

3.2 平屋建て住宅のためのアドベ造の使用に関する都市開発及び建築についてのエルサルバドル技術基準

公共事業・交通・住宅都市開発省  
公共事業・交通・住宅都市開発部門

エルサルバドル技術基準

RTS91.02.01:14

公共事業・交通・住宅都市開発省

承認第 314 号

サンサルバドル 2014 年 6 月 6 日

公共事業・交通・住宅都市開発部門の執行機関

事由：

- I. エルサルバドル共和国憲法第 1 条、第 2 条、第 119 条は、国家の活動として、また同様に、大多数のエルサルバドルの家庭が住宅を所有できるよう努めるという国家に課せられた義務として、国民に不動産所有権を認めている。
- II. 2011 年 7 月 21 日法令第 790 号（同年 8 月 26 日官報 158 巻第 392 号にて公表）により、エルサルバドル品質システム創造法が発布され、公表された要請事項として世界貿易機関が設定する期間に従って、技術基準の策定責任機関に対して、承認された技術基準をエルサルバドル技術規制機関に返す権限が与えられた。
- III. 都市開発建設法第 8 条第 2 項は、アドベの建設を認めており、住宅問題解決の選択肢として応えるために、その規制基準を発行する必要性が生じている。
- IV. 住宅はエルサルバドルの家庭のための基本的な権利と考えられ、関連機関は社会的機能として住宅政策を促進するために連携する義務を負う。
- V. 住宅問題解決に向けて最貧困層に対しより安全な建築物を建設するべく、技術的・科学的研究に基づく適切な建築工事の施工を考慮しつつ、アドベ造の適切な構造的挙動を保証するために、構造安全上最低限の要請事項を制定することが適切である。

従って、法的権限に基づき、承認のうえ、以下発令する。

エルサルバドル技術基準 RTS91.02.01:14 平屋建て住宅のためのアドベ造の使用に関する都市開発及び建築

平屋建て住宅のためのアドベ造の使用に関する都市開発及び建築

対応：本エルサルバドル技術基準は国際規範に部分的に対応する。

ICS 91.100

RTS91.02.01:14

エルサルバドル技術規制機関編集

住所 1ª Calle Poniente, Final 41 Av. Norte, Nº 18 San Salvador, Col. Flor Blanca,  
San Salvador, El Salvador.

電話番号 (503) 2590-5323、(503) 2590-5335

Email アドレス [consultasreglamento@osartec.gob.sv](mailto:consultasreglamento@osartec.gob.sv)

著作権留保

## 報告

エルサルバドル技術規制機関に設置された国家技術規制委員会は、エルサルバドル技術基準の策定を委任された機関である。同委員会は、民間企業、政府、消費者保護庁、大学学術部門の代表者で構成される。

国内および国際的同意を保証するために、国家技術規制委員会によって策定された原案は、一定の期間、誰もが意見を提出できるよう、国内パブリックコメントおよび国際的  
通知に委ねられる。

策定された文書は、「平屋建て住宅のためのアドベ造の使用に関する都市開発と建築  
RTS91.02.01:14」として、国家技術規制委員会により承認された。基準の公式化は、その監視と適用を担当する省の行政上の承認を伴うものとする。

本エルサルバドル技術基準は、最新技術における必要性和要請に常に対応するために、継続的な見直しを行うものとする。

内容	ページ (訳注14)	本資料における ページ
1. 目的	1	3-41
2. 適用範囲	1	3-41
3. 定義	1	3-41
4. 略語及び記号	3	3-43
5. 技術仕様	4	3-44
6. 適合評価方法	5	3-45
7. 参考文献	13	3-53
8. 監視及び検査	14	3-53
9. 発効	14	3-53

---

(訳注14)原文のページ番号。

## 1. 目的

居住者の安全を保証し、自然災害によって生じる危険性を最小限のものとするため、アドベ造建物が満たさなければならない技術的な必要条件を規定する。

## 2. 適用範囲

国土全体に適用され、アドベ部品の製造、取引及び建設に関わるすべての個人及び法人を含む。

## 3. 定義

- 3.1. **アドベ**：正方形及び/又は長方形の焼成していない土でできた固形部品又はその一部
- 3.2. **壁の高さ**：土台の上部とまぐさ部臥梁の下部の間の鉛直方向の距離
- 3.3. **粘土**：可塑性の無機質土壌
- 3.4. **拘束部材**：上端部における壁の変位を抑制するために鉛直又は水平に置かれた構造要素
- 3.5. **管轄機関**：業務の規制・命令又は管理を実行する機関又は団体であり、その活動は業務・職務の遂行に影響を与える。
- 3.6. **境界部分**：壁の端部とドア又は窓の枠の間の部分
- 3.7. **基礎**：モルタルで固められた石の構造物であって、壁及び屋根の荷重を支え地面に伝える機能を持つもの
- 3.8. **控え壁**：一定の拘束機能を持った強固な鉛直要素

