng của các dạng tường chắn nổ đến các giá trị áp lực sóng nổ tác dụng lên công trình.

2. Các công thức thực nghiệm phục vụ tính toán giá trị áp lực sóng nổ tác dụng lên công trình có dạng hình hộp chữ nhật trên mặt đất

2.1 Áp lực sóng xung kích trong không khí của vụ nổ trên mặt đất

Quy luật của áp lực sóng xung kích có dạng như hình 1.



Hình 1. Biểu đồ áp lực sóng xung kích [1], [2]

P_0 là áp suất khí quyển ở điều kiện tiêu chuẩn (kPa);

P_{so} là áp lực lớn nhất tại một điểm (pha nén) (kPa);

P_{-so} là áp lực lớn nhất tại một điểm (pha giãn) (kPa);

ΔP_ϕ là siêu áp sóng xung kích tại một điểm (pha dẫn) (kPa);

t_A là thời điểm bắt đầu nhận giá trị áp lực sóng xung kích (s);

τ^+ là thời gian duy trì pha nén (s);

τ^- là thời gian duy trì pha giãn (s).

Công thức thực nghiệm của M.A. Xadovski để xác định giá trị áp lực sóng xung kích tại một điểm trong không khí, khi vụ nổ trên mặt đất như sau [1], [2]:

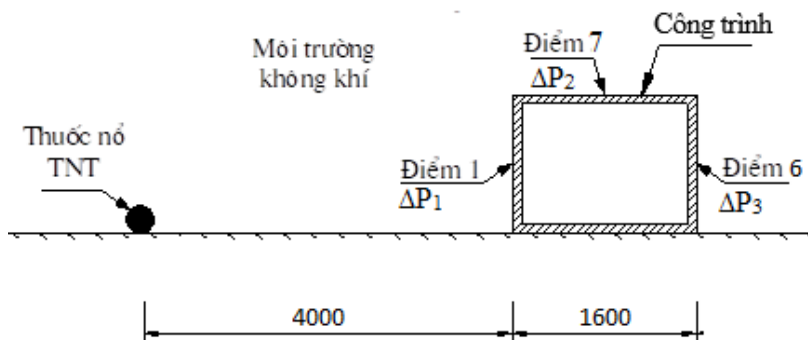
$$\Delta P_\phi = \frac{106\sqrt{C}}{R} + \frac{430\sqrt{C^2}}{R^2} + \frac{1400C}{R^3} \quad (\text{kPa}), \quad (1)$$

ΔP_ϕ là siêu áp sóng xung kích tại một điểm (pha nén) (kPa);

R là khoảng cách từ tâm nổ đến vị trí điểm đang xét (m);

C là trọng lượng thuốc nổ (kg).

2.2 Áp lực tác dụng lên bề mặt công trình có dạng hình hộp chữ nhật đặt nổi mặt đất



Hình 2. Sơ đồ bố trí công trình chịu tác dụng của vụ nổ trên mặt đất

Theo hướng đến của sóng xung kích, ta chia công trình ra tường trước, tường bên (hoặc nóc) và tường sau, áp lực tác dụng lên công trình ký hiệu lần lượt là ΔP_1 , ΔP_2 , ΔP_3 , (hình 2).

Sóng xung kích lan truyền trên mặt đất gặp công trình nổi, cứng, bất động sẽ xảy ra quá trình phản xạ và chảy bao đối với tường trước. Áp lực phản xạ ΔP_{fx} tác dụng lên vật cản không chuyển động xác định theo công thức [1], [2]:

$$\Delta P_1 = \Delta P_{fx} = 2\Delta P_\phi + \frac{6\Delta P_\phi^2}{\Delta P_\phi + 720} \quad (\text{kPa}) \quad (2)$$

Đối với tường bên và nóc, sóng chỉ lướt qua, không xảy ra hiện tượng phản xạ, do đó áp lực tác dụng lên tường bên và nóc bằng áp lực sóng tới.

$$\Delta P_2 = \Delta P_\phi \quad (\text{kPa}) \quad (3)$$

Khi sóng xung kích di chuyển đến mép biên tường bên và tường sau (hoặc mép biên nóc và tường sau) sẽ xảy ra hiện tượng chảy vòng vào giữa tường sau và gây ra áp lực tác dụng lên tường sau.

$$\Delta P_3 = \frac{2}{3} \Delta P_\phi \quad (\text{kPa}) \quad (4)$$

Để có được dữ liệu ban đầu về tải trọng và bản chất của sự phân bố áp suất trên bề mặt của các

kết cấu chính, các thí nghiệm đã được thực hiện bằng cách sử dụng các mẫu hoàn toàn cứng. Đối với các công trình có dạng hình hộp chữ nhật đang được nghiên cứu, việc tính toán tổng quát về tải trọng có tính đến phạm vi áp suất tại mặt trước của sóng xung kích. Cách tiếp cận này được sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật tính toán sự biến đổi giá trị áp lực tác dụng lên công trình.

