صوامع الاهراء في مرفأ بيروت بعد التفجير - الجريمة

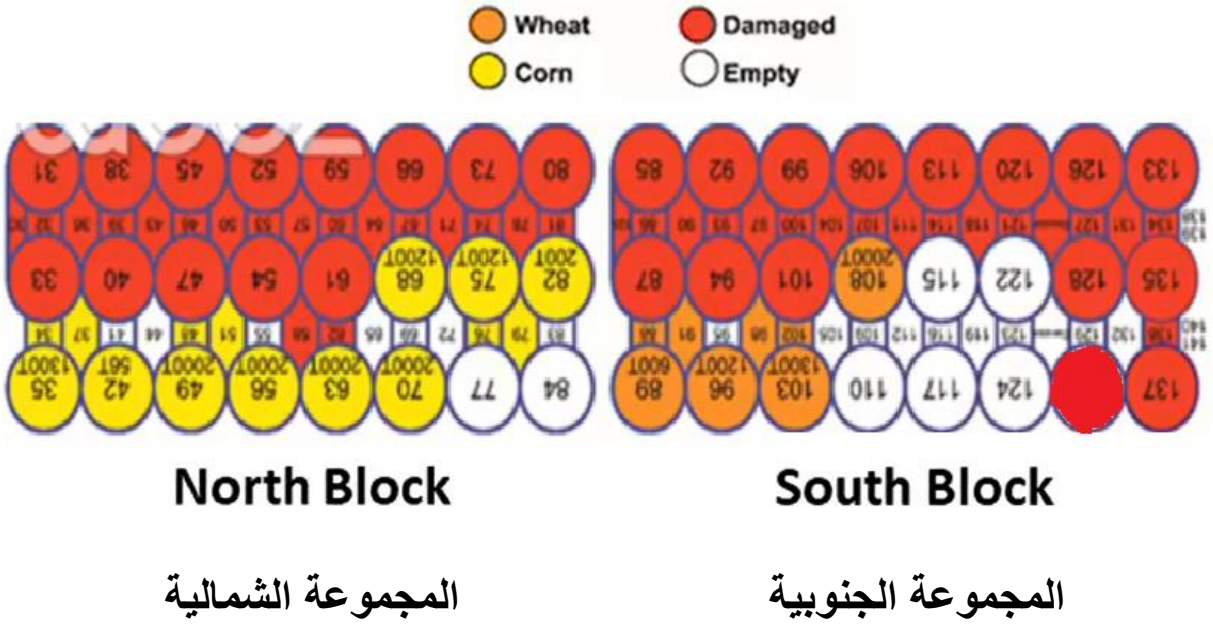
تقرير انشائي مرحلي

صادر عن نقابة المهندسين في بيروت

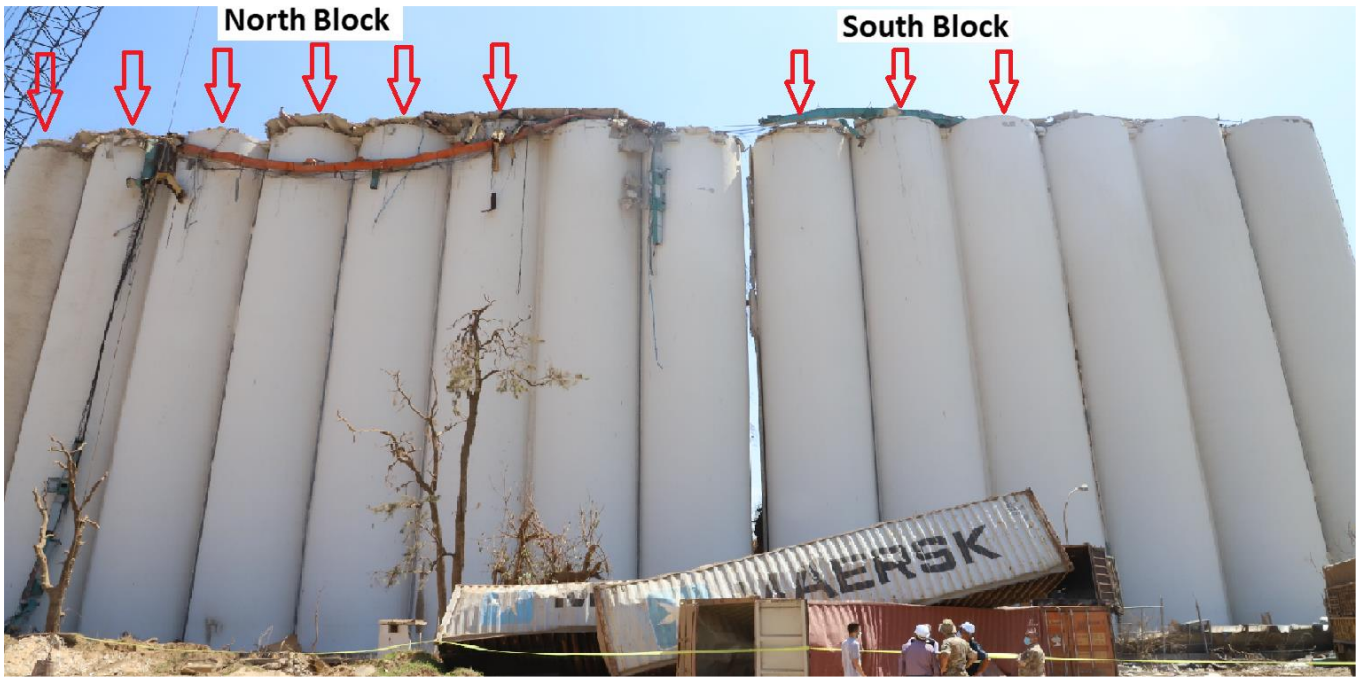
المحتويات: **صفحة**

1. الحبوب المخزنة مباشرة بعد الانفجار 3
2. تقرير شركة خطيب وعلمي - مقاس وآلية قياس الفتحات وآلية تفريغ الحبوب - 4
3. ثقوب تفريغ الحبوب 5
4. توسيع ثقوب التفريغ خلافا لتوصيات التقرير 7
5. الحبوب المتبقية 9
6. التأثير الانشائي لتوسيع الفتحات 10
   i. التأثير على شدة واستمرارية الحريق
   ii. تركيز الاجهادات عند الفتحات بتأثير الانحناء
   iii. انتشار التشققات
7. العوامل التي أدّت إلى انهيارات صوامع المجموعة الشمالية 14
8. تساؤلات تستوجب التوضيح 15
9. الوضع الحالي للصوامع المتبقية 16
   i. المجموعة الشمالية
   ii. المجموعة الجنوبية
10. توصيات 17
11. نظام التدعيم المقترح لصوامع المجموعة الجنوبية 18

1. الحبوب المخزنة مباشرة بعد الانفجار



نوعية الحبوب في الصوامع بعد الانفجار .Figure 1



الصوامع الخلفية المحتوية على حبوب بعد الانفجار التي يشير اليها السهم والباقي فارغة .Figure 2

4 METHOD OF GRAIN EXTRACTION

Once that it was established that the structure is safe enough to allow extraction of grains, the method of grain extraction was investigated. As extraction from top or the bottom of the cells were clearly not possible, that left opening a hole in the wall of each external cell as the only method.

Based on available information, the external cell walls are of uniform thickness of 17cm (nominal). The external cells have an internal "concrete jacket" of 12cm nominal thickness. The total thickness of the cell wall is therefore approximately 30cm.

It was agreed that opening a hole as large as possible (up to 50cm) would be the best way to extract the grain. A 25cm diameter coring machine was located and tested on an exterior cell containing wheat and having no dangling debris from the roof.

The location of the hole in the cell wall should be as low as possible to take advantage of the "head of grain", but high enough to avoid possible cell wall thickening at the bottom and to prevent the quick formation of a grain pile outside the cell that would stop the flow. It was agreed that holes would be drilled at approximately 3m from the ground.

