

# SHELL-TER

シェル構造による仮設・恒久住宅ユニットの提案

## 災害をめぐる三視点

1. 災害は、大きく自然災害と人為的災害とからなる。その種類は震災、火災、風水害、戦災と様々であり、人類の居住地域全般がそのまま災害発生の可能性を持つ地域である。



●-災害分布状況

- 主な地震発生地域 (Blue)
- 主な風水害発生地域 (Green)
- 主な難民分布状況 (Red)

2. 災害の種類、地域に関わらず、災害発生時に深刻な被害が集中するのは中～低所得者層である。被災地復興の鍵はこの層にあるといわれる。

3. 災害発生(0時点)から日常生活(恒久状態)に到る被災地の復興過程は、一般に三つの期間に大分され、それぞれの期間ごとに要求される項目が異なる。

### 緊急期から復興に到る諸段階

#### 緊急期

...災害発生直後

風雨をしのぎ、被災者の拠点となる場の、迅速かつ大量の確保。

#### 仮設期

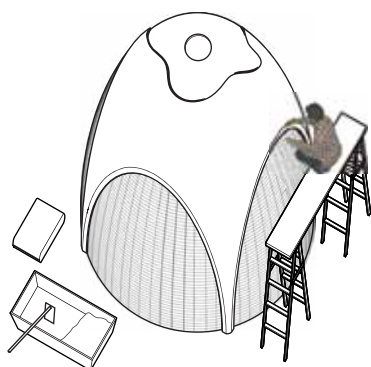
...被災者が新しい生活をはじめようとする段階

新しい生活を始めようとする被災者の要望に応える一定程度の生活の質の保証。地域の核となる各種施設。

#### 恒久化期

...被災者が個々の状況・目的に応じて定着してゆく時期

個々の状況・目的に応じた拡張性・柔軟性



## SHELL-TERの4原則

1. SHELL-TERは、水、セメント、麻ネットによってつくられる 1。

2. SHELL-TERは、空気膜を用いたシェル構造の建築物である 2。

3. SHELL-TERは、円形の屋根と1～4の開口部、矩形底面からなる床面積9平米の空間である 3。

4. SHELL-TERの作り手は、居住者自身である 4。

SHELL-TERは災害発生時の拠点となる。

## SHELL-TERの方法論

0. SHELL-TERは、災害発生後の緊急段階に焦点をあて、迅速、かつ大量に風雨を避け被災者の拠り所となる場を保障する 1、2。

1. 緊急段階：SHELL-TERは、自らの建設過程を通して、被災者の自助努力を促すと共に、近隣居住者間の単位ネットワークを形成し、被災者自身による災害復興(セルフ・エイド Self-Aid)の土壌を形成する 4。

2. 仮設段階：SHELL-TERは、個々の被災者の住居を供給し続けると共に、地域の拠点となる施設(病院、市場、コミュニティ施設)を形成し、近隣居住者間の単位ネットワークを広域的に結びつけることによって、セルフ・エイドの環境を整備する 3、5。

3. 恒久化段階：SHELL-TERは、セルフ・エイドの原則のもと被災者の拠点となり、個々の状況・目的に応じて各時点で選択可能な技術を取り入れることを通じて定着(恒久化)を達成する 6。

SHELL-TERは災害発生時に核となる技術を提供しSelf Aid セルフ・エイドを軸として恒久状態へと到る復興過程の提案である。

1 :水はおよそ人間の居住可能地域と呼ばれる地域では容易に入手可能であり、またセメントや麻ネット(繊維製品)のような生活必需品も、a. 広域的供給、b. 大量のストックと安定した供給、c. 安価性、が確保されている資材である。a. b.は、災害発生から建築物完成までに要する時間を左右し、被災地への資材の迅速な供給を可能にする。c.は商品価値の低い資材を使用することで、供給物資の中～低所得者層への定着を保障する(高価な資材はしばしば転売され、被災者の手元には残らない)。またセメント使用により得られる防火性は、被災地での火災による二次災害を防ぐ意味で重要である。

