

実用化のための生産技術開発

トラスコアパネル

SHIROYAMA INDUSTRY

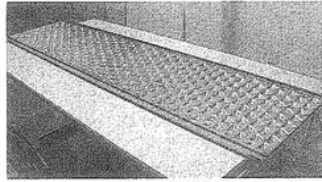
技術開発室／五島 <gotou@shiroyama.net>



野島先生(京都大学現在は東京工業大学)が折紙工学から発想した三角錐の突起を千鳥状に並べた形状が特徴の超軽量高剛性パネルである

太陽電池パネル30%軽量

金属に凹凸プレス成形
樹脂基板接合で頑丈



東工大が新技術

東工大の野島先生(京都大学)が折紙工学から発想した三角錐の突起を千鳥状に並べた形状が特徴の超軽量高剛性パネルを開発した。金属製の凹凸をプレス成形した独自の樹脂基板を、樹脂製の太陽電池パネルと接合することで、従来の太陽電池パネルの30%程度の重量に抑え、強度を向上させた。太陽電池パネルの重量を低コストに抑える。

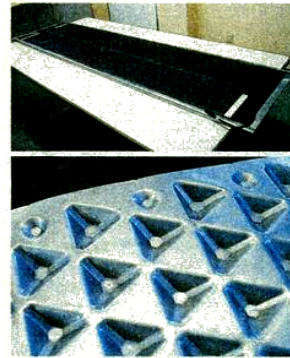
取り付け補強工事不要

東工大の野島先生(京都大学)が折紙工学から発想した三角錐の突起を千鳥状に並べた形状が特徴の超軽量高剛性パネルを開発した。金属製の凹凸をプレス成形した独自の樹脂基板を、樹脂製の太陽電池パネルと接合することで、従来の太陽電池パネルの30%程度の重量に抑え、強度を向上させた。太陽電池パネルの重量を低コストに抑える。

従来の太陽電池パネルは、金属製の凹凸をプレス成形した独自の樹脂基板を、樹脂製の太陽電池パネルと接合することで、従来の太陽電池パネルの30%程度の重量に抑え、強度を向上させた。太陽電池パネルの重量を低コストに抑える。

日刊工業新聞 (2010.07.20)

折り紙技術で軽い太陽パネル



東工大特任教授ら 導入しやすく

折り紙技術を応用して太陽電池のパネルを半分以下の重量にする。普通屋根の上に補強なしに置くのは1平方メートルあたりおおよそ10kg以下という。そのため、すでに建てている家に太陽電池パネルを置く時、屋根の補強が必要になったり、設置できなかったりするところがある。野島先生は、京大で1枚の紙に切り込みを入れて様々な構造にできる折り紙工学を研究して、その一つとして三角形

①城山工業と野島さんが共同開発した太陽電池パネル
②裏側が三角形に囲まれたトラスコア構造になっている

に囲まれたもつとも強いトラスコア構造を2005年に考案出した。ピラミッド形の凹凸があり、0.3mmの厚さでも数重重ねると、5kgの板と同等の強さになる。

金属加工メーカーの城山工業(神奈川県)が平かな板からトラス成形でトラスコア構造の板をつくる技術を開発した。重量は1平方メートルあたり約7kgで、家、体育館など多くの建物に補強として太陽電池パネルを設置できるという。同県相模原市の市庁舎別館に9月末の導入が決まっているほか、太陽電池を使ったシステムの販売会社での商品化を交渉中だ。(鍛冶信太郎)