3. Nội dung thực nghiệm

3.1 Các bài thí nghiệm

a. Thí nghiệm 1

Nghiên cứu giá trị áp lực của sóng nổ tác dụng lên công trình đặt nổi có kích thước hữu hạn khi nổ lượng nổ trên mặt đất cách công trình 4m.

Mục đích: xác định được giá trị áp lực của sóng xung kích tác dụng lên công trình, sóng xung kích được hình thành do nổ lượng nổ đặt trên mặt đất cách công trình 4m; so sánh với kết quả tính toán của công thức thực nghiệm đang sử dụng.



a)

b. Thí nghiệm 2

Nghiên cứu ảnh hưởng của hình dạng tường chắn tới giá trị áp lực của sóng nổ tác dụng lên công trình đặt nổi có kích thước hữu hạn khi nổ lượng nổ trên mặt đất cách công trình 4m.

Mục đích: Xác định giá trị áp lực của sóng xung kích tác dụng lên công trình khi có bố trí tường chắn, sóng xung kích được hình thành do nổ lượng nổ đặt trên mặt đất cách công trình 4m, khi thay đổi hình dạng tường chắn 3 loại, kích thước 0,8mx0,8m, đặt cách mặt trước công trình 2,5m (dạng hình chữ nhật; dạng hình thang; dạng tường kê chắn sóng mặt cong hướng về lượng nổ).

3.2 Mô tả thiết bị thí nghiệm

a. Đầu đo áp lực trong không khí

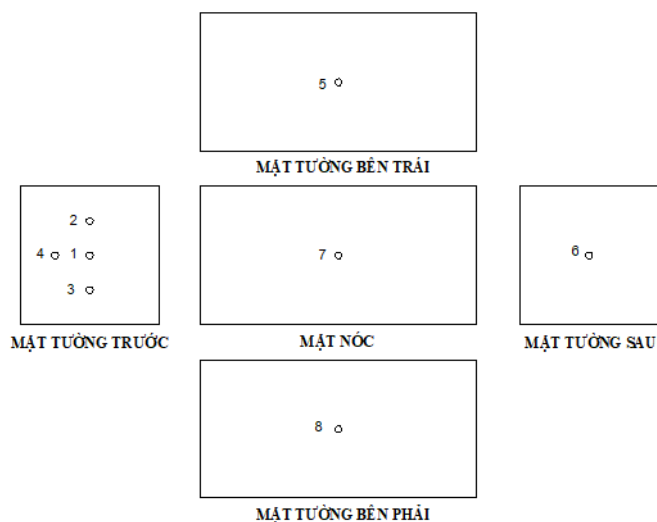
Đầu đo áp lực trong không khí sử dụng trong thí nghiệm là loại đầu đo theo nguyên lý piezo (tinh thể áp điện) của hãng PCB (Mỹ) sản xuất, xem hình 3.



b)

Hình 3. Đầu đo áp lực và máy đo động đa năng

a) Đầu đo áp lực trong không khí PCB Model #102B16; b) Máy đo động đa năng NI SCXI 1000DC.



Hình 4. Bố trí các đầu đo trên công trình

KẾT CẤU - CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG

Thông số cơ bản của đầu đo áp lực sóng nổ xem bảng 1.