2 :構造原理はRCと同様であり、麻ネットが引張応力、モルタルが圧縮応力を負担する。湿式工法による、空気膜を用いたシェル構造を採用することで、a. 建設工程の省略、b. 必要資材の少数化、c. 施工作業の容易さ、が実現される。a. b.により被災地での資材の迅速な配布と建設が可能となり、c.により少人数での容易な施工が可能となる。SHELL-TERは大人2人で資材配布から2時間以内に施工完了が可能である。建築物は通常、土台を組み、柱を立て、屋根を架けるという三工程を要するが、シェル構造により、各部の区別のない一体的な成型が可能となる(a.)。一体成型により必要な材料の種類に加えて、施工に必要な道具の種類も少数化される(b.)。空気圧の均等性によって、成型面は常に正の曲率を保つため、空気膜表面にモルタルを塗るだけでシェル構造をつくり出すことが出来る(c.)。

3 :楕円の長軸方向の回転体の表面のうち上半分を、その底面に内接する正方形断面で高さ無限の立方体で切り取ったもの。その特徴は以下の通り。

- ・力学的に優れ、少量の資材で効率よく空間を確保できる。
- ・平面は住居としての利便性と結合性を考え、矩形を採用。
- ・湿式工法の特長を利用し、塗り残しによって開口部の数、大きさを調整できる。
- ・開口部は結合部でもある。SHELL-TER同士を連結させることで大空間の形成が可能であり、仮設期間に必要な病院、市場、コミュニティ施設(宗教施設)といった地域の拠点となる施設の建設が可能である。
- ・SHELL-TERの躯体表面積は12.88平米であり、モルタルを塗り厚各5mmで二度塗りした場合、必要なセメントは25kg袋4本弱、水を含めた総重量は180kg以下となり大人4人で容易に移設可能である。

使用するセメントを選択することで設置する地域の状況に適する特性を獲得する。

- ・速硬化セメント：2～3時間で硬化。即時利用可能なSHELL-TER。
- ・軽量骨材入セメント：断熱性を備えたSHELL-TER
- ・早強セメント：凍結によるセメントの硬化不良防止。寒冷地で施工可能なSHELL-TER
- ・高炉セメント：水密性にすぐれ、多雨地帯に適したSHELL-TER
- ・シリカセメント：凍結融解によるコンクリート劣化に抵抗力があり寒冷地にも適する。

自力建設が可能であり且つ、地域的にも用途的にも広範に使用されている床面積9平米規模の矩形空間は、住居以外にも様々な用途への転用が可能である。生産物は一般にリサイクルではなく転用して使い続けられる方が自然環境に対する負荷は少ない。