- 3.9. **破れ目地**：下の段の上に交互に鉛直の目地が来るようなアドベの配置
- 3.10. **建築物**：地盤から基礎を作り、鉛直に建てた構造物
- 3.11. **許容応力**：部材によって支えられる単位面積あたりの荷重容量
- 3.12. **せん断応力**：荷重に対して壁を支える強度 (訳注15)
- 3.13. **壁・梁接合部**：鉄筋コンクリートの鉛直の構造要素であって、壁の交差部におけるまぐさ部臥梁と頂部臥梁を接合するためのものである。
- 3.14. **目地**：接合材で充填された部分であって、均等な厚さで水平に続く線を形成し、鉛直には継続しない。
- 3.15. **組積造**：土及び/又は石を主にした固体の部材の壁によって形作る建設工法
- 3.16. **メガパスカル (MPa)**：一般に、基礎及び構造材の断面応力の計算に使用される。通常、応力は  $N/mm^2$  で表され、また、地盤の引張応力あるいは圧縮応力は MPa で表される。
- 3.17. **モルタル**：アドベ造の建設のために同じ材料で作られる接合材料又は石の組積造のための砂とセメントによる材料
- 3.18. **鉛直壁**：それ自体及び屋根の荷重と地震及び風による慣性力を総体として支える間仕切りのための鉛直の壁
- 3.19. **屋根勾配**：雨水を排出するための屋根のおおい又は他の部材の傾斜角
- 3.20. **キャッピング**：圧縮試験の際に荷重応力の正確な配分を確保するために適正に作成された材料の平滑な表面
- 3.21. **上塗り**：自然に曝されることから壁を守るための材料の皮膜

---

(訳注15) せん断応力の説明にはなっていないが、原文の直訳としている。

- 3.22. **土台**：基礎の上に作られるモルタルで固められた石の構造物
- 3.23. **まぐさ部の臥梁**：2本の主筋とかすがい筋で補強されたコンクリートの水平構造要素で、ドアや窓の空間の上部に設置されて壁全体を一体的に接合させるためのもの
- 3.24. **頂部の臥梁**：2本の主筋とかすがい筋で補強されたコンクリートの水平構造要素で、壁の頂部に設置されるもの
- 3.25. **斜め主ばり**：2本の主筋とかすがい筋で補強されたコンクリートの斜めの構造要素で、屋根の傾きを定めるために壁の頂部に設置されるもの
- 3.26. **土**：有機物を含まないすべてのタイプの土壌
- 3.27. **バラ・デ・カスティージャ**：(イネ科の仲間で学名 *Gynerium sagittatum*)：アドベ造の壁に鉛直及び水平の補強材として使われる竹の仲間の植物
- 3.28. **アドベ部品**：固形部材で、最小寸法 30×30×10cm の基本形アドベ部品及び最小寸法 14×30×10cm の半アドベ部品

#### 4. 略語及び記号

- 4.1. **cm**：センチメートル
- 4.2. **kg/cm<sup>2</sup>**：キログラム/平方センチメートル
- 4.3. **in**：インチ
- 4.4. **m<sup>2</sup>**：平方メートル
- 4.5. **m**：メートル
- 4.6. **mm**：ミリメートル
- 4.7. **MPa**：メガパスカル
- 4.8. **N**：ニュートン
- 4.9. **N/mm<sup>2</sup>**：ニュートン/平方ミリメートル
- 4.10. **N°**：番号
- 4.11. **CV**：変動係数
- 4.12.  **$\nu_{m.prom}$** ：終局平均応力度

## 5. 技術仕様

### 5.1. 補強アドベ造の要素

5.1.1. 建物の構造は、内部に補強材のあるアドベ壁によって形成されなければならない。この建設手法は、石を主とした基礎及び土台と、6.2 項の規定に従って、細粒状及び粘土質の土を適切に混合して作られ、アドベ部品と同様の混合による土を主としたモルタルで繋げられたアドベ壁によって構成される。