Bảng 1. Các thông số cơ bản của đầu đo áp lực trong không khí

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị	TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị
1	Model		102B16	5	Dải tần số cộng hưởng	Hz	≥ 500
2	Serial		42500	6	Độ nhạy	mV/psi mV/Kpa	50 7,25
3	Dải giá trị đo	Psi KPa	100 689,4	7	Độ phi tuyến		$\leq 1\%FS$
4	Áp suất tĩnh tối đa	Psi KPa	1000 6895				

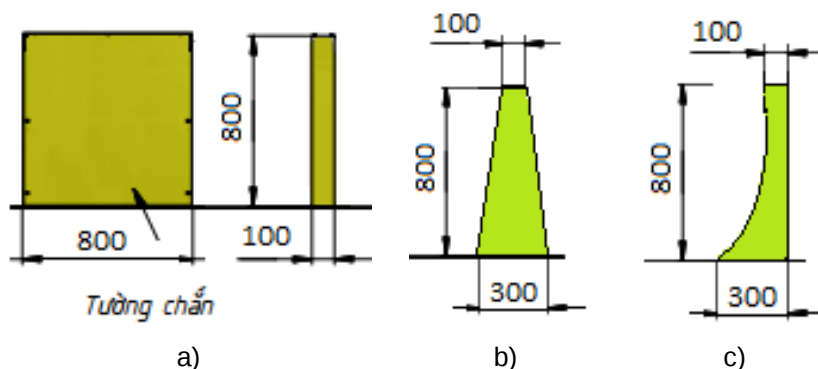
b. Máy đo động đa năng

Máy đo động đa năng NI SCXI 1000DC của hãng National Instruments (Mỹ) chế tạo (hình 3). Máy có kiến trúc mở theo chuẩn công nghiệp. Trên máy có 04 khe cắm. Mỗi khe cho phép cắm 01 mô đun đo với các chức năng đo khác nhau. Tùy theo chức năng, mỗi mô đun có thể đo được từ 8÷24 kênh các đại lượng áp lực, gia tốc, biến dạng, chuyển vị,... Tốc độ đo tối đa của máy là 200kS/s. Bằng việc tổ hợp các mô đun cần thiết cho mỗi lần đo khiến việc đo lường trong các thí nghiệm trở nên đơn giản và linh hoạt. Với các mô đun và đầu đo hiện có cho phép đo được đầy đủ các đại lượng cơ học cần thiết. Máy đo đặt trong công trình hầm chữ A cách vị trí đo 20m.

c. Vật tư, vật liệu nổ

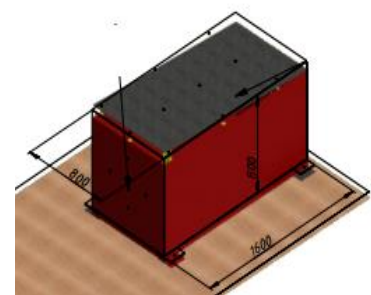
Các vật tư để xây dựng được tính toán trên cơ sở bản vẽ thiết kế và các định mức vật tư. Thuốc nổ và các thiết bị gây nổ. Số lượng lần nổ cần thiết cho mỗi bài thí nghiệm là 03 lần. Lượng thuốc nổ tùy theo yêu cầu của bài thí nghiệm. Sử dụng loại thuốc nổ TNT.

d. Mô hình thí nghiệm



Hình 5. Bản vẽ thiết kế mô hình thí nghiệm

a) Tường chắn hình chữ nhật; b) Tường chắn hình thang; c) Tường chắn dạng tường kè chắn sóng mặt cong hướng về lượng nổ; d) Mô hình công trình bằng thép.



3.3 Quy trình thử nghiệm

Ứng với các lượng nổ trong bài thí nghiệm ta thực hiện các bước sau:

Bước 1: Xác định khoảng cách từ lượng nổ tập trung tới vị trí đầu đo.

Bước 2: Bố trí 08 đầu đo PCB ở các vị trí trên tường trước, tường bên, nóc và tường sau của

công trình (hình 4) và xác định khoảng cách tới vị trí lượng nổ và kết nối với thiết bị ghi tín hiệu máy đo động đa năng NI SCXI 1000DC.

Bước 3: Chuẩn bị và kiểm tra máy đo động đa năng NI SCXI 1000DC.

Bước 4: Chuẩn bị, bố trí lượng nổ.

Bước 5: Gây nổ và ghi kết quả giá trị áp lực sóng xung kích tại vị trí các đầu đo trên các mặt công trình.

Bước 6: Xử lý kết quả đo.

4. Xác định giá trị áp lực sóng nổ tác dụng lên công trình trong trường hợp có và không có tường chắn

4.1 Bài thí nghiệm 1

Bố trí công trình thử nghiệm bằng thép CT3, kích thước $D \times R \times C = 1,6 \times 0,8 \times 0,8 \text{ m}$ đặt trên mặt đất. Lượng nổ trên đặt trên mặt đất cách điểm giữa cạnh đáy của mặt tường trước công trình 4m.