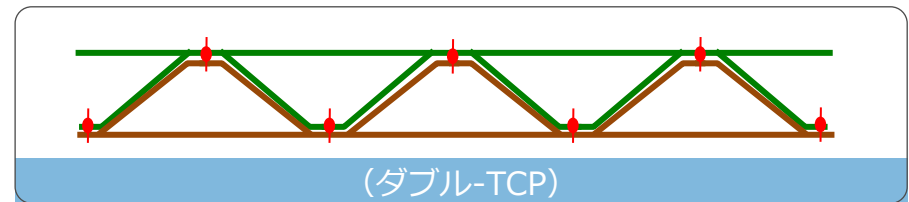
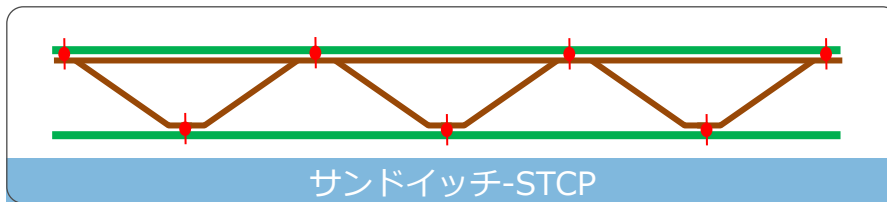
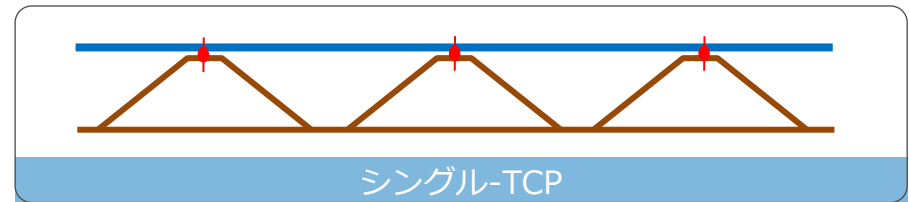
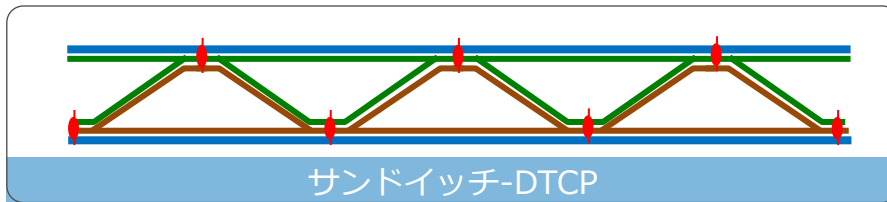
朝日新聞関西版 (2010.07.27)

曲げ剛性比較と製作コスト

パネル形状	板厚（上から）mm	重量Kg	変位mm	剛性比	コスト比
サンドイッチ-DTCP	0.75+0.3×2+0.75	3.73	0.212	6.3	8
サンドイッチ-STCP	1.0+0.6+0.5	3.77	0.332	4.0	6
シングル-TCP	0.9+0.8	3.70	0.446	3.0	4
ハニカムパネル	0.8+0.1+0.8	3.74	0.200	6.6	20
波型鋼板	1.4	3.66	1.33	基準	基準

