

原爆ドーム壁体調査の結果について

1 目的

想定される最大級の地震（震度 6 弱）が発生した場合でも、原爆ドームの現状を保つことで、文化財の価値を保全するとともに、公園内の安全性を確保するため、耐震対策を検討しているものである。

2 経緯

- 平成 24 年度には、想定される地震が原爆ドームの構造体に与える影響を定量的に把握するため、コンピュータ・シミュレーションにより構造解析を行った。
- このシミュレーションでは、有限要素法^{*1}に基づいてモデル化された原爆ドームに、平成 13 年の芸予地震を再現した地震動や今後発生することが想定される最大級の地震動を与え、ケース毎のせん断応力^{*2}と垂直引張応力^{*3}の分布を明らかにした。
- 平成 25 年度には、構造解析の精度を高めるため、応力の集中箇所等においてレンガ壁のコア抜き（17 か所）を行い、構造上の弱点であるレンガ目地の強度^{*4}と過去に劣化対策として施工したエポキシ樹脂の注入状況を確認した。

*1 有限要素法…複雑な構造物を小さな要素の集合体として解析する手法

*2 せん断応力…水平方向にすべらせるように作用する力

*3 垂直引張応力…垂直方向に引っ張りはがすように作用する力

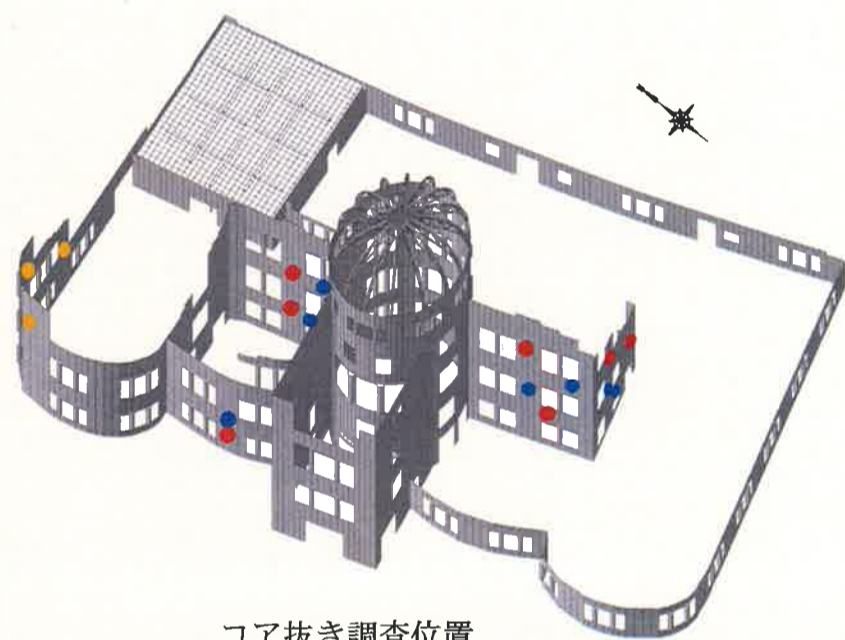
*4 強度…地震などの外力に対する材料の最大抵抗値

3 調査概要

(1) コア抜き調査位置について

- シミュレーションにより応力集中が判明した壁面を対象として、位置を選定。
- 過去に亀裂を補修した箇所において、エポキシ樹脂が注入されている位置で直径 50mm のコアを採取。
- コア採取後の穴については、外観上の変更を最小限に留めるため、十分な強度が期待できる材料を充填させた後、コアの端面を貼り付け。

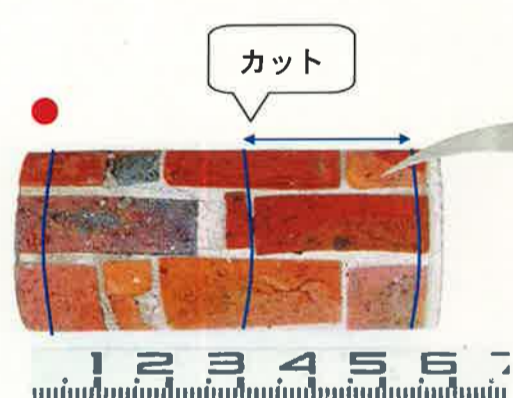
凡 例	採取コア（直径/mm）	箇所数
●	目地のせん断強度試験用（200）	7
●	目地の引張強度試験用（100）	7
●	エポキシ樹脂確認用（50）	3