+ Loại lượng nổ được sử dụng thí nghiệm: thuốc nổ TNT;

+ Số công trình thử nghiệm là 01 công trình;

- Số lần nổ: 3 lần; Số kíp điện: 03 kíp;

- Khối lượng thuốc nổ sử dụng: $0,1 \text{ kg} \times 3 \text{ lần} \times 1 \text{ công trình} = 0,3 \text{ kg}$;

- Đầu đo áp lực được bố trí như hình 4.

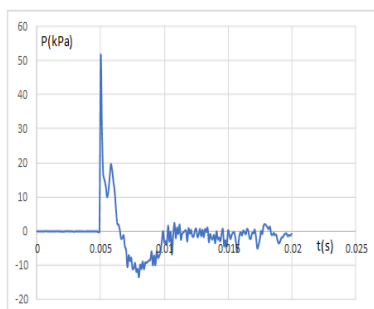
+ Tiến hành nổ tại vị trí mặt đất và đo áp lực sóng xung kích, sóng phản xạ tác dụng lên tường trước, tường bên và nóc, tường sau công trình thử nghiệm đặt nổi; Tác giả đã xử lý số liệu thí nghiệm, và đưa ra kết quả của 03 đầu đo đại diện cho 03 mặt nhận giá trị áp lực phản xạ và áp lực sóng xung kích. Đầu đo 1 tại vị trí điểm giữa mặt tường trước (ΔP_1); Đầu đo 5 tại vị trí giữa tường bên (ΔP_2); Đầu đo 6 tại vị trí giữa tường sau (ΔP_3). Kết quả cụ thể xem trong bảng 2.



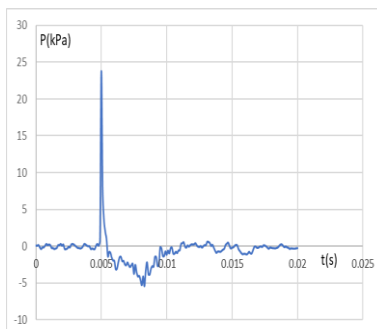
Hình 6. Hình ảnh thí nghiệm nổ với lượng nổ đặt trên mặt đất cách mặt tường trước công trình 4m

Bảng 2. Các giá trị áp lực tác dụng lên công trình

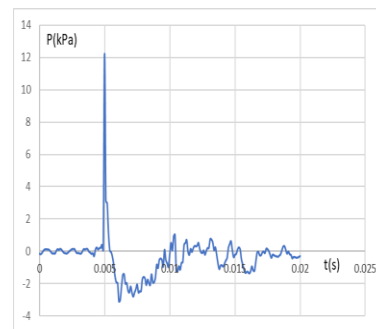
TT	Lần đo	Khối lượng thuốc nổ TNT (kg)	Kết quả	Đầu đo 1 ΔP_1 (kPa)	Đầu đo 5 ΔP_2 (kPa)	Đầu đo 6 ΔP_3 (kPa)
1	Lần 1	0,100	Đạt	50,998	23,745	12,198
2	Lần 2	0,100	Đạt	49,512	23,853	13,316
3	Lần 3	0,100	Đạt	49,287	23,396	12,321
4	Trung bình			49,932	23,665	12,612



a)



b)



c)

Hình 7. Giá trị áp lực sóng xung kích lần đo 1

a) tác dụng lên điểm giữa mặt tường trước (đầu đo 1); b) tác dụng lên điểm giữa mặt tường bên trái (đầu đo 5); c) tác dụng lên điểm giữa mặt tường sau (đầu đo 6)