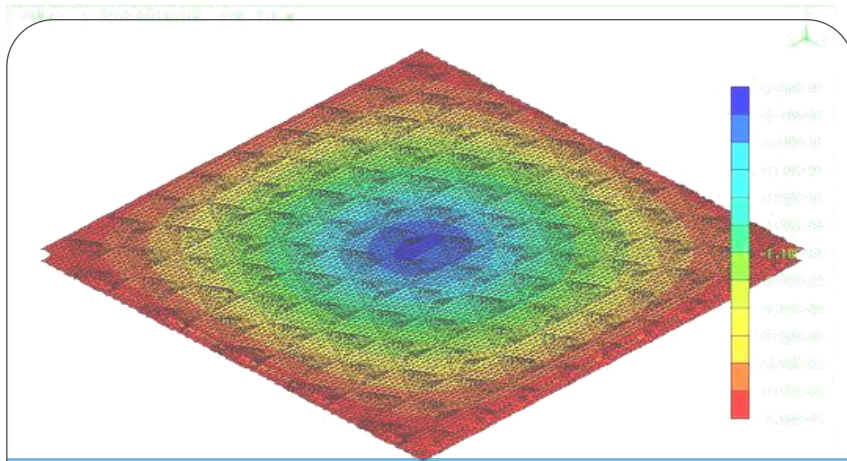
※剛性は形状・支持・負荷等の条件で変わるので目安値／コスト比も大まかなイメージ

断面形状イメージ

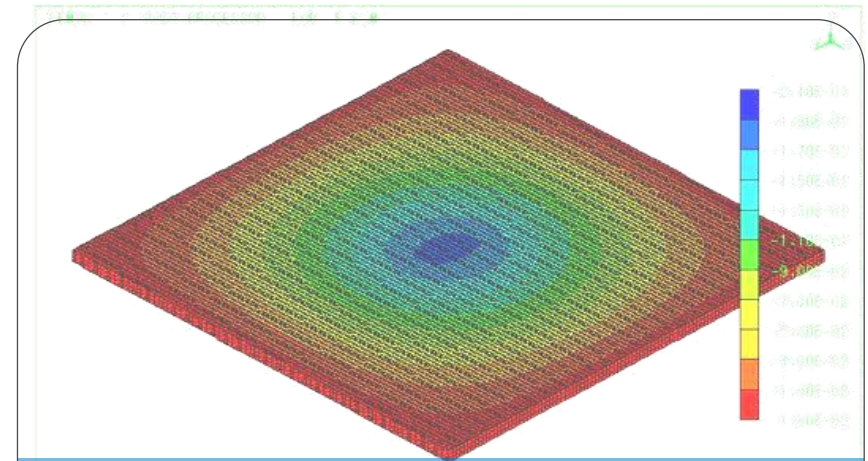


- ・ 500mm×500mm×15mmパネルを4辺単純支持し中央の剛性大部に100Kg負荷
- ・ 波型鋼板は波幅20mmハニカムはコア幅10mm・コア厚0.1mm（解析容量縮小）
- ・ トラスコアパネルは剛性の方向性が小さくせん断剛性も高いが局部剛性が低い部位(三角錐の頂点から離れた部位)がある
- ・ ハニカムパネルはせん断剛性が小さく破壊モードが急激で極めて高価

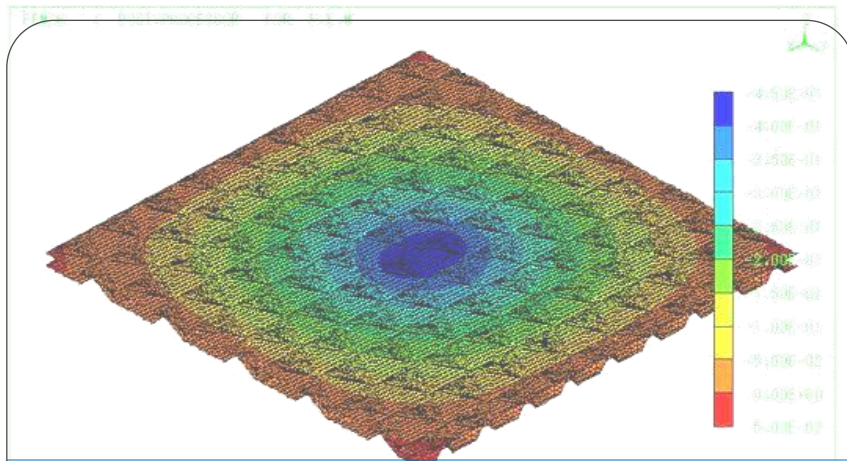
曲げ変形モード図



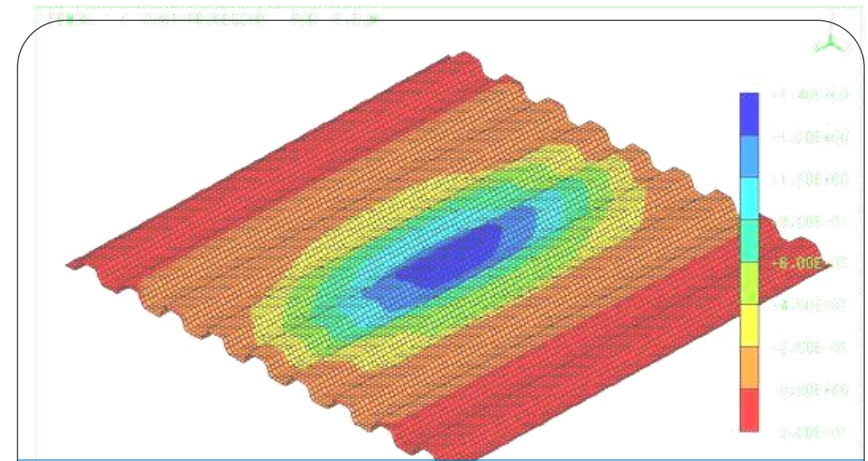
トラスコアパネル (サンドイッチタイプ)



ハニカムコアパネル



トラスコアパネル (シングルタイプ)