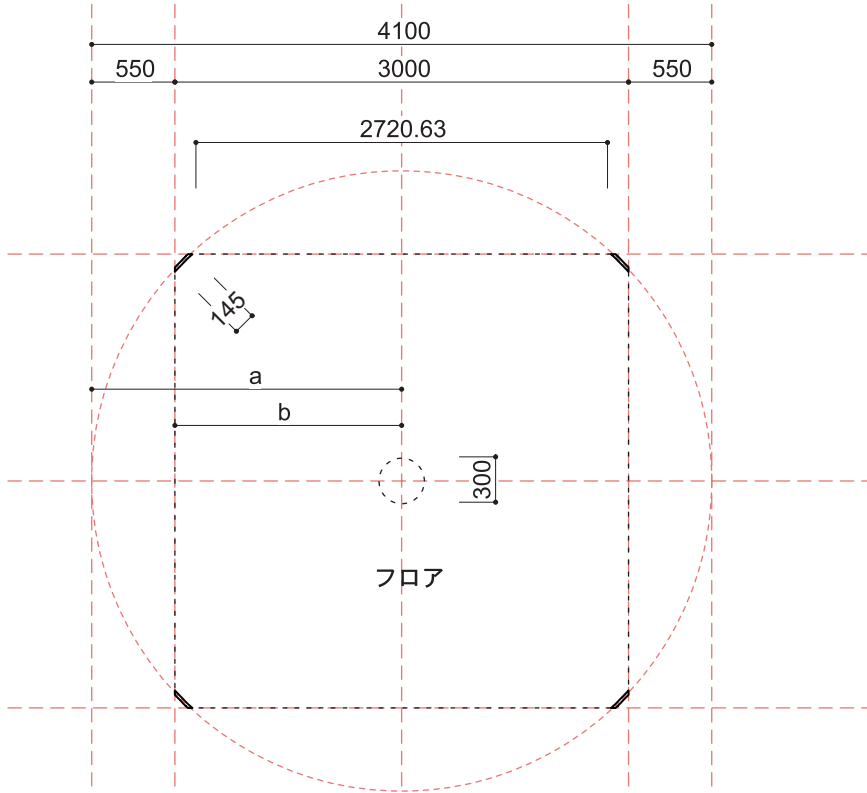
4 :SHELL-TERは、被災者の自助によって住環境を形成する、セルフ・エイド方式を基軸とする。少人数でおこなえる作業の効率化は、被災直後に必要な近隣居住者同士の密な関係形成を可能とする必要条件である。配布される箱に梱包された内容(組立キット(換気筒・麻ネット)×8、アラミド繊維性エアバッグ×1、エアポンプ×1)によって施工形式と近隣者集団の規模が決定され、近隣居住者同士の最小規模の密な関係(単位ネットワーク)形成を保障する。

新しい生活を始めようとする居住者の要求は、しばしば誤解されるように、物質的豊富、あるいは機能の拡充のみによって充足されるものではない(ここでは阪神・淡路大震災で供給された仮設住宅が、設備的には必ずしも不十分であったとは言えないことを想起すれば十分であろう)。より重要なのは、居住者自らが住環境を形成する主体であるという認識の形成と、実際に居住者の参与を前提とする環境の整備である。被災者は自覚的な住環境形成を通じて居住者になるのである。

災害発生直後から日常生活への復旧に一貫して、同一の技術を用い続けるという技術的な整合性は重要ではないSHELL-TERは、災害発生直後の拠点として被災者自身による復興の土壌を形成し、復興過程において個々の地域・目的に応じた、選択可能な技術の雑多な適用を促進することによって恒久化する。

5 :この段階では拠点となる施設の設置に加え、居住者によるSHELL-TERの移動、連結、壁面の切断による開口部の増設等の微調整が並行する。

6 :この過程では、個々の要求事情に基づくSHELL-TERの様々な用途への転用が想定される。SHELL-TERはリサイクルを前提としない。くり返しになるが、生産物はリサイクルではなく転用して使い続けられる方が自然環境に対する負荷は少ないのである。



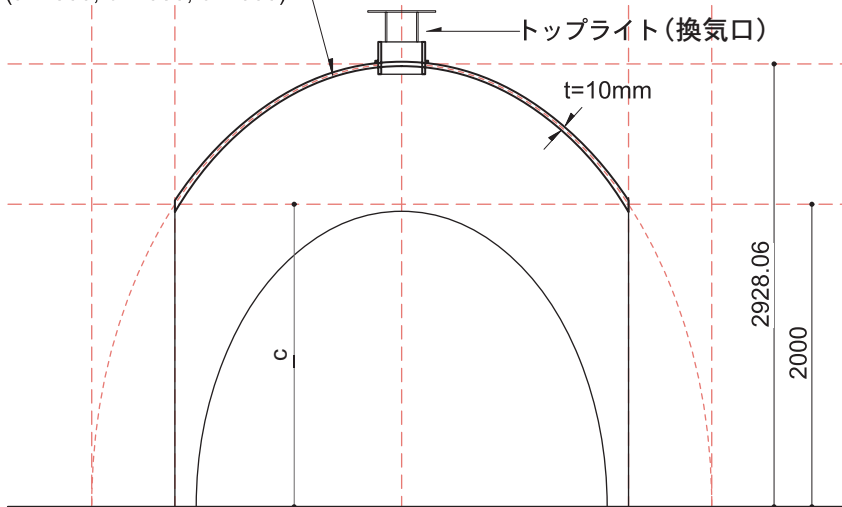
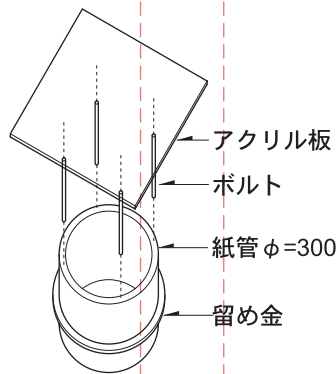
■ 平面図 1/50