4.2 Bài thí nghiệm 2

- Bố trí công trình thử nghiệm bằng thép CT3, kích thước $D \times R \times C = 1,6 \times 0,8 \times 0,8 \text{ m}$, đặt trên mặt đất;
- Tường chắn bằng thép CT3, dạng hình thang kích thước $R \times C = 0,8 \text{ m} \times 0,8 \text{ m}$ đặt cách mặt tường trước công trình 2,5 m;
- Tường chắn bằng thép CT3, dạng tường kê chắn sóng mặt cong hướng về lượng nổ, mặt thẳng ở phía công trình, kích thước $R \times C = 0,8 \times 0,8 \text{ m}$ đặt cách mặt tường trước công trình 2,5 m;
- Tường chắn bằng thép CT3, dạng hình chữ nhật kích thước $R \times C = 0,8 \text{ m} \times 0,8 \text{ m}$ đặt cách mặt tường trước công trình 2,5 m;
- Lượng nổ trên đặt trên mặt đất cách điểm giữa cạnh đáy của mặt tường trước công trình 4m; cách mặt tường chắn là 1,5m. Hình ảnh thí nghiệm nổ khi có bố trí tường chắn (hình 8).
- + Loại lượng nổ được sử dụng thí nghiệm: thuốc nổ TNT;

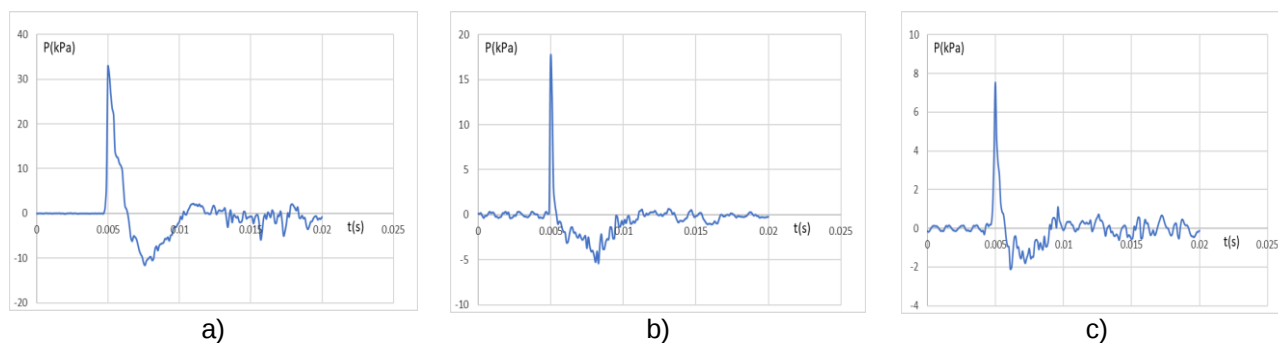
- + Số công trình thử nghiệm là 01 công trình, tường chắn có 03 loại hình dạng tường chắn;
- Số lần nổ: 9 lần; Số kíp điện: 3 lần x 3 loại = 9 kíp;
- Khối lượng thuốc nổ sử dụng: $0,1 \text{ kg} \times 3 \text{ lần} \times 3 \text{ loại} = 0,9 \text{ kg}$;
- Đầu đo áp lực được bố trí như hình 4.
- + Tiến hành nổ tại vị trí mặt đất và lần lượt đo áp lực sóng xung kích, sóng phản xạ tác dụng lên tường trước, tường bên và nóc, tường sau công trình thử nghiệm đặt nổi khi có tường chắn đặt giữa lượng nổ và công trình thử nghiệm đặt nổi; Tác giả đã xử lý số liệu thí nghiệm, và đưa ra kết quả của 03 đầu đo đại diện cho 03 mặt nhận giá trị áp lực phản xạ và áp lực sóng xung kích. Đầu đo 1 tại vị trí điểm giữa mặt tường trước (ΔP_1); Đầu đo 5 tại vị trí giữa tường bên (ΔP_2); Đầu đo 6 tại vị trí giữa tường sau (ΔP_3). Kết quả cụ thể xem trong bảng 3.



Hình 8. Hình ảnh thí nghiệm nổ khi có bố trí tường chắn.
a) Tường chắn dạng hình thang; b) Tường chắn dạng tường kê chắn sóng mặt cong hướng về lượng nổ; c) Tường chắn dạng hình chữ nhật