波型鋼板

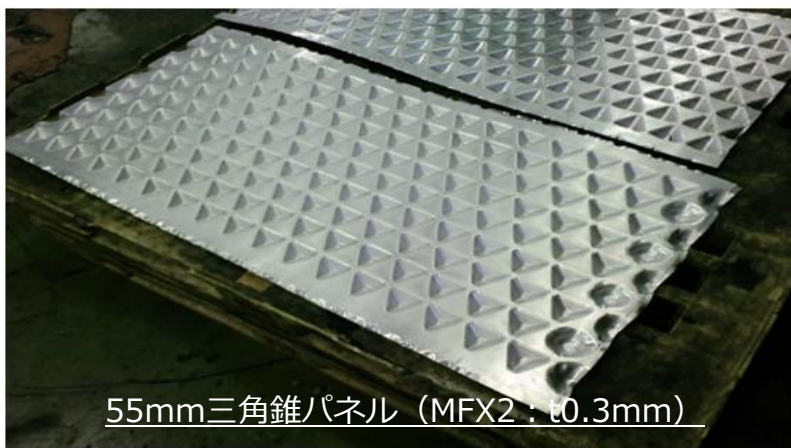
生産技術の開発

開発の現状と今後

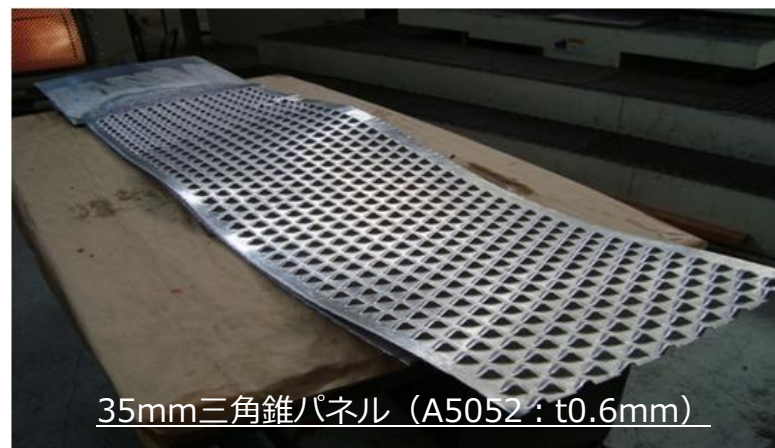
経済産業省の補助金や委託開発等に採択され実用化の技術開発を推進してきた

TCP 構造	三角錐成形	接合組立	段階
スチール系シングル	基本開発完了	基本開発完了	実用化促進
アルミ系シングル	残課題あり	残課題あり	個別対応で実用化
アルミ系サンドイッチ	残課題あり	未開発	実用化開発推進

三角錐パネルの成形



55mm三角錐パネル (MFX2 : t0.3mm)



35mm三角錐パネル (A5052 : t0.6mm)

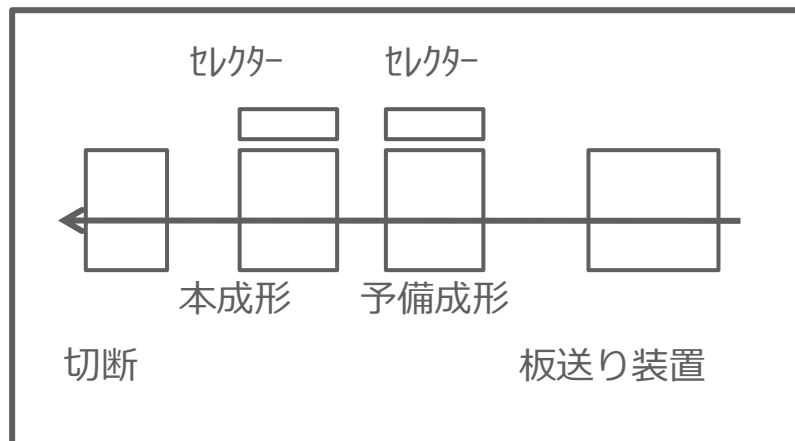
パネルの接合

シングル-TCPは溶接接合／サンドイッチ-TCPは溶接&接着を中心に生産技術開発を推進／アルミの溶接多点接合の合理化／三角錐パネルの反りや波打ちの矯正／サンドイッチタイプの袋構造部接合等の課題が残っている

汎用順送成形金型（三角錐成形）



金型の構成



汎用組立装置



主な実用化の提案内容と提案先（現状）

	アイテム	内容	開発状況	提案先
A	ピラミッドパネル (ソーラーセルベース パネル)	薄膜タイプの軽量セルをS-TCPに貼り付ける ことで軽量の7kg/m ² パネルを実現	相模原市庁舎屋上に設置済み 今後は発電セルのバリエーショ ン拡大検討	A&A.M T総研他
B	OAフロアパネル	トラスコアパネル化で20%以上の軽量化が 可能	事業化の方向で準備中	F化学 A&A.M
C	バス等のフロアリッド	30%以上の軽量化とコストダウン可能/遮 熱・遮音性能も向上	自動車分野参入の第一歩として 実現し電気自動車での採用につ なげる	H自動車 N自動車
D	新ソーラー	ガラスに直接アルミ三角錐パネルを接着して 軽量化	ガラス板厚も薄く 結晶系ソーラーでも軽量化	
E	その他新分野	デスク天板・太陽熱発電用ヘリオスタット補 強等	メリットの明確化 実用化条件の検討等を推進中	
F	鉄道車両等の軽量フロ ア（サンドイッチ）	ハニカムパネルを置き換え大幅なコストダウ ンと性能向上が期待できる	構造解析でメリットを明確化 良質のサンプルパネルでの性能 確認が必要	JR N車両
G	ハニカムパネルの置き 換え（サンドイッチ）	等重量剛性がほぼ同じで大幅なコストダウ ンが期待できる	表面品質と平面度を高いレベル で確保出来る接合工法の開発が 必要	

