

一般財団法人 ベターリビング理事長賞 〈新築部門〉

アース・ブリックス

土を構造体とした建築

応募責任者 一級建築士事務所 (株)アトリエ・天工人/山下保博



写真1 正面

◇建築概要

設計監理：アトリエ・天工人/山下保博+高田昌彦
構造設計：佐藤淳構造設計事務所/佐藤淳+三原悠子
設備監修：EOS plus/遠藤和広
照明設計：ビジュアル・テクノロジー研究所/金谷末子
実験監修：東京大学松村・藤田研究室+早稲田大学
興石研究室
施工管理：(株)アトリエ・天工人/高田昌彦+高木亮+
石井あずさ、小川共立建設(株)/合田吉郎
所在地：千葉県千葉市
構造：組積造 一部木造
階数：地上1階建て

延床面積：41.39㎡ (12.52坪)

竣工年月：2011年7月

◇設計概要

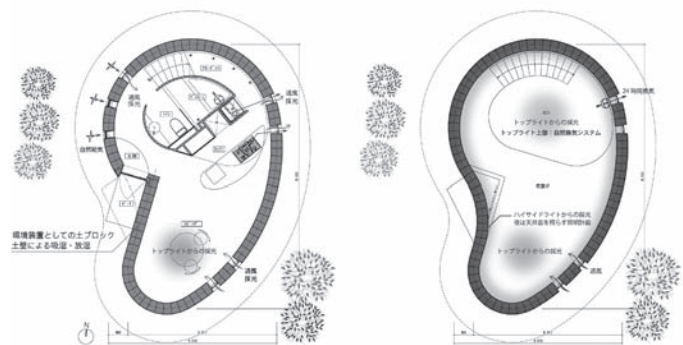


図1 平面図

日本で初めての「土を構造体とした住宅」である。土を主原料とし、酸化マグネシウム等自然添加物のみを原材料とする土ブロックは、解体時にブロックを砕けば土に還る完全な資源循環型の構造体である。空気中の二酸化炭素と反応しながら硬化する土ブロックは竣工後もゆっくりと反応を続け、長寿命・省CO₂・資源循環型の工法であり、これを3年間かけて大学及び材料メーカーと研究・開発してきた。

敷地は千葉県千葉市にあり、前面道路18メートルの敷地の中で、引きを取って組積造として合理的な曲面をもった平面として配置している。県産の粘土や砂を使う事で、輸送にかかるCO₂排出量の削減にも繋がっている。また、粘土は砕砂場の廃材を利用している。土ブロックの持つ大きな蓄熱量、調湿効果、電気エネルギーを使用しない自然換気システムの導入、空調設備を使わない設備計画とし、照明も全てLEDにする事で、ランニングコストの低減を図っている。

◇省資源・資源循環

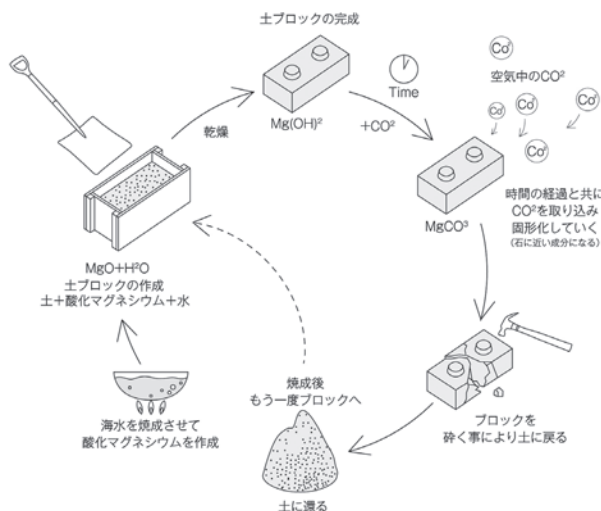


図2 土ブロックの循環イメージ

土ブロックはどこにでもある土（粘土質）と、海水から取れる酸化マグネシウムを主原料とする自然由来の構造ブロックである。この住宅では、ブロックを作る原料の粘土も県内の採砂場の廃材を利用している。

住宅のライフサイクルとしては、一次反応の後に二次反応として空気中の二酸化炭素を吸収し、炭酸マグネシウム（MgCO₃）に変化していく。最初から二酸化炭素が固定化されている訳では無いが、建物

が長い年月に渡って解体されなければ、固定化される二酸化炭素の量も増えていく。この二次反応（ $Mg(OH)_2 + CO_2 \rightarrow MgCO_3 + H_2O$ ）の速度と量については、検証段階にある。