5.1.2. アドベ壁は、自重及び風荷重、地震荷重を伝え、水平方向の安定のために壁厚の 10 倍を超えない距離ごとに配置された鉛直の部材（控え壁）で拘束され、端部及び鉛直の拘束部材は、頂部臥梁と斜め主ばりで閉じたものとする。

### 5.2. 補強アドベ造の概要

5.2.1. 本工法には、地震によって生じる壁の損傷（ひび割れや亀裂）を避けるために控え壁が用いられなければならない。

5.2.2. 拘束部材（控え壁）は、壁厚の 10 倍を超えない距離で配置されなければならないが、これは、強度と十分な安定性を提供し、最大で 2 つのアドベ部品の間隔（64cm）で壁の中に配置されて、基礎全体にはめ込まれた鉛直方向のバラ・デ・カスティージャにより、基礎にせん断力を伝え、また、壁の安全性と変形能力を高め、全体及び部分の構造崩壊を遅らせるものである。

### 5.3. 補強アドベ造の挙動

5.3.1. 地震の際に補強アドベ工法を構成する部材が適切な挙動を示すよう、本基準に定められた規定が満たされなければならない。



## 6. 適合評価方法

### 6.1. 土の特性

6.1.1. アドベ部品製造のための最小限の材料は、6.2項で規定されているように可塑性の土と細粒状の土に由来するものでなければならず、それぞれは有機性の土が含まれることを避けなければならない。

### 6.2. アドベ部品の特性

6.2.1. アドベ部品は、その製造に適した土、できれば可塑性と細粒状の土からなるもので、作られなければならない、両方の土が含まれていることが、簡易な方法で評価されなければならない。

6.2.2. アドベ部品の製造のため、土の適否の試験は、長さ約20cmで直径1.5cm~2.5cmの可塑性の土の棒状の試験体を、手のひらで作るが（手でくっつけてはいけない）、破損時の測定により、試験体のおおよその特性を知ることができる。支えなしに水平に置いた棒が破損する時の長さを測定し、下記の指標で特性が理解される：

6.2.2.1. 支えなしに水平に置いた棒の長さを測定し、破損時の結果は下記の通りとなる：

- a) 5cm~15cmで破損する場合は、その土はアドベ部品を作るのに適切である。
- b) 5cmより前に破損する場合は、粘土を加えなければならない。
- c) 15cmより後に破損する場合は、砂を加えなければならない。

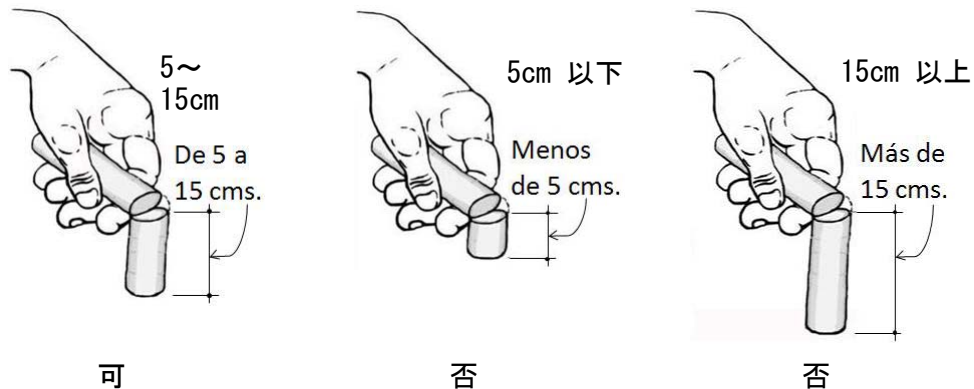


土の試料採取



棒の小片

## 試験結果 (訳注16)



## 6.3. 材料強度

6.3.1. 適切な材料比率は、本基準 6.2 項で規定された実地試験で確認されなければならない。この試験は、当初の土の比率を 1 対 4 (細粒状の材料 4 に対し、可塑性の材料 1) として、住宅建設の技術支援を行う建設技術者 (構造技術者又は建築家) によって実施されなければならない。また個人住宅の場合には工事を行う名義人によって実施されなければならない。適切な比率は、アドベ部品に必要な強度を保ち、ひび割れを防ぐ。