If necessary, additional holes would be drilled next to the first hole to increase the flow. Once the flow has stopped, the hole would be enlarged using tangent cores or circular saw cuts to provide an access opening (50cm wide x80cm high) to enable crew to enter the cell and insert a large vacuum hose to extract the remaining grain by suction.

For the silos containing corn it is preferable to start with larger holes if possible (e.g 300mm diameter in order not to weaken the structure by cutting too many horizontal and vertical bars).

Once the exterior cell is emptied, the access hole would be extended vertically to the ground to allow the introduction of the coring equipment to the inside and to repeat the process for interior cells still containing grain. Alternatively, the valves at the bottom of the interior cells may be opened and the grain collected through vacuum hoses inserted through the service galleries. Details are described in Appendix 8.1 Poichotte's "Beyrouth Mode Operatoire Vidange des Silos V2" report.

It may be necessary to provide temporary closure to the holes to prevent spilling the grain on the ground. This can be done by

Figure 3. Test hole (25 cm diameter)

يوصي التقرير بالتالي:

1. استحداث ثقوب تفريغ اسطوانية في صوامع الصف الثالث -الناحية الخارجية- بقطر بحد أقصى 50 سم
2. ارتفاع الثقوب 3 م عن مستوى الأرض
3. استحداث ثقب إضافي ملاصق للأول إذا استلزم الامر لزيادة التدفق (بنفس قياسات الثقب الأول)
4. بعد تفريغ الحبوب فوق مستوى الثقوب الأولى، توسيع الثقوب الأولى اما بتوسيع دائرة الثقب أو بثقب مستطيل بقياس (50 × 80 cm) بهدف دخول العمال وافراغ ما تبقى من الحبوب تحت مستوى الثقوب عبر الشفط
5. بعد تفريغ الصوامع الخارجية كليا، توسيع الثقوب رأسيا ابتداء من الثقوب الأولى الى مستوى الأرض ليتمكن العمال من الولوج الى الداخل مع المعدات اللازمة لتكرار عملية افراغ الصوامع الداخلية
6. اغلاق الثقوب باستعمال ألواح معدنية