解体の際には細かく粉砕することで土に還るため、完全な資源循環型の構造体である。

ブロックを作るための混入材として様々な物質を検討したが、ブロック強度、自然共生の観点から酸化マグネシウムを使用している。セメントで固める一般的なコンクリートやブロックは強アルカリ性のため、生物に対して害を与えるが、酸化マグネシウムによって固まった土ブロックは弱アルカリ性のため、自然親和性が高い。酸化マグネシウム自体の使用用途としては、薬として人体に投薬されたり、青粉を解消するために投入されたりしている。弱アルカリであるため、水中のメダカなどの生物が死ぬことも無く、青粉とともに硬化し、底に沈んで水質浄化につながる。

最終的な廃棄の際にもセメントを使用していると自然には還す事が出来ずに、二次利用などを考慮しなければならないが、土ブロックの場合はそのまま自然に還す事ができる。



写真2 土ブロック外壁



写真3 外観

◆住宅の長寿命化

土ブロックは原料となる粘土質の土に、酸化マグネシウム (MgO) と水 (H₂O) を加え圧縮し、3週間自然乾燥させると、必要となる強度が発現する。(MgO+H₂O → Mg(OH)₂) この化学反応により固まると同時に、粒度の小さな粘土が一緒に結合し、ブロックとしての強度が発現する。強度実験により、この反応は3週間が経過すると一段落する事が判明している。その後、空気中の二酸化炭素と結合してマグネサイト鉱物 (石) に近い組成へと徐々に反応を進めていく。(Mg(OH)₂+CO₂ → MgCO₃) 構造体の寿命として劣化を防ぐという考え方ではなく、強度を高めていくという新しい概念であると言える。住宅を雨から守るという長寿命の観点から土ブロックの構造壁に、庇を四方に大きくはね出した屋根をかける計画とし、砂利敷の外構も建物の基礎と壁の取り合いを保護する役割を果たしている。

◆省エネルギー

土壁の熱伝導率は0.62~0.69 (W/m・K) で、ガラスウール 10K の0.05と比較しても、断熱性能が高いとは言いがたい。しかし土壁の家が「夏涼しく、冬あ

たたかい」と言われているのは、熱容量が大きいからである。土の熱容量は約 1600KJ/m³℃あり、断熱材の80倍もある。例えば「暖房を切ってから明け方までどの程度室温が低下するか」で暖かさを判断する場合は、土壁の蓄熱性が大きな効果を果たす。

◆照明計画

照明計画としては、トップライトの光により昼間は十分な明るさを確保している。夜間の照明は全て間接光のLEDであるが、天井面の反射率が高い塗装や、床面を白の人研ぎにしている事も、少ないエネルギーで全体的に柔らかな明るさを十分に確保出来るように配慮している。