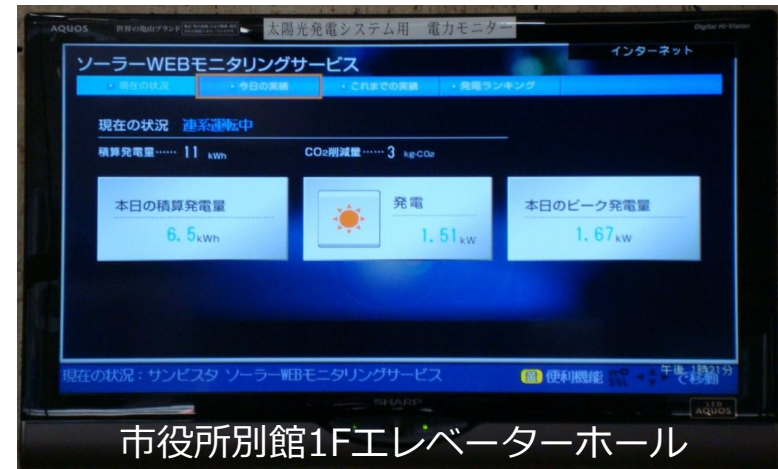
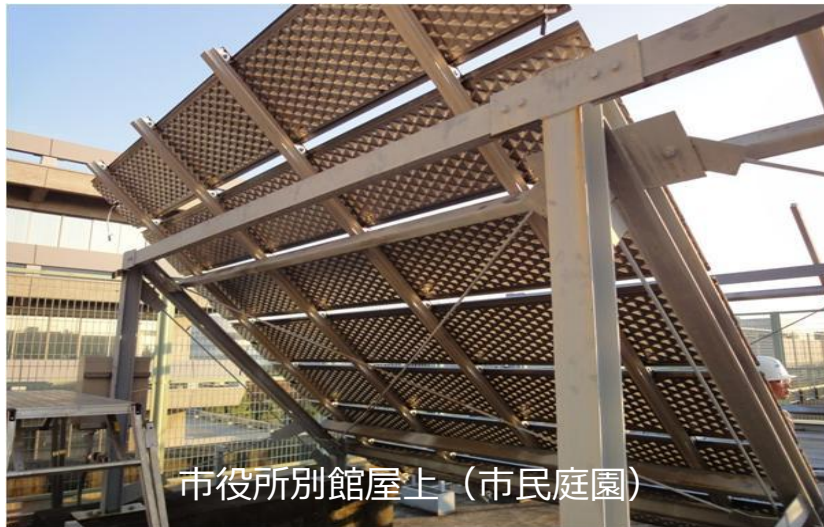
Aピラミッドソーラーパネル／ソーラーセルベースパネル