## 6.4. アドベ部品の圧縮

6.4.1. アドベ部品の圧縮強度は、一辺がアドベ部品の最小の長さと同じ立方体の試験で定められる。

6.4.2. 試験は完全に乾燥させたアドベ部品を用いなければならない。最小値はキャッピングでない場合は  $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 、キャッピングの場合は  $20\text{kg}/\text{cm}^2$  とする。4 週間後、アドベは乾燥状態でなければならない。外形的な欠陥すなわちひび割れや変形があってはならない。この時点で、両端から 5cm 支えられたアドベ部品の中央に片足で立つという経験的な強度試験を行わなければならない。アドベ部品は、約 150 ポンドの人の体重を少なくとも 1 分間支えなければならない。アドベ部品が耐えられない場合には、当該材料は規定の強度を満たさないものとされ、処分されなければならない。

(訳注16) 原文の cms は、正しくは cm。



アドベ部品の強度試験

## 6.5. せん断強度

6.5.1. 組積造のせん断強度<sup>1</sup>は、以下のように決定される。

- a) 建設に用いられる材料と技術でのダイアゴナル圧縮試験。少なくとも3体の試験体で実施する。
- b) 組積壁の許容せん断応力度 ( $\nu_{adm}$ ) は、3体の試験結果から次式により得られる。

$$\nu_{adm} = \frac{\nu_{m.prom}}{1 + 2.5CV}$$

ここで、

$\nu_{m.prom}$  = 終局平均応力度

C.V. = 変動係数 (最大で30%となる)

- c) 組積壁の試験が実施されない場合、次の許容せん断応力度が用いられる。

$$\nu_{adm} = 0.25 \text{kg/cm}^2$$

6.5.2. これらの試験は、地方技術事務所のような、公共事業・交通・住宅都市開発省により指定された所轄機関によって行われる。

6.5.3. これらの試験は、公的機関、地方政府、NGO、基金及び国際協力によって促進される住宅プロジェクトの必要条件となり、10戸の住宅ごとに、本基準に詳述された少なくとも3つの試験体の試験が実施されなければならない。

注1：耐震アドベ造に関する調査結果報告書，2008年3月及び2013年12月

6.5.4. これらの試験は、工事を実施する団体や個人の外部にある実験施設で実施されるものとし、施設はそれぞれの当事者に承認されていることが好ましい。

## 6.6. 設計基準

6.6.1. 補強アドベ造の設計は、以下の一般的特性を満たさなければならない。

6.6.1.1. 規模及び構造的要件：

- a) 一戸建住宅の建築面積は、 $50\text{m}^2$  を超えてはならない。
- b) 住宅の長さとの幅の比が 1.5 を超えてはならない。
- c)  $50\text{m}^2$  を超える建築物は、建設分野の専門家による設計のチェックを受けなければならない。

## 6.6.2. 基礎工事

6.6.2.1. 基礎：構造物全体の荷重を地面に伝えることが主な機能である部材であり、以下の要件を満たさなければならない：

- a) 有機的でなく可塑性のない材料で地面にしっかりと設置する。
- b) 縄張りは、壁の交差部で、正確に角度  $90^\circ$  とする。
- c) 水準器によって、掘削部の断面及び深さを決定するものとし、地面から少なくとも  $50\text{cm}$  は掘り下げ、全部分において深度を維持しなければならない。
- d) 土台：壁が直接地面に接触することを避けることが主な機能である部材で、雨又は毛細管現象による浸食をさけて、基礎の上に少なくとも  $25\text{cm}$  の高さを持たなければならない。

## 6.6.3. 壁

6.6.3.1. 適切な壁の設計のために、以下の通り、構造物全体の安定性を向上させるための要件を満たさなければならない。

- a) 鉛直拘束部材：壁厚の10倍以下の間隔で設置されるべき追加部材（控え壁）
  
- b) 水平閉鎖部材：全ての壁を、全長にわたって結び付けることが主な機能である部材。まぐさ部臥梁は壁厚の8倍以下の高さ、すなわち、壁厚30cmのアドベに対し2.40mの高さに設置せねばならず、頂部臥梁はまぐさ部臥梁からアドベ2列分上に設置しなければならない。
  