3. ثقوب تفريغ الحبوب

ثقوب التفريغ الأساسية بعد اغلاقها بالألواح المعدنية .Figure 4

Figure 5. أسطوانات وثقوب التفريغ حسب توصيات تقرير خطيب وعلمي

Figure 6. ثقوب التفريغ الأساسية بعد اغلاقها بألواح معدنية

4. توسيع ثقوب التفريغ خلافا لتوصيات التقرير

Figure 7. ثقوب التفريغ الموسعة

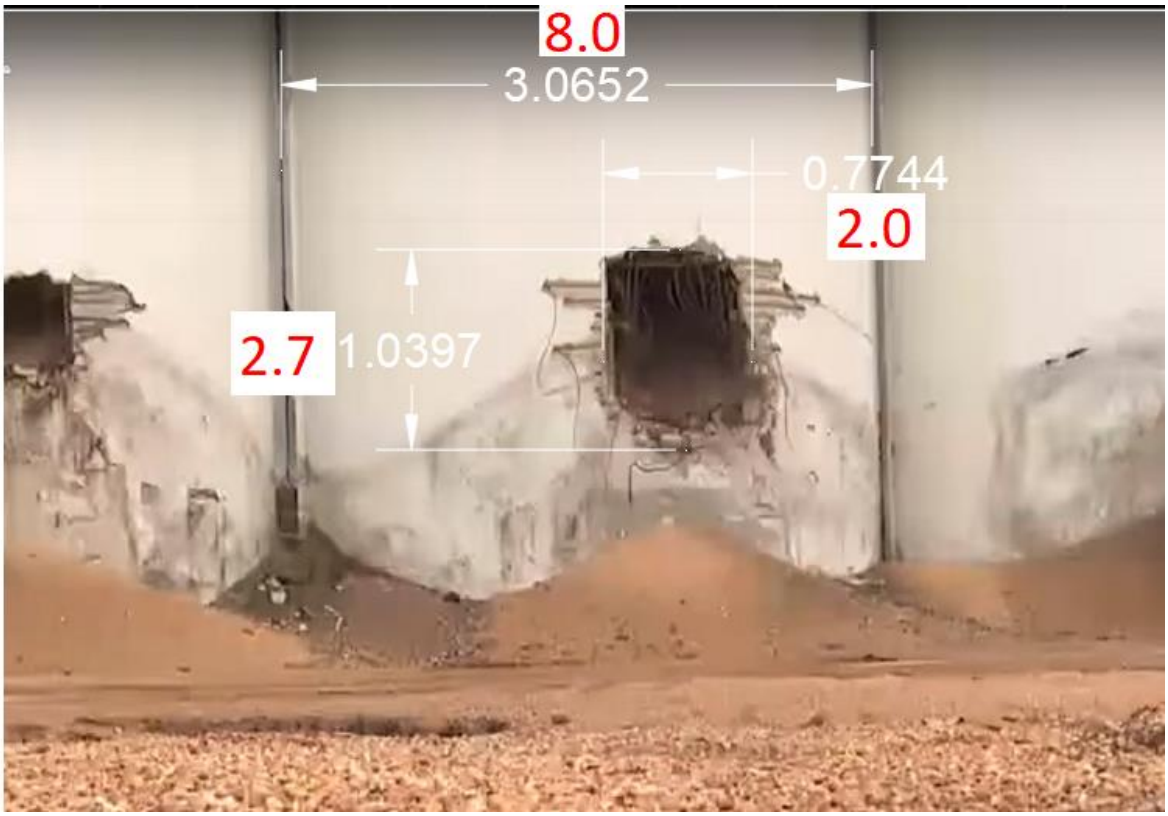


Figure 8. الابعاد التقريبية لثقوب الفريغ الموسعة

ثقب تفريغ موسع مستحدث اعلى من مستوى ثقب اساسي .Figure 9

الحبوب عند مستوى أسفل الفتحات الموسعة .Figure 10

5. الحبوب المتبقية التي اندلع فيها الحريق لاحقاً

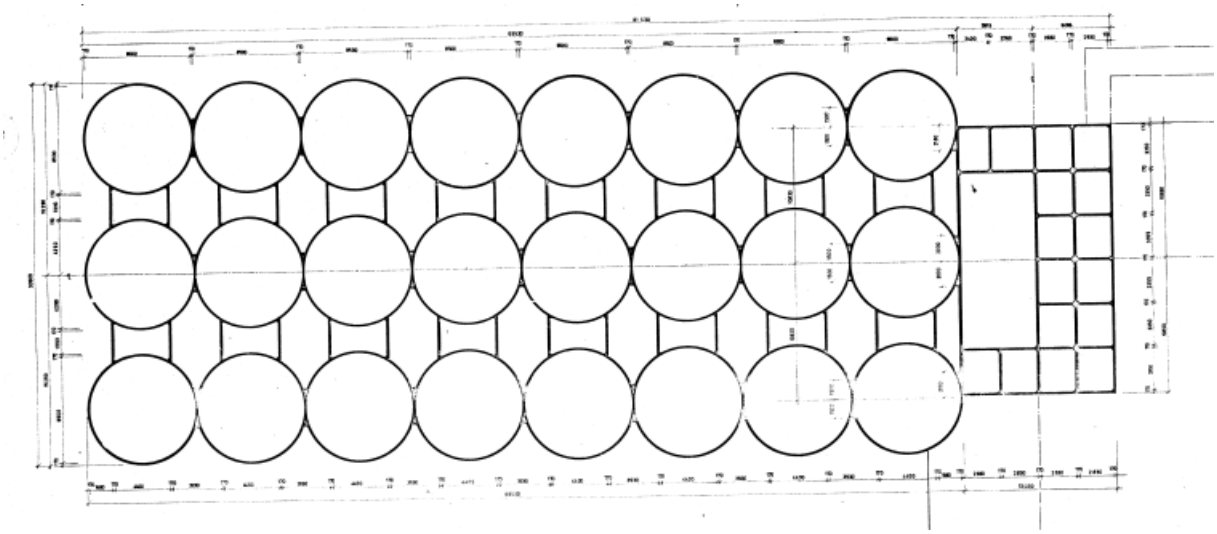
Figure 11. a