コア抜き調査位置

(2) 破壊試験

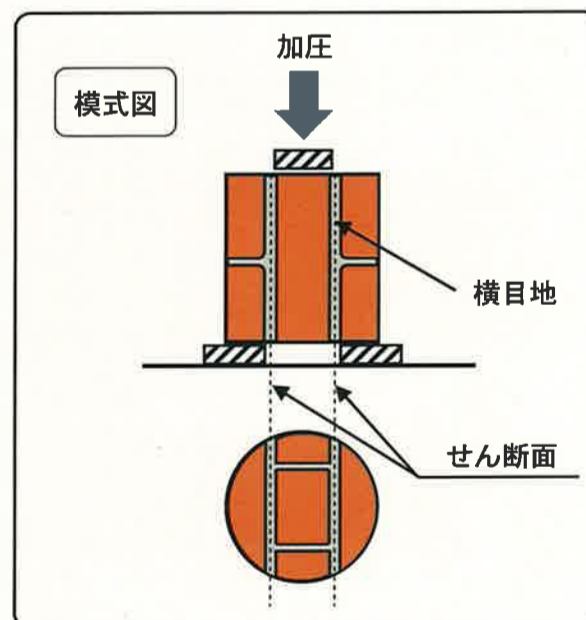
① せん断強度試験 直径 200mm



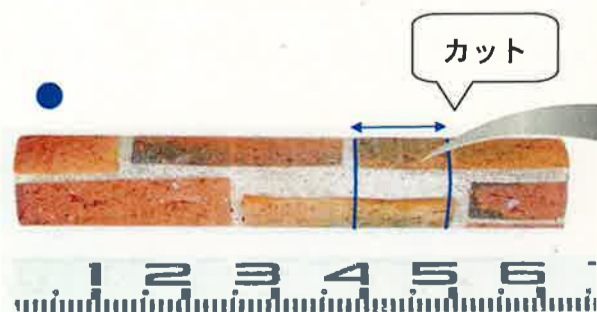
試験体の高さ 約 200mm
7 本のコアから 10 個の試験体を採取。



押し抜きせん断により最大荷重を測定し、せん断面の面積と最大荷重から、せん断強度を算定。



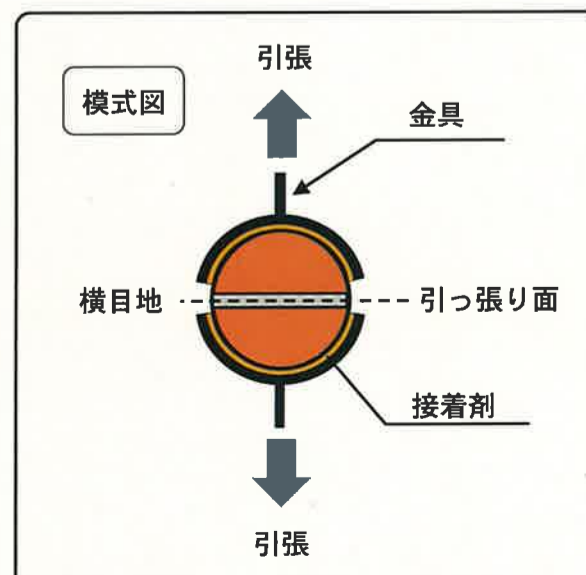
② 引張強度試験 直径 100mm



試験体の高さ 約 100mm
7 本のコアから 15 個の試験体を採取。



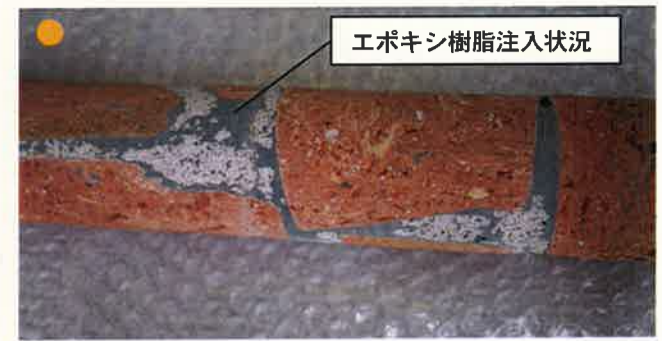
コア側面にエポキシ樹脂接着剤で鋼製アタッチメントを接着し、アタッチメントを直接引っ張ることによりその破断荷重を測定。