- c) 壁は土台上部からまぐさ部臥梁下部の間に最大で2.40mの高さとする。
  
- d) 壁と控え壁は、アドベの破れ目地を介して交差させねばならない。
  
- e) アドベ部品間の目地の厚さは、鉛直水平ともに平均2cmで、均一なものとしなければならない。
  
- f) ドア又は窓の開口部端と壁の端との距離は、壁厚の3倍以下にしてはならず、または最小で90cmとしなければならない。

#### 6.6.4. 屋根の構造及び覆い

- 6.6.4.1. 屋根の構造と覆いは、壁の負荷の集中を避けるために軽い材質で構成しなければならない。覆いの傾斜（傾斜角）は使用される材質に従わねばならない。

#### 6.7. 建設基準

- 6.7.1. 補強アドベの建設は以下の一般的特徴を満たさなければならない。

### 6.7.1.1. 基礎工事

6.7.1.1.1. 基礎の掘削深さは、地面から 50cm 以上でなければならず、幅は壁厚の 1.5 倍以上、すなわち 45cm 以上でなければならない。使用される材料は、ASTM C1157 タイプ GU によるセメントとあみ目幅 9.5mm (3/8-in) 以下のふるいを通した砂を用い、その配合比 1:5 のモルタルで接合された採石でなければならない。

6.7.1.1.2. 土台は壁厚幅と最低高 25cm を持ち、基礎に連続したものでなければならない。使用される材料は、ASTM C1157 タイプ GU によるセメントとあみ目幅 9.5mm (3/8-in) 以下のふるいを通した砂を用い、その配合比 1:4 のモルタルで接合された切出し石でなければならない。

### 6.7.1.2. 壁

6.7.1.2.1. 壁：アドベ壁は最低壁厚 30cm としなればならず、その建設のために正方形と長方形の 2 種類のアドベ部品が使用される。

6.7.1.2.2. アドベ部品：アドベ部品は以下の寸法としなければならない。厚さ 10cm で 30cm×30cm の正方形の基本形アドベ部品と、厚さ 10cm で 14cm×30cm の長方形の半アドベ部品。

6.7.1.2.3. モルタル：アドベ部品を接合するために使用するモルタルはアドベ部品を製造する材料と同材質のものとしなければならない。

6.7.1.2.4. 壁の建造：壁の建造は、全周囲の控え壁と同時進行で行われなければならない。

a) 土台上の最初の列は、幅 30cm×長さ 30cm×厚さ 10cm の基本形アドベ部品でなければならない。

b) 2 列目からは、壁と控え壁の間の破れ目地を維持するために、バラ・デ・カステージャによる鉛直補強材が通る場所に幅 14cm×長さ 30cm×厚さ 10cm の長方形アドベ部品を組み合わせて配置しなければならず、その配置は基本形部品及び半部品を交互にするものとする。

- c) 鉛直補強材はバラ・デ・カスティージャで構成されるものとし、最大でアドベ部品2個(64cm)の間隔で土台に取り込まれ、壁の角と交差部の間において、頂臥梁又は斜め主ばりまで連続して設置される。水平補強材は、縦に半分に割ったバラ・デ・カスティージャを、アドベ層の3段ごとの上に、設置するものとし、壁の長さ全体に2つの半分に割ったバラ・デ・カスティージャを設置し、鉛直補強材との交差ごとに結線部が設置される。各交差は番線で結線されるものとする。各結線部に、バラ・デ・カスティージャが無い場合は、結果を通知する報告書の規定に従って引張試験が行われるという条件で、ブラジル竹やブラバ草を使用できる。

6.7.1.2.5. 拘束部材：鉛直拘束部材（控え壁）は、正方形の基本形アドベ部品と長方形の半アドベ部品の組み合わせでつくられる。

- a) 水平の枠組部材は、鉄筋コンクリート製のまぐさ部臥梁、頂臥梁または斜め主ばりから構成される。大きさは、壁と同じ厚さで、高さは12cmとする。
- b) コンクリートは、戸建住宅の場合には、ASTM C1157 タイプ GU に基づきセメントと砂と砂利の配合比が1:2:3とし、2戸以上の住宅計画の場合には、最低限 $180\text{Kg}/\text{cm}^2$  (18.0MPa)の圧縮強度を有する必要がある。補強鉄筋は直径9.5mm (No. 3)の2本の異形鉄筋を設置し、ASTM A615の規定に従い最低限 $2,800\text{Kg}/\text{cm}^2$  (280MPa)の降伏強度を要する。直径6.0mmの丸鋼のかすがい筋は、20cmごとに配し、 $2,800\text{Kg}/\text{cm}^2$  (280MPa) ~  $5,200\text{Kg}/\text{cm}^2$  (520MPa)の降伏強度を要する。9.5mm (No. 3)の主筋の重ね継手は、主筋の直径の少なくとも40倍としなければならない。