Figure 11.b

a. حبوب في الأجزاء المتبقية من الصف الأول من الصوامع لناحية مركز الانفجار
b. حبوب في الأجزاء المتبقية من الصف الثاني من الصوامع

6. التأثير الانشائي لتوسيع الفتحات

i. التأثير على شدة واستمرارية الحريق



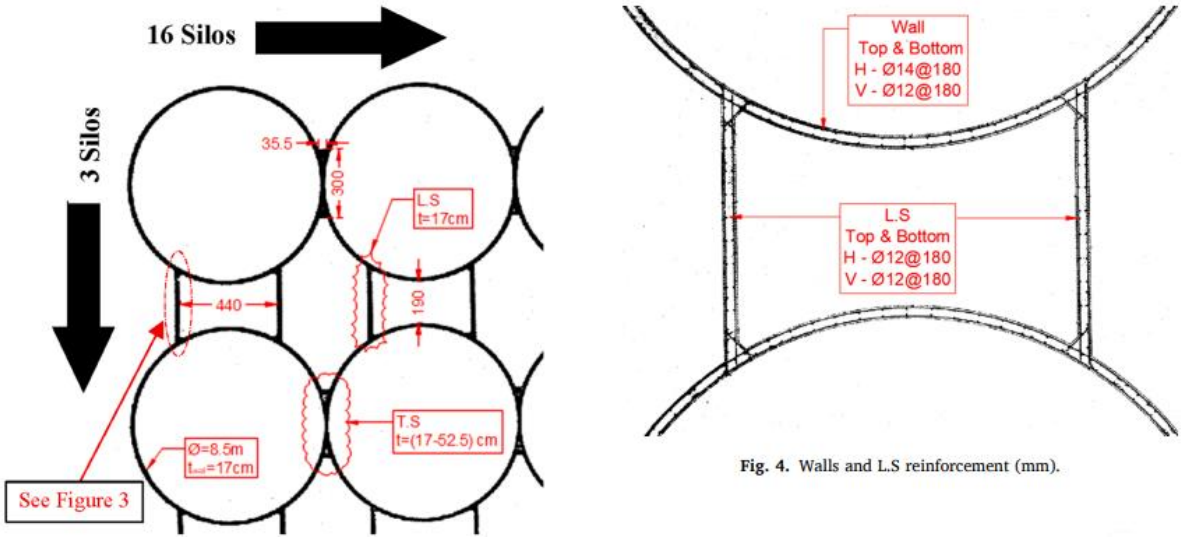


Fig. 4. Walls and L.S reinforcement (mm).

Figure 12. الاتصال الانشائي بين صفوف الصوامع

تم استحداث ثقوب التفريغ وتوسعتها في صوامع الصف الثالث المتبقي (البعيد عن مركز الانفجار) في فترة زمنية سابقة لاشتعال الحريق. وكما توضح تفاصيل المخططات التنفيذية لمباني الصوامع فان صفوف الصوامع متباعدة عن بعضها ويصل بينها حوائط انشائية.