4 調査結果

(1) エポキシ樹脂確認結果

- ・ 亀裂補修箇所にて採取したコアにおいては、亀裂の隅々までエポキシ樹脂が注入されており、過去の補修が効果的であったことが右写真のとおり確認できた。
- ・ 亀裂補修箇所以外で採取したコアにおいては、補修箇所からのエポキシ樹脂の浸透は確認できなかった。



(2) 強度試験結果

- ・ 亀裂補修箇所以外で採取したコアから抽出した試験体で破壊試験を行った結果、レンガ目地の強度は以下のとおりであった。

	サンプル数	強度 (N/mm ²)		
		分布	平均値* ⁵	当初想定値* ⁶
せん断強度	10	0.62~2.01	1.09	0.44
引張強度	15	0.01~1.00	0.30	0.45

*⁵ 平均値…部材単位ではバラつきが見られるが、構造体としては均一なものであるとして、判定評価を行うための期待値。

*⁶ 当初想定値…平成 24 年度の構造解析に用いた値。(昭和 62 年に保存工事のために実施した過去唯一のコア抜き調査により得られていた値)

- ・ せん断強度の平均値は、当初想定していた強度の 2 倍近い値が得られた。
- ・ 引張強度の平均値は、当初想定していた強度の 3 分の 2 の値であった。

5 今後の対応方針

(1) 耐震対策の方針

調査結果により得られた目地の強度と、想定される最大級の地震波（震度 6 弱）を受けたときに原爆ドームにかかる応力を比較検討した結果を踏まえ、耐震対策についての方針は以下のとおりとする。

- ・ せん断応力については、目地の強度を超える範囲がごく僅かであり、耐震対策は実施しない。
- ・ 垂直引張応力については、目地の強度を超える範囲が当初の想定以上に存在することが判明したため、鋼材を壁に当てるなど、文化財の価値を損なわない可逆的な手法により、大きな応力が生じる箇所を中心に対策を実施する。

(2) 今後の予定

- ・ 平成 25 年度 史跡原爆ドーム保存技術指導委員会や文化庁と協議し、耐震対策工法を絞り込み
- ・ 平成 26 年度 耐震対策の実施設計

【参 考】原爆ドームの保存に係る主な経緯

大正 4 年度 (1915 年度)	広島県物産陳列館竣工
昭和 20 年度 (1945 年度)	8 月 6 日、原子爆弾の投下により、爆心地の南西約 160 メートルで被爆
昭和 22 年度 (1947 年度)	このころから原爆ドームの存廃論議が起こる
昭和 41 年度 (1966 年度)	広島市議会が保存を決議
昭和 42 年度 (1967 年度)	第 1 回保存工事（壁体亀裂部分の接着工事、補強鉄骨工事、塗装工事など）
昭和 62 年度 (1987 年度)	原爆ドームの強度調査（せん断強度、引張強度など）
平成元年度 (1989 年度)	第 2 回保存工事（コンクリートの劣化補修、鉄骨の防錆塗装、レンガ目地の補修など）
平成 4 年度 (1992 年度)	第 1 回健全度調査（以降、概ね 3 年毎に実施）
平成 7 年度 (1995 年度)	文部大臣が国の史跡に指定
平成 8 年度 (1996 年度)	ユネスコ世界遺産委員会が世界遺産への登録を決定
平成 12 年度 (2000 年度)	史跡原爆ドーム保存技術指導委員会を設置
平成 14 年度 (2002 年度)	第 3 回保存工事（雨水対策工事など）
平成 17 年度 (2005 年度)	平和記念施設保存・整備方針の策定
平成 19 年度 (2007 年度)	史跡原爆ドーム保存技術指導委員会に耐震対策部会を新設
平成 20 年度 (2008 年度)	原爆ドームの振動特性調査、レンガに関する実験を実施
平成 21 年度 (2009 年度)	原爆ドームでの想定地震動の検討
平成 24 年度 (2012 年度)	構造解析により地震時の応力分布を把握
平成 25 年度 (2013 年度)	原爆ドーム壁体調査を実施、耐震対策工法の絞り込み
平成 26 年度 (2014 年度)	耐震対策の実施設計