《シングル-TCP》

設置事例

2.5KWシステム：
466mm×3,543mm パネル7×4枚

パネル重量：6Kg/m²
ソーラーモジュール込み重量：7KG/m²
ガラス基板タイプの約1/2

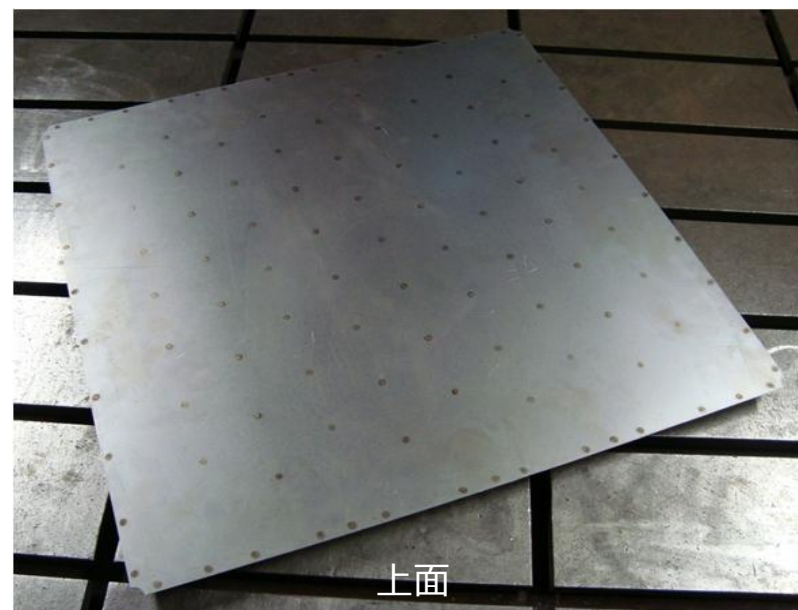
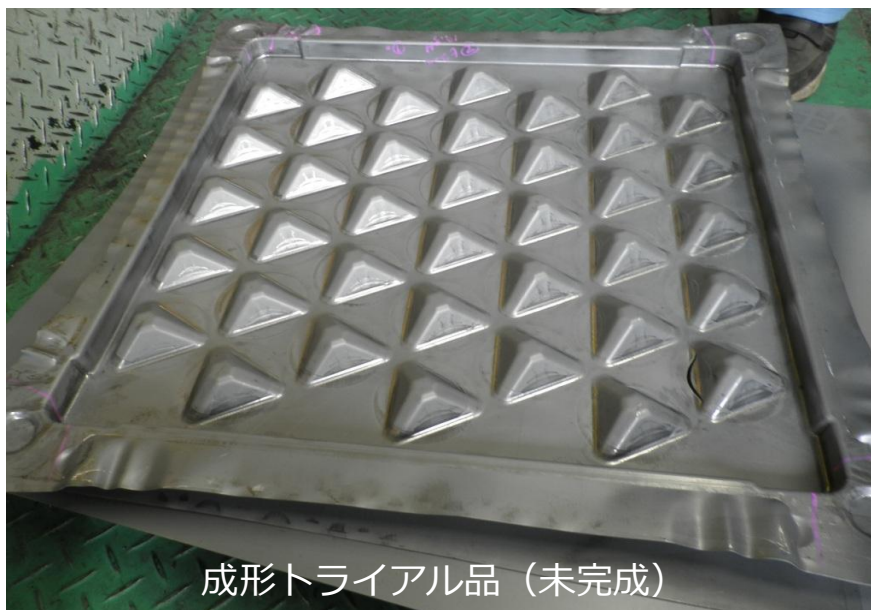


試作サンプル写真（手作り品）

500mm×500mm×24mm

上板：1.0mm、下板：0.8mm

重量：4.06Kg（実測値）



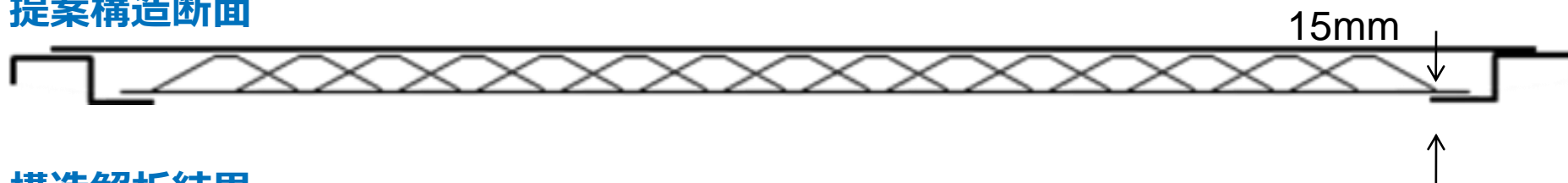
“マルチコーン構造（半球インボスの配列）”と比較して20%以上の軽量化を実現できる

Cバスのフロアリッド

《シングル-TCP》

バスのフロアリッド (481×866mm) をシングルトラスコアパネル化することで**30%以上の薄型化と軽量化20%程度のコストダウン**を実現でき遮熱・遮音効果等も向上する可能性が高い