وبما ان الحريق قد اندلع في الأجزاء المتبقية من الصف الأول (المقابل لمركز الانفجار) والبعيد والغير متصل مباشرة بالصف الثالث يستنتج ان لا تأثير للثقوب على شدة او استمرارية اشتعال الحريق.

ii. تركيز الاجهادات عند الفتحات بتأثير الانحناء

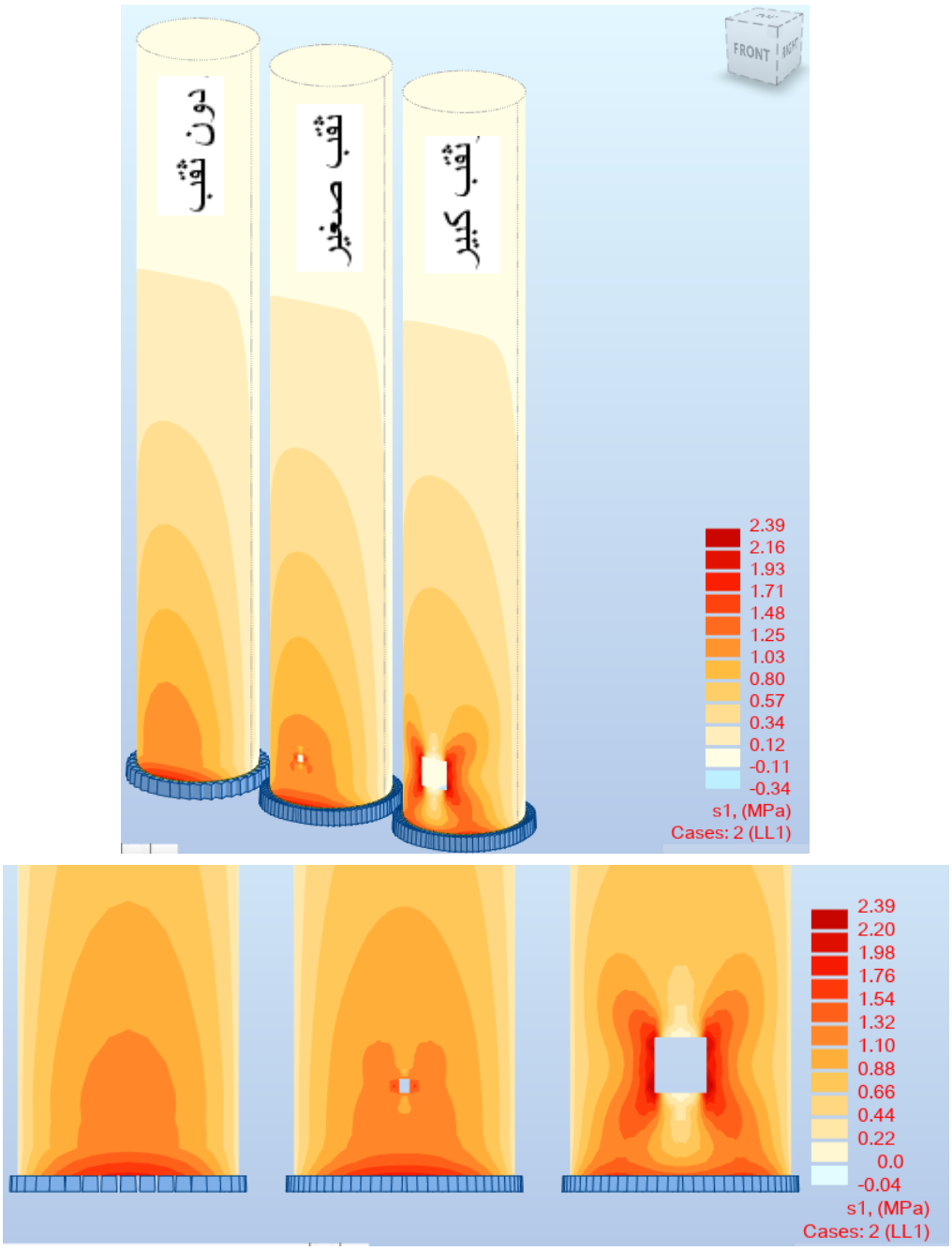


Figure 14. الاجهادات بنتيجة الانحناء للحالات التالية: من دون ثقب، بوجود ثقب صغير (50*50)، وثقب كبير (200*200)

يستنتج ان الثقب الصغير (كما أوصى تقرير خطيب وعلمي) لا يؤدي الى زيادة ملحوظة في قيم الاجهادات وبالتالي لا يؤدي إلى أضرار إنشائية، فيما الثقوب الكبيرة تضخم هذه القيم مما يسرع في اضعاف الصومعة في محيط الثقوب وظهور التشققات انطلاقاً من عند هذه المواضع.