■ 断面図 1/50

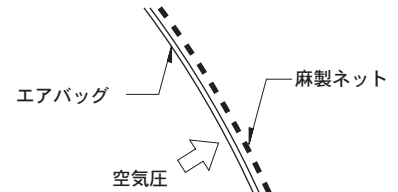
基準となる楕円の方程式

$$\frac{x^2}{b^2} + \frac{b^2 - a^2}{b^2 c^2} y^2 = 1$$

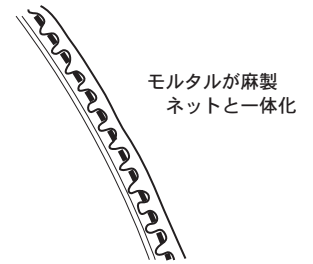
(a=1500, b=2050, c=2000)



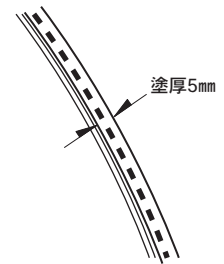
### ■ 断面詳細工程図



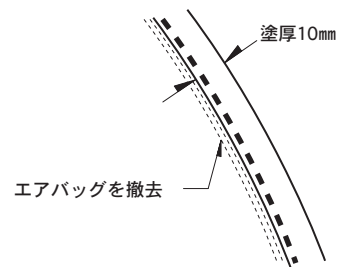
1. エアバッグにメッシュを被せる



2. 軽量骨材入モルタルを塗る



3. 一回目施工後 (2~3時間で硬化)



4. 二回目施工完了後 (硬化まで湿潤養生する)

### ■ SHELL-TER 建設に必要な資材

#### □ 材料

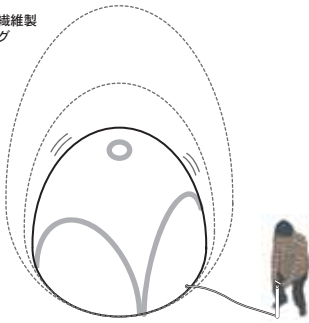
・アラミド繊維製エアバッグ	1 張り (再利用可能)
・麻製メッシュ (5mm目)	1 張り
・軽量骨材入り速硬性モルタル (25kg入)	4 袋 (開口4面の場合)
・水 (約20リットル/モルタル袋)	約80リットル
・組立式トップライト (紙管φ300、ボルト、アクリル板)	1 個

#### □ 道具

- ・エアポンプ
- ・材料用フネ、またはバケツ
- ・材料攪拌用ミキサー、またはクワ
- ・モルタル塗りつけ用コテ (手でも可能)
- ・脚立、足場板等の施工用足場