写真4 間接照明に照らされた天井

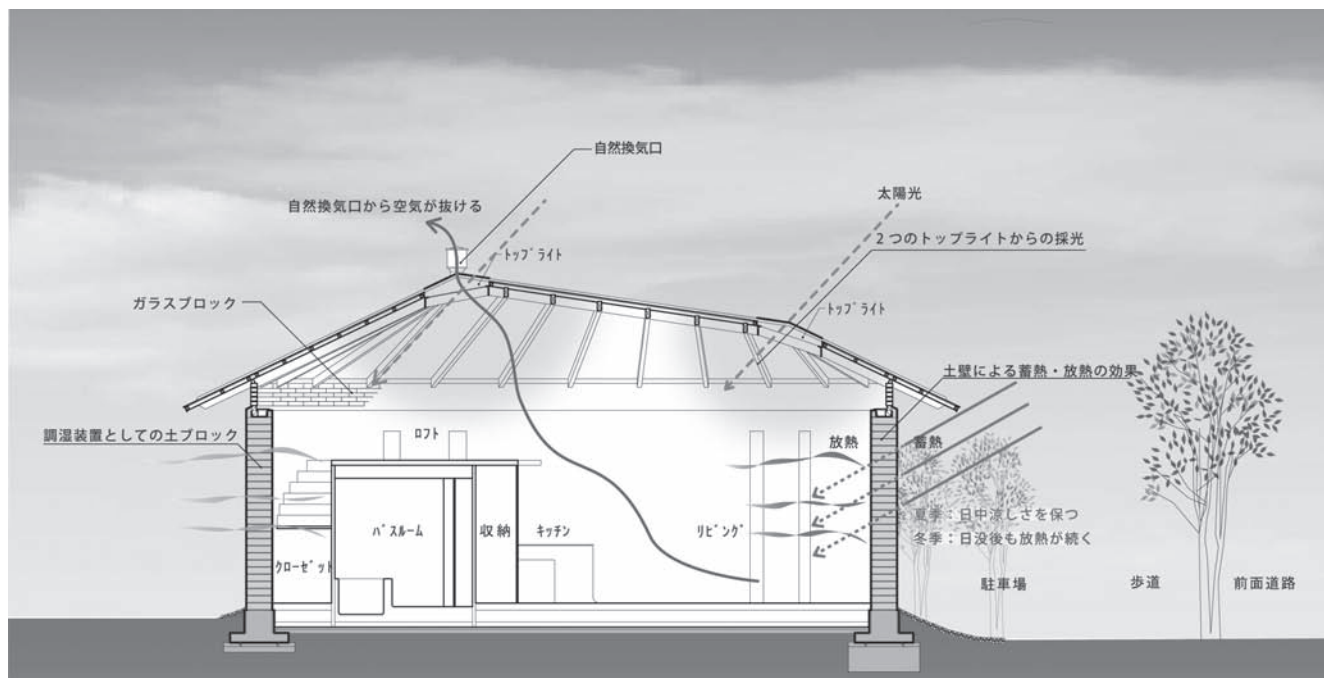


図3 断面図

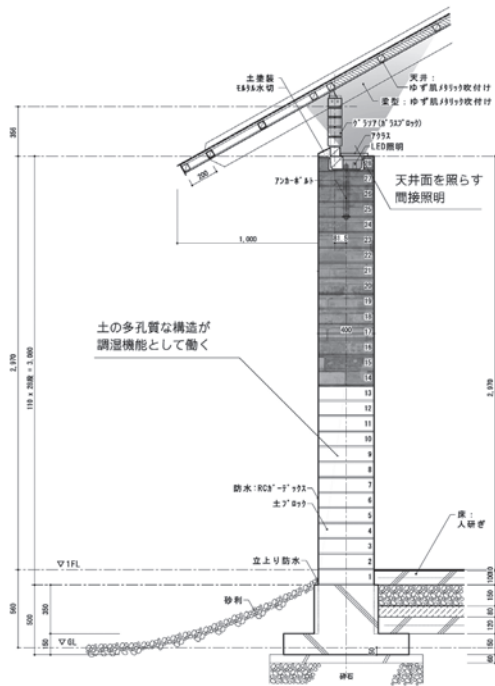


図4 断面詳細図

◆自然換気システムとトップライト

自然換気口から空気が抜ける

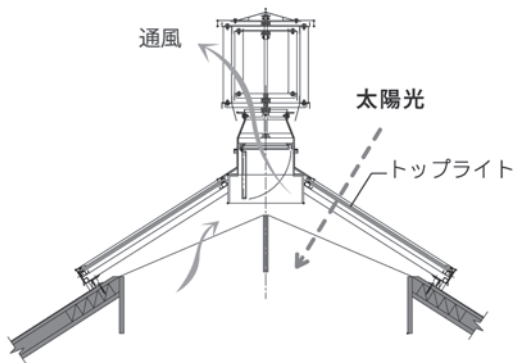


図5 自然換気システム

この熱容量の大きさを活かすために、屋根の形状を庇の深い切り妻屋根として、トップライトを2箇所を設置している。冬季の日中は屋根のトップライト2箇所から、直射日光・熱を十分に室内に取り込んでいる。冬場の低い太陽光は、外壁の土ブロック壁にも充分照射される。夏場は、このトップライトが自然換気システムとなる。外部の風の正圧力により自動的にファンが回転し、室内を負圧にして、温まった空気を放出す

る。合わせて縦に細長い開口からの自然通風で、快適な室内環境を確保している。はね出した庇は、ブロック壁に直射日光が当たる事も防いでいる。冷暖房は設置をせずに省エネルギーを図っているが、冬場の寒さは補助的にオイルヒーターで補っている。

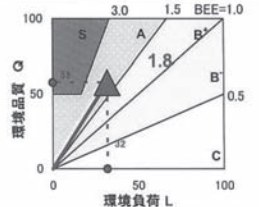
これまで、工場などで採用されてきた自然換気ベンチレーターは大空間向けのものであったため、住宅スケールに適應できる自然換気システムを新たに開発した。室内温度差のみで空気を排出する事が難しかったため、外部の風を利用して、雨水侵入を防止するために二重になったファンを回す事で、室内の高い位置にある暖気を外部に排出する仕組みである。



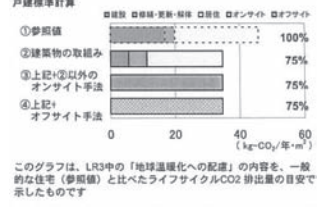
写真5 リビング

◆CASBEE

2-1 すまいの環境効率(BEEランク&チャート)



2-2 ライフサイクルCO₂(温暖化影響チャート)



2-3 大項目の評価(レーダーチャート)