iii. انتشار التشققات

Figure 15. انهيار أول صومعتين من المجموعة الشمالية (بالعلامة الحمراء) عند موضع الثقب الموسع وانتشار التشققات انطلاقا من الثقوب في باقي الصوامع (بالعلامة الخضراء)

Figure 16. اتصال التشققات المنطلقة من الثقوب الكبيرة للصوامع الاربعة المتبقية من المجموعة الشمالية

7. العوامل التي أدت الى انهيارات صوامع المجموعة الشمالية

a. انفجار 4 أب:
- تضرر انشائي كبير للصوامع وبخاصة عند مستوى اتصالها بالأساسات

b. نتيجة الانفجار تضرر نظام الاساسات
- الانحناء المستمر للصوامع المتبقية
- زيادة الاضرار الانشائية في الصوامع نتيجة زيادة الانحناء

c. الحريق الذي استمر لأكثر من أسبوعين وما زال مستمراً
- زيادة الاضرار الانشائية في الصوامع
- تسارع معدل الانحناء للصوامع
- تناقص القدرة الانشائية للتحمل

d. استحداث ثقوب تفريغ كبيرة
- تركيز وتضخيم الاجهادات حول الثقوب
- انتشار التشققات انطلاقا من الثقوب

تجدر الإشارة إلى أنه في الفترة التي تلت الانفجار وقبل اندلاع الحريق دعت نقابة المهندسين مراراً الى التدخل الفوري وتدعيم الإهراءات إلا أن اشتعال الحريق وعدم احتوائه واطفائه أدى إلى أضرار إنشائية كبيرة وتسارع الانهيارات الجزئية في المجموعة الشمالية.

8. تساؤلات تستوجب التوضيح

1. لماذا لم يؤخذ بالتوصيات فيما يختص بمقاس ثقوب التفريغ ولم يتم التفريغ من خلال الثقوب الأساسية الصغيرة
2. لماذا لم يؤخذ بالتوصيات فيما يختص بتوسعة الثقوب الأساسية إذا استلزم استحداث ثقوب أكبر
3. ما هي المعايير التي اعتمدت لاستحداث الفتحات وهل أجريت اية دراسات انشائية لتأثيرها على القدرة الانشائية للصوامع المتضررة
4. لماذا تم استحداث ثقوب كبيرة بوسائل قد تؤدي الى أخطار انهيارات بدلا من الطرق الموصي بها (ثقب أسطواني أو قص بمنشار دائري)
5. لماذا لم يتم افراغ الحبوب أسفل مستوى الثقوب
6. لماذا لم يتم الولوج عبر الثقوب لتفريغ الصوامع الداخلية
7. لماذا لم يتم اغلاق الثقوب بالطريقة المناسبة بعد توقف اعمال الافراغ (حسب ما أوصى به التقرير)

9. الوضع الحالي للصوامع المتبقية

بعد اندلاع الحريق

i. المجموعة الشمالية

بعد انهيار أربعة صوامع من المجموعة الشمالية تبقى أربعة صوامع متضررة انشائياً بنسبة كبيرة (الصورة 16) بحيث تشكل دراسة تدعيمها للمحافظة عليها تحدٍ كبير دونه عقبات تنفيذية أساسية بالإضافة الى المخاطر الكبيرة الناجمة عن إمكانية انهيارها في أي وقت.

تصنف هذه الصوامع الأربعة غير متزنة انشائياً وآيلة للسقوط وتشكل خطراً على السلامة ضمن المحيط المباشر للموقع (150 متر تقريباً)

ii. المجموعة الجنوبية

تتضمن المجموعة الجنوبية ستة صوامع كاملة (الصف الثالث الظاهر للناحية البعيدة عن مركز الانفجار) بالإضافة الى صوامع داخلية متضررة بنسب متفاوتة. تعرضت هذه المجموعة لأضرار إنشائية بنتيجة الانفجار علماً أن:

* المستشعرات المثبتة على الصوامع أظهرت ثبات صوامع هذه المجموعة خلال فترة السنتين بعد الانفجار

*عدم تأثّرها بالنيران المشتعلة في المجموعة الشمالية كذلك عدم تأثرها بانهيارات صوامع من المجموعة الشمالية

* عدم تأثّر هذه المجموعة بثقوب التفريغ الموسّعة (إلى الآن) وعدم ظهور تشققات، لأن الثقوب استحدثت في مواقع اجهادات الضغط (compression stresses) للمجموعة الجنوبية بينما تتواجد الثقوب في مواقع اجهادات الشد العالية (tension stresses) للمجموعة الشمالية

تصنف الصوامع المتبقية من المجموعة الجنوبية حالياً مستقرة انشائياً ولا تشكل أية مخاطر انهيار تبعاً للمعطيات الحالية.