Bảng 3. Các giá trị áp lực tác dụng lên công trình

TT	Lần đo	Khối lượng thuốc nổ TNT (kg)	Kết quả	Đầu đo 1 ΔP_1 (kPa)	Đầu đo 5 ΔP_2 (kPa)	Đầu đo 6 ΔP_3 (kPa)
A Tường chắn dạng hình thang						
1	Lần 1	0,100	Đạt	32,799	17,275	7,533
2	Lần 2	0,100	Đạt	34,217	17,249	7,841
3	Lần 3	0,100	Đạt	33,989	17,087	7,795
4	Trung bình			33,668	17,204	7,723
B Tường chắn dạng tường kê chắn sóng mặt cong hướng về lượng nổ						
1	Lần 1	0,100	Đạt	33,873	18,713	7,913
2	Lần 2	0,100	Đạt	34,412	18,598	8,78
3	Lần 3	0,100	Đạt	33,751	18,087	8,26
4	Trung bình			34,012	18,466	8,318
C Tường chắn dạng hình chữ nhật						
1	Lần 1	0,100	Đạt	32,543	16,022	6,804
2	Lần 2	0,100	Đạt	32,612	16,396	6,841
3	Lần 3	0,100	Đạt	32,910	16,280	6,905
4	Trung bình			32,688	16,233	6,850



Hình 9. Giá trị áp lực sóng xung kích lần đo 1.

a) tác dụng lên điểm giữa mặt tường trước (đầu đo 1); b) tác dụng lên điểm giữa mặt tường bên trái (đầu đo 5); c) tác dụng lên điểm giữa mặt tường sau (đầu đo 6).

5. Thảo luận

5.1 So sánh kết quả thử nghiệm với công thức thực nghiệm

Từ kết quả nhận được trong thí nghiệm 1, tiến hành xử lý kết quả thí nghiệm để lấy giá trị áp lực lớn nhất $\Delta P_1, \Delta P_2, \Delta P_3$. Tác giả lập bảng kết quả để so sánh và rút ra các nhận xét như sau:

Bảng 4. Bảng so sánh giá trị áp lực ΔP (kPa) với công thức thực nghiệm

TT	Nội dung	So sánh giá trị áp lực ΔP (kPa)			Ghi chú
		Đầu đo 1 ΔP_1	Đầu đo 5 ΔP_2	Đầu đo 6 ΔP_3	
1	Công trình chịu tác dụng trực tiếp của áp lực sóng xung kích	49,932	23,665	12,612	
2	Công thức thực nghiệm	43,538	20,127	13,418	
3	So sánh giá trị áp lực (2) với (1) (tỷ lệ %)				
4	$[(1) - (2)]/(1)$	12,806%	14,914%	-6,391%	

* So sánh, nhận xét:

Nhìn vào Bảng 4, ta thấy kết quả đo được bằng thực nghiệm và kết quả tính toán giá trị áp lực sóng nổ tác dụng lên công trình ΔP_1 bằng công thức thực nghiệm có sự sai khác nhỏ (trị tuyệt đối từ 6,391% đến 14,914%), có thể chấp nhận được các kết quả thử nghiệm đo được.

5.2 So sánh kết quả thử nghiệm về giải pháp hình dạng tường chắn

Từ kết quả nhận được trong thí nghiệm 1 và 2, tiến hành xử lý kết quả thí nghiệm để lấy giá trị trung bình của 03 lần đo các giá trị áp lực lớn nhất $\Delta P_1, \Delta P_2, \Delta P_3$. Tác giả lập bảng kết quả để so sánh và rút ra các nhận xét như sau:

Bảng 5. Bảng giá trị áp lực sóng nổ tác dụng lên công trình với các giải pháp hình dạng tường chắn

TT	Nội dung	So sánh giá trị áp lực ΔP (kPa)			Ghi chú
		Đầu đo 1 ΔP_1	Đầu đo 5 ΔP_2	Đầu đo 6 ΔP_3	
1	Công trình chịu tác dụng trực tiếp của áp lực sóng xung kích	49,932	23,665	12,612	
2	Công trình khi có tường chắn hình thang cao 0,8m đặt cách công trình 2,5m.	33,668	17,204	7,723	
3	Công trình khi có tường chắn dạng tường kè chắn sóng mặt cong hướng về lượng nổ cao 0,8m đặt cách công trình 2,5m.	34,012	18,466	8,318	
4	Công trình khi có tường chắn hình chữ nhật cao 0,8m đặt cách công trình 2,5m.	32,688	16,233	6,850	
5	So sánh giá trị áp lực (2);(3); (4) với (1) (tỷ lệ %)				
6	$[(1) - (2)]/(1)$	32,572%	27,302%	38,765%	
7	$[(1) - (3)]/(1)$	31,883%	21,969%	34,047%	
8	$[(1) - (4)]/(1)$	34,535%	31,405%	45,687%	