6.7.1.2.6. 接合：壁の隅の梁との交差部に、壁・梁接合部が形成され、まぐさ部臥梁・頂臥梁・斜め主ばりを繋げる機能を持つ。壁・梁接合部は、9.5mm (No. 3)の異形鉄筋4本で構築され、ASTM A615の規定に従い、最低限 $2,800\text{Kg}/\text{cm}^2$  (280MPa)の降伏強度を要し、直径6.0mmの丸鋼の帯筋は、15cmごとに配し、 $2,800\text{Kg}/\text{cm}^2$  (280MPa) ~  $5,200\text{Kg}/\text{cm}^2$  (520MPa)の降伏強度を要する。断面は30cm×30cmの仕上げとする。コンクリ

ートは、一戸建住宅においては、ASTM C1157 タイプ GU のセメントと砂と砂利の配合比を 1:2:3 とし、2 戸以上の住宅計画の場合には、最低限  $180\text{Kg}/\text{cm}^2$  (18.0MPa) の圧縮強度を有する必要がある。9.5mm (No. 3) の主筋の重ね継手は、主筋の直径の 40 倍としなければならない。

6.7.1.2.7. 壁の仕上げ：しっくい塗りと仕上げにより防水加工しなければならない。しっくい塗里には、水和石灰と砂とあみ目幅 4.75mm (4-in) 以下のふるいを通した白砂を 1:2:3 の比率で混合して層をつくる技術を適用する。仕上げは小砂と水和石灰を 1:5 の比率で用いる。しっくい塗里層の厚みは最大 1cm で、仕上げは最大 2mm とする。手元があれば ASTM C91 タイプ M のセメントを水和石灰の代用として用いることができる。

6.7.1.2.8. 屋根の構造及び覆い：屋根はそれ自体の負荷が集中するのを避け、壁への荷重が許容範囲となるよう軽量でなければならない。さらに、重力によって生じる横からの圧力が生じないように、以下の通りとする。

a) 屋根構造は、C 形チャンネル、4 インチの薄板 14 (訳注17)を基に、構成されるものとし、60 度のジグザグで直径 6.0mm の丸鋼で補強され、斜め主ばり又は頂臥梁に、C 形チャンネル端部が定着され又は埋め込まれ、或いは、その端部に溶接された金属板で緊結される。その他の屋根構造工法の場合は、構造計算書で確認された方法で行うものとする。

b) 屋根の覆いは、厚さ 5~6mm の繊維セメント板、亜鉛アルミ、または同種の軽量材料とする。

6.7.1.2.9. ドア及び窓：ドアと窓の枠は木製または金属製とする。固定部材(ピン)も同じ材料で、壁の建築過程で設置し、金属製の場合はモルタル又はコンクリートで覆うものとする。

6.7.1.2.10. 電気設備：壁の表面または内部に設置し、配線が壁を過度に損傷しないよう注意し、7cm 以上深く設置してはならない。設備設置による変形が、壁を損傷する可能性があるため、ポリエチレン管は、目地にもバラ・デ・カスティージャの代用としても、設置してはならない。

---

(訳注17) 薄板の規格で、「薄板 14」とは、厚さ 2mm のもの。



## 7. 参考文献

1. **ASTM A615/A615M-13**:鉄筋コンクリート用の異形鉄筋及び丸鋼に関する標準仕様  
2014年5月27日参照  
<http://www.astm.org/Standards/A615.htm>
2. **ASTM C1157/C1157M-11**:セメントの要求性能に関する標準仕様  
2014年5月27日参照  
<http://www.astm.org/Standards/C1157C1157M-SP.htm>
3. **ASTM C91/C91M-12**:組積造セメントの標準仕様 2014年5月27日参照  
<http://www.astm.org/Standards/C91.htm>
4. **ASTM C39/C39M-12**:コンクリートのシリンダー供試体の圧縮強度に関する標準試験方法 2014年5月27日参照  
<http://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C39C39M-12-SP.htm>
5. 技術協力プロジェクト「耐震普及住宅の建築普及技術改善」 耐震アドベ建築工法の調査結果報告 2008年 エルサルバドル
6. 技術協力プロジェクト「低・中所得者向け耐震住宅の建築技術・普及体制改善」補強アドベの実験結果報告 2013年 エルサルバドル

## 8. 監視及び検査

- 8.1. 当技術基準の監視および検査は公共事業・交通・住宅都市開発省、および地方自治体の技術事務所の管轄とする。
- 8.2. 当基準不履行に関する罰則は、有効法規に従う。

## 9. 発効

当基準は、官報公布の6カ月後に効力を有する。

GERSON MARTINEZ

公共事業・交通・住宅都市開発大臣