10. توصيات

تعتبر الصوامع المتبقية من المجموعة الشمالية في حالة عدم اتزان انشائي بسبب الأضرار الكبيرة التي ذُكرت في الفقرة السابقة وهي آيلة للسقوط في أي وقت.

بناءً على ما تقدم نخلص إلى التوصيات التالية:

i. تشكيل لجنة من الخبراء والاختصاصيين لوضع آلية عملية وآمنة للتعامل مع الصوامع المتبقية من المجموعة الشمالية واتخاذ القرار المناسب بشأنها.

ii. تنظيف كامل الموقع وإزالة الحبوب المتبقية في المجموعة الجنوبية.

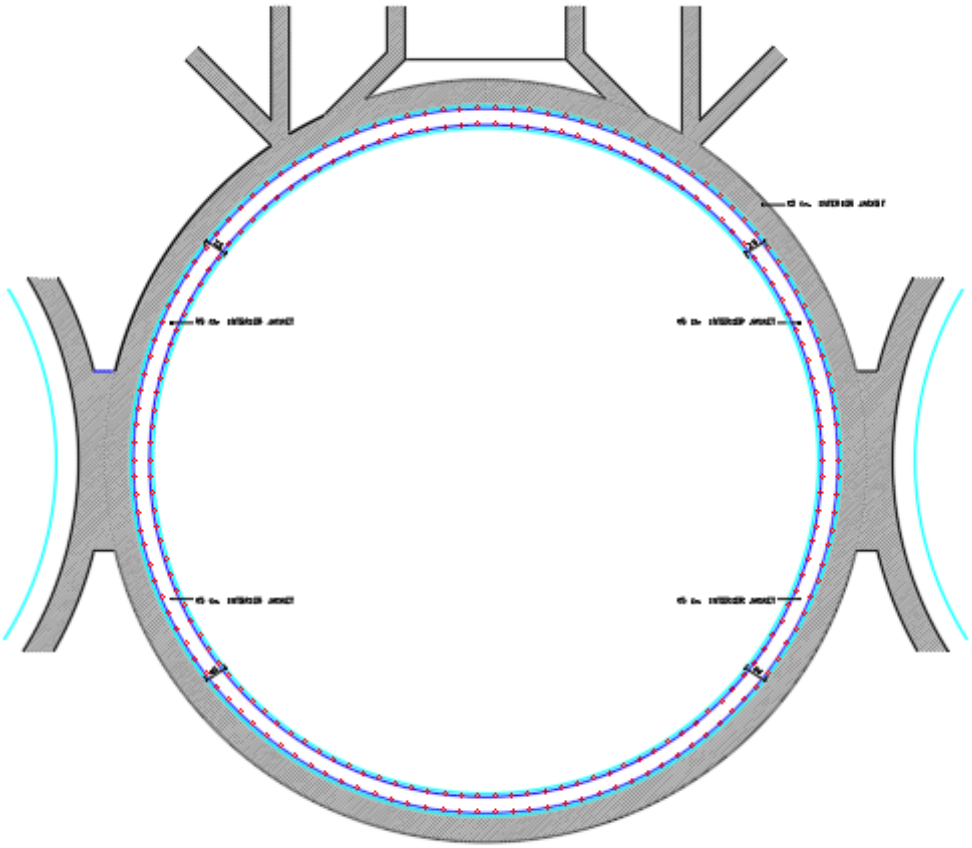
iii. اجراء تدعيم انشائي محدود للصوامع المتبقية من الناحية الجنوبية بهدف الحفاظ عليها كنصب تذكاري.

11. نظام التدعيم المقترح لصوامع المجموعة الجنوبية

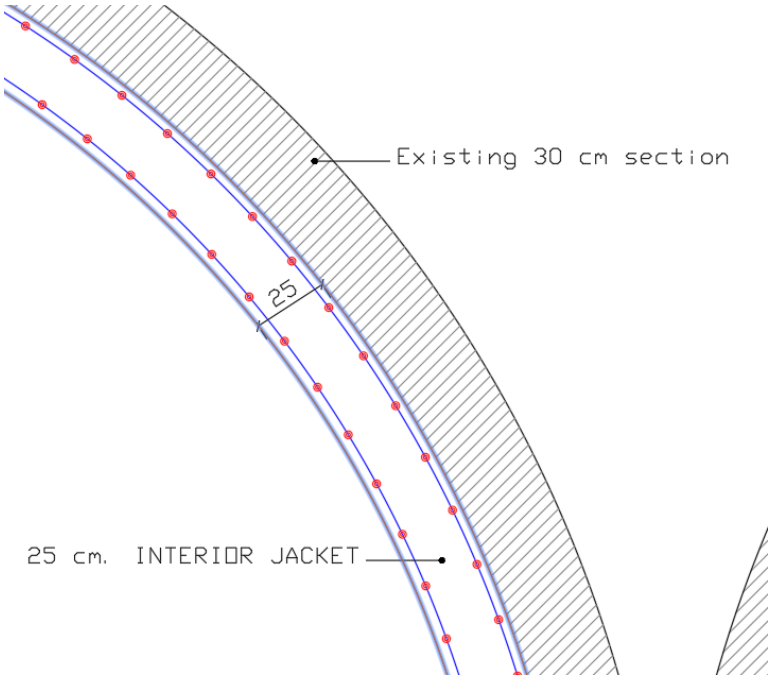
تمت دراسة عدة أنظمة تدعيم إنشائي للصوامع المتبقية من المجموعة الجنوبية وتبيّن الصورة التالية التفاصيل التنفيذية لأحد نظم التدعيم (قميص داخلي من الخرسانة المسلحة) التي تؤدي إلى تحقيق متانة المنشأ ومتطلبات السلامة.