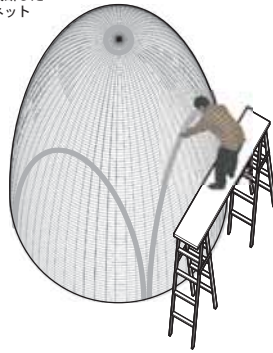
SHELL-TER の建設プロセス

アラミド繊維製  
エアバッグ

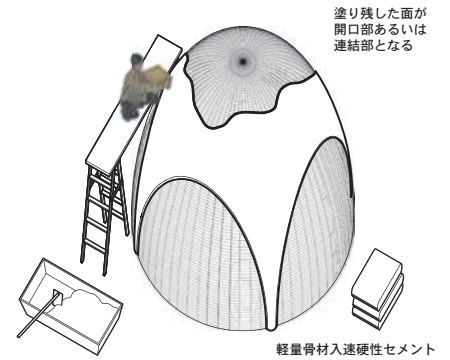


1. SHELL-TERの型枠となるエアバッグを付属のポンプで膨らませる。エアバッグは耐衝撃性、耐熱性に優れたアラミド繊維製。エアバッグはモルタル硬化後、空気を抜いて再利用

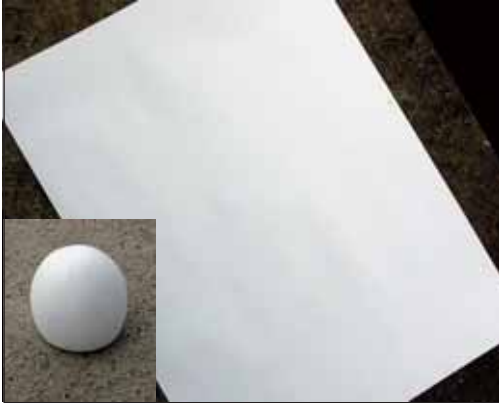
立体裁断した  
麻製ネット



2. 麻ネットをエアバッグにかぶせる。麻ネットはモルタル塗付時に「かかりしろ」となり、硬化後は面内に生じる引張応力を負担する。

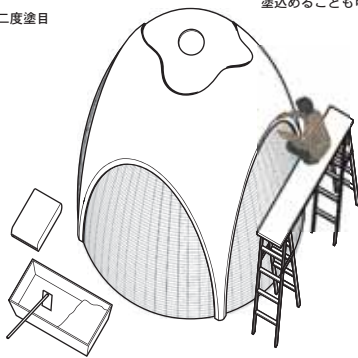


3. こて、または手でモルタルを塗付する。(塗厚5mm)モルタルは硬化期間中、空気圧により形状を維持。トップライト、開口部になる部分を塗残す。(ここまで大人2人で2時間以内に施工完了)硬化期間中は水分の蒸発を避け、湿潤養生する。(速硬性セメント使用時の硬化時間は約3時間)



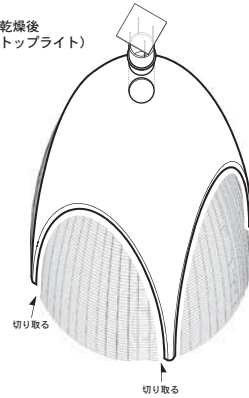
二度塗目

換気口不要の場合は塗込めることも可



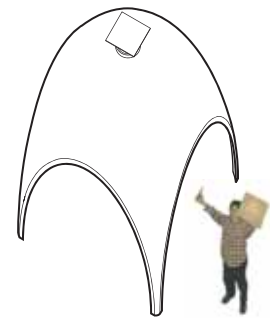
4. 一度目の塗付から約3時間後、二度目の塗付。これで塗厚約10mmとなる。足元部分は若干厚めに塗付する。