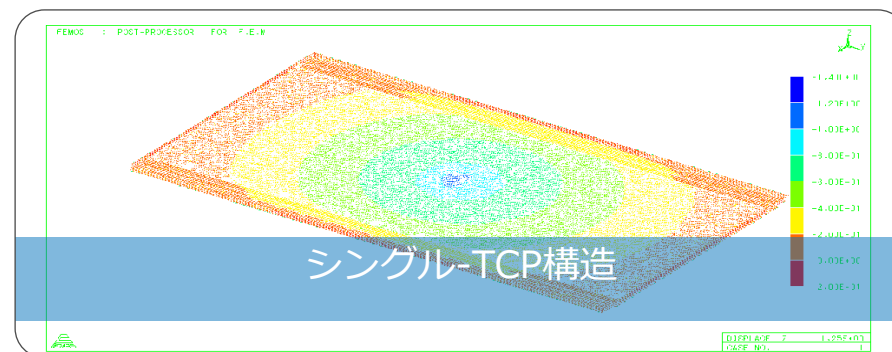
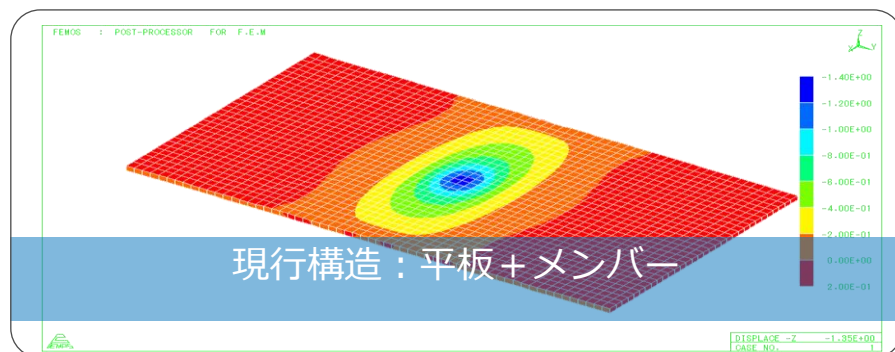
提案構造断面



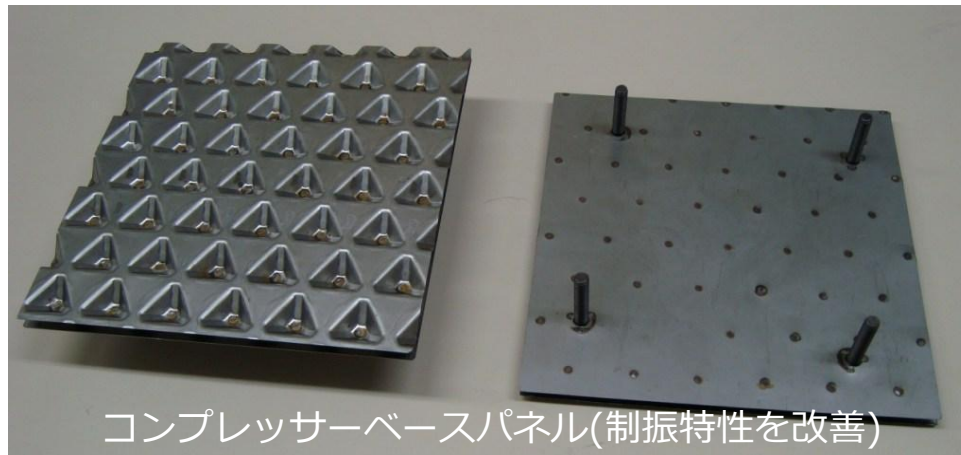
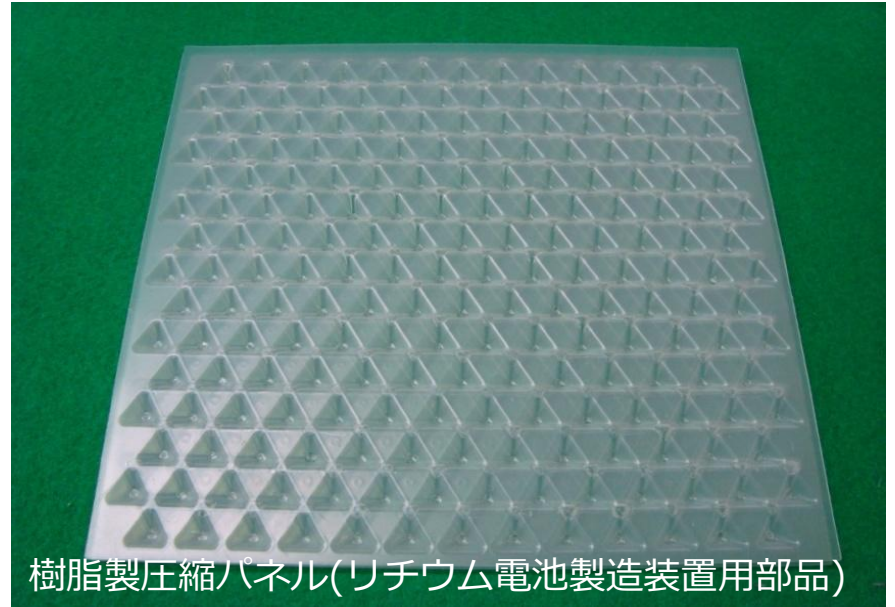
構造解析結果

構造	板厚mm	モデル重量	最大変位	備考
現行	2.0+1.0	8.47Kg	1.25mm	メンバー部厚さ：24mm
シングル-TCP	0.96+0.66	5.86Kg	1.25mm	38%薄型化、 31%軽量化
	1.0+0.6	5.75Kg	1.32mm	6%剛性低下、 32%軽量化