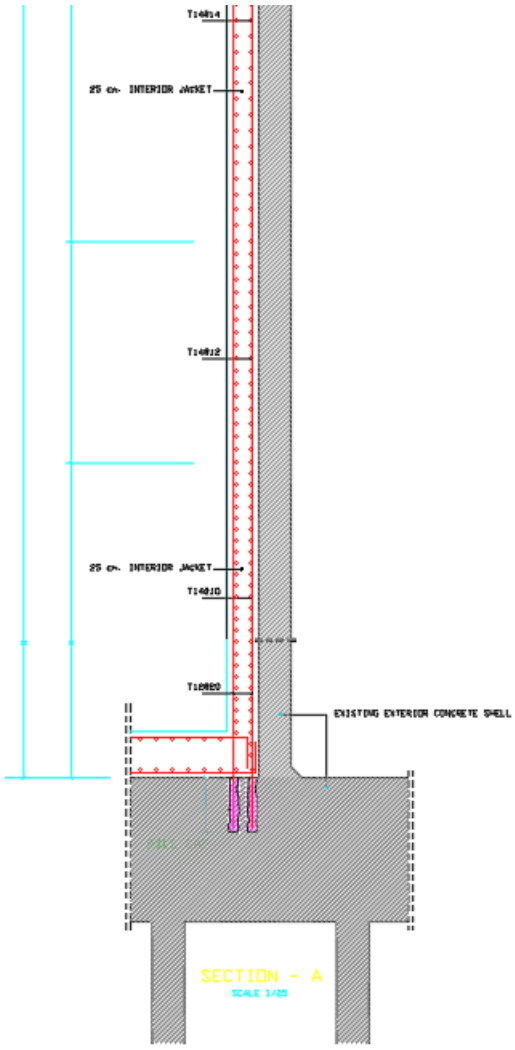
يمتاز نظام التدعيم المقترح بالتالي:

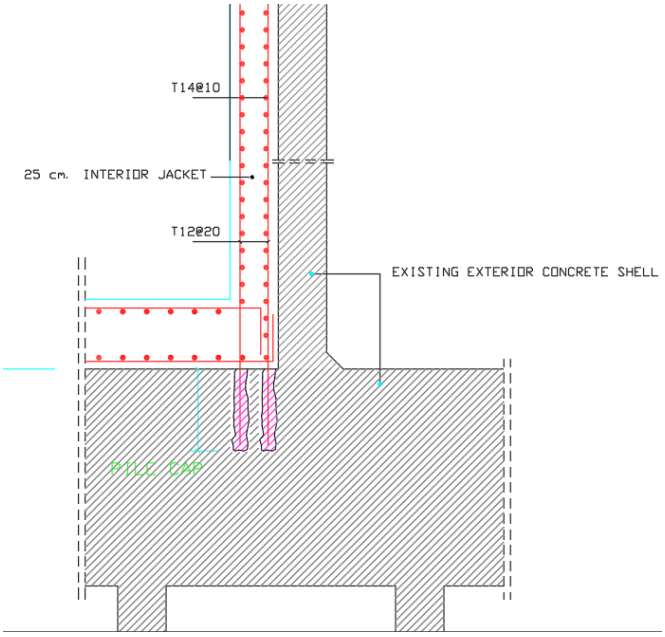
- سهولة تنفيذه دون الحاجة إلى تقنيات عالية وتجهيزات خاصة
- كونه نظام تدعيم داخلي وغير ظاهر (داخل الصوامع)
- التكلفة المقبولة نسبياً.



TYPICAL HORIZONTAL SECTION THROUGH SILOS


Existing 30 cm section
25
25 cm. INTERIOR JACKET


25 cm. INTERIOR JACKET
25 cm. INTERIOR JACKET
EXISTING EXTERIOR CONCRETE SHELL
SECTION - A


T14@10
25 cm. INTERIOR JACKET
T12@20
EXISTING EXTERIOR CONCRETE SHELL
PILE CAP