* So sánh, nhận xét:

Nhìn vào bảng 5, so sánh giá trị áp lực (ΔP_1) cho

thấy, tường chắn hình chữ nhật ngăn cản sóng tốt nhất (34,535%) sau đó đến tường chắn hình thang

(32,572%) và cuối cùng là tường chắn dạng tường kê chắn sóng mặt cong hướng về lượng nổ (31,883%). Tương tự với giá trị áp lực ΔP_2 , ΔP_3 . Từ kết quả thực nghiệm đo được, tác giả nhận thấy tác dụng của tường chắn trong việc ngăn cản giá trị áp lực của sóng nổ tác dụng lên công trình là rất lớn, giá trị áp lực sóng nổ tác dụng lên mặt trước của công trình (ΔP_1) khi có bố trí tường chắn phía trước có thể giảm từ 31,883% đến 34,535% giá trị áp lực sóng nổ tác dụng lên mặt trước công trình so với khi không có tường chắn.

Tuy nhiên tác dụng của từng loại tường chắn là khác nhau, tùy vào hình dạng tường hình chữ nhật, hình thang hay tường chắn dạng tường kê chắn sóng mặt cong hướng về lượng nổ,... và chiều cao, bề rộng của tường, vị trí của tường chắn so với kích thước công trình.

Qua kết quả tính toán nhận thấy tường chắn hình chữ nhật sẽ giảm giá trị áp lực sóng nổ tác dụng tới công trình nhiều hơn so với các dạng tường chắn hình thang và tường chắn dạng tường kê chắn sóng mặt cong hướng về lượng nổ. Tường thẳng đứng ngăn sóng tốt hơn tường nghiêng.

6. Kết luận

Bài báo đã trình bày việc tính toán giá trị áp lực sóng nổ tác dụng lên công trình bằng thực nghiệm và so sánh một số trường hợp hình dạng tường chắn thay đổi để phục vụ cho việc đề xuất, lựa chọn giải pháp tường chắn cho hợp lý phục vụ cho quá trình thiết kế. Ngoài ra, có thể sử dụng thử nghiệm nổ để khảo sát các kích thước, vị trí tường chắn khác nhau để làm cơ sở dự báo tính toán lựa chọn các giải pháp tường chắn cho phù hợp, phục vụ cho người chỉ huy quyết định lựa chọn phương án tốt nhất khi xây dựng công trình đáp ứng yêu cầu nhiệm vụ, đảm bảo hoàn thành tốt nhiệm vụ được giao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đặng Văn Đích, Vũ Đình Lợi (1995). *Giáo trình công sự tập 1*, Học viện KTQS, Hà Nội.
- [2] Nguyễn Trí Tá, Đặng Văn Đích, Vũ Đình Lợi (2008), *Giáo trình công sự tập 1*, Học viện KTQS, Hà Nội.
- [3] Bangash, M. Y. H. and Bangash, T. (2006), *Explosion-Resistant Buildings-Design, Analysis and Case Studies*, Springer, Berlin.
- [4] Ronald L. Woodfin (2000), *Using Rigid Polyurethane Foams (RPF) for Explosive Blast Energy Absorption in Applications Such as Anti-Terrorist Defenses*, SANDIA REPORT SAND2000-0958 Unlimited Release Printed 2000.
- [5] S. N. Raman, T. Ngo, P. Mendis, and T. Pham (2012), *Elastomeric Polymers for Retrofitting of Reinforced Concrete Structures against the Explosive Effects of Blast*, Advances in Materials Science and Engineering Volume 2012.
- [6] Tanapornraweekit, G., Haritos, N., Ngo, T. & Mendis, P. (2010), *Finite Element Simulation of FRP Strengthened Reinforced Concrete Slabs under Two Independent Air Blasts*, International Journal of Protective Structures, Vol. 1, pp. 469-488.
- [7] Ngo, T. (2009), *Behavior of FRP-RC slabs under two independent air blasts*, Proceedings of 8Th International Conference on Shock & Impact Loads on Structures, Adelaide, Australia.
- [8] T.Ngo, P. Mendis, A. Gupta & J. Ramsay (2007), *Blast loading and blast effects on structures – an overviews*. EJSE Special Issue : Loading on structures 2007.
- [9] Котляревский В. А. и другие (1989), *Убежища гражданской обороны – Конструкция и расчет*, М., Стройиздат.