モルタル乾燥後  
換気筒 (トップライト)  
を設置

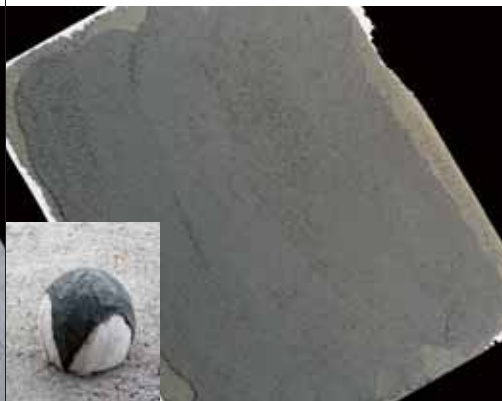


5. 二度目の塗付から約3時間後、トップライト取付。エアバッグの空気を抜き、余分なネットを切取る。

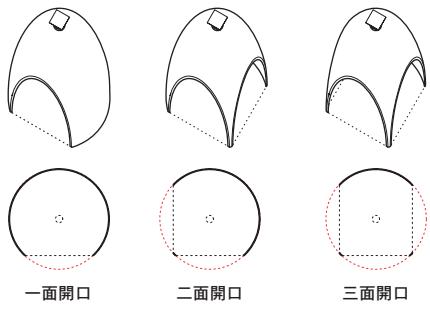
エアバッグを回収して  
1.へ戻る



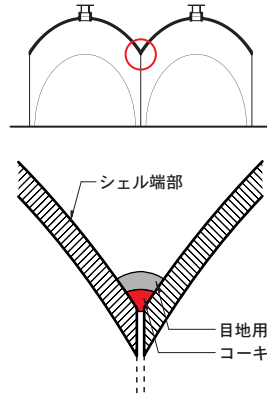
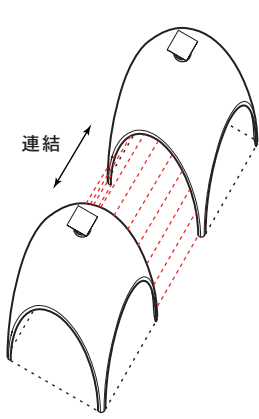
6. SHELL-TER完成。



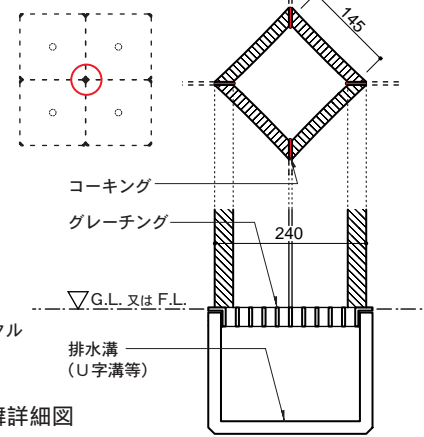




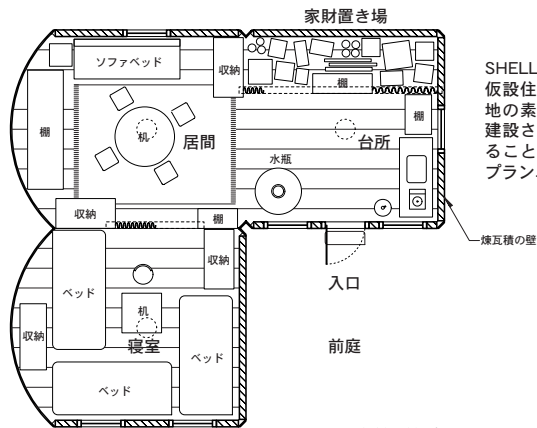
塗り残し部分が開口部となる。開口部同士を接合することで、SHELL-TERの連結・拡張が可能となる。