変形モード



E その他のシングル-TCP適用検討例



F 航空機／鉄道車両のフロア

《サンドイッチ-DTCP》

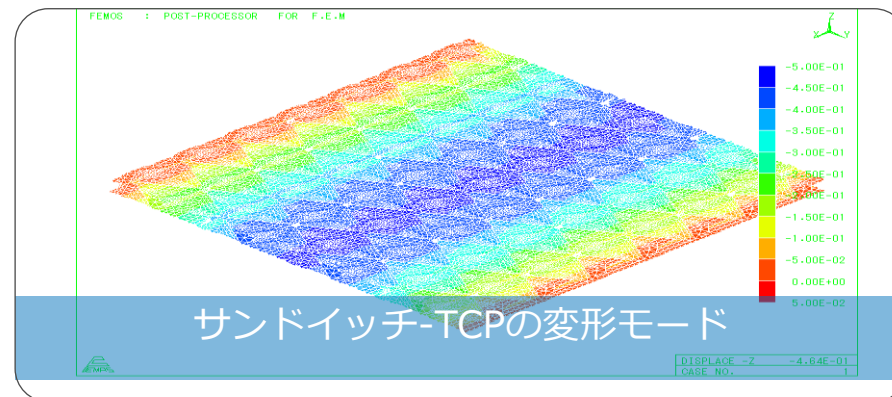
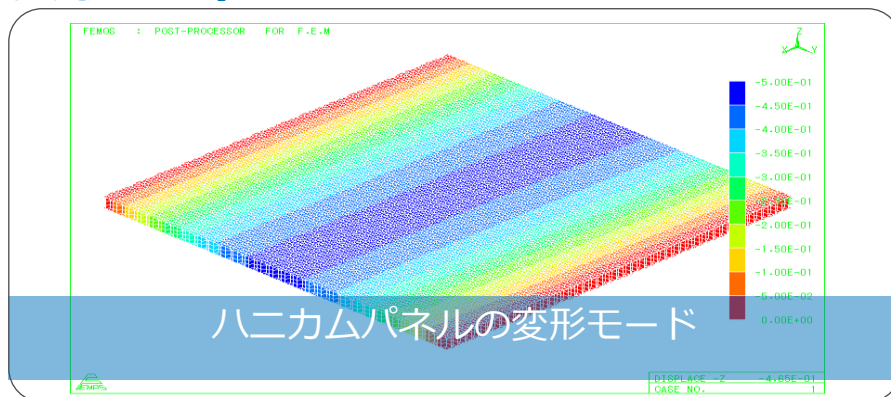
現行のハニカムパネル製フロアをサンドイッチ-TCPに置き換えることで大幅なコストダウンとせん断剛性向上等による性能向上

構造解析結果

500×500×20mmパネルに分布荷重で比較解析

解析モデル	三角錐 底辺×高さ	板厚 mm			重量Kg	重量比	最大変位mm
		上板	コア	下板			
ハニカムパネル	—	1.0	0.1	0.5	1.22	基準	0.465
サンドイッチ-TCP	72×20	1.0	0.3	0.5	1.28	1.05	0.483
		0.7		0.7	1.22	1.00	0.474
		0.9		0.58	1.27	1.04	0.464

変形モード

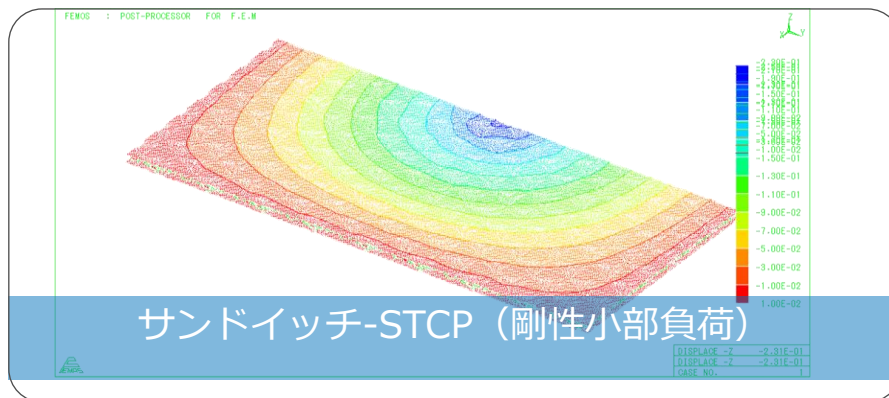