結合部上部及び脚部 雨仕舞詳細図

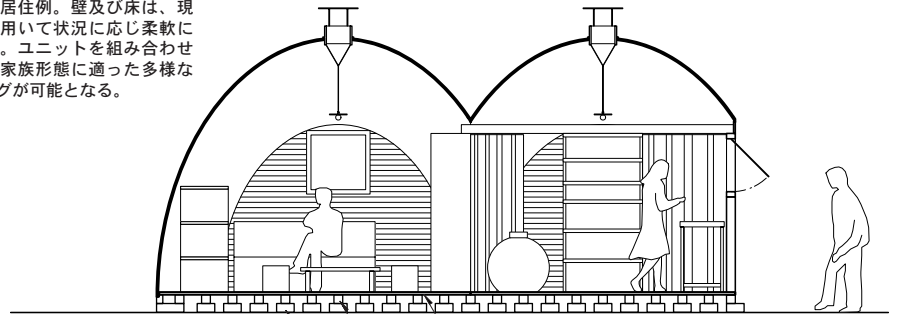


SHELL-TER による仮設住居



仮設住宅平面図

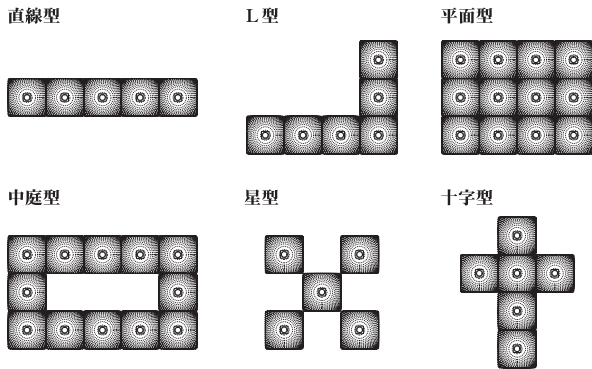
SHELL-TERユニットを三つ使用した仮設住宅の居住例。壁及び床は、現地の素材を用いて状況に応じ柔軟に建設される。ユニットを組み合わせることで、家族形態に合った多様なプランニングが可能となる。



仮設住宅断面図

増殖・発展する SHELL-TERs

災害後の都市部における配置例



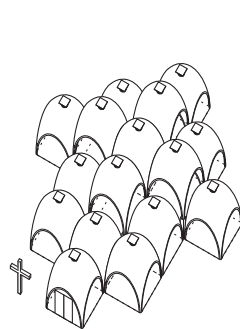
SHELL-TERを組み合わせることで、目的や状況に応じて空間形態・規模の調節が可能。



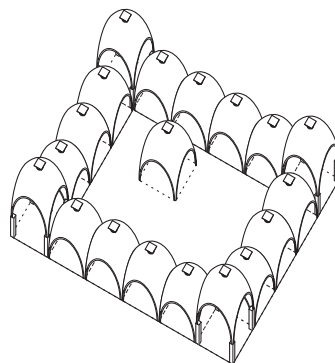
SHELL-TERs による諸施設の建設

被災地において必要とされる機能は、住宅だけに限らない。特に救急の治療施設や、心の拠り所となる宗教施設、災害後にこそ必要とされるコミュニティ構築のための共用の空間などを建設することは、極めて重要な課題である。

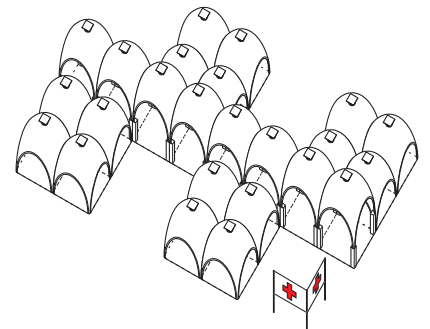
SHELL-TERを複数組み合わせることにより、様々な機能に対応した仮設建築が安価かつ迅速に建設可能である。



宗教施設



市場  
コミュニティ広場



応急救護施設

SHELL-TER 土着化・恒久化の諸相



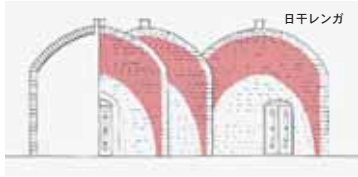
船上住居への定着例



スレート葺、石積構法による恒久化



既存街区への取込みによる定着例



日干レンガ構法による恒久化



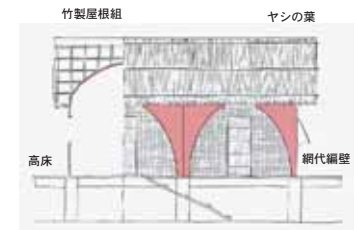
村落における定着例



瓦葺、木軸構法による恒久化



密集街区における定着例



ヤシの葉葺、網代編壁による恒久化



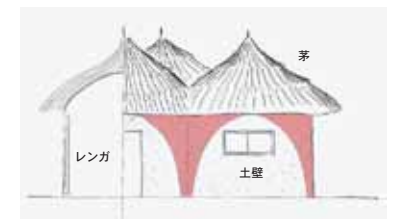
都市近郊における定着例



石造街区における定着例



都市中心部における定着例



茅葺、レンガの上土壁塗りによる恒久化



.....



木造街区における定着例



四人の男性による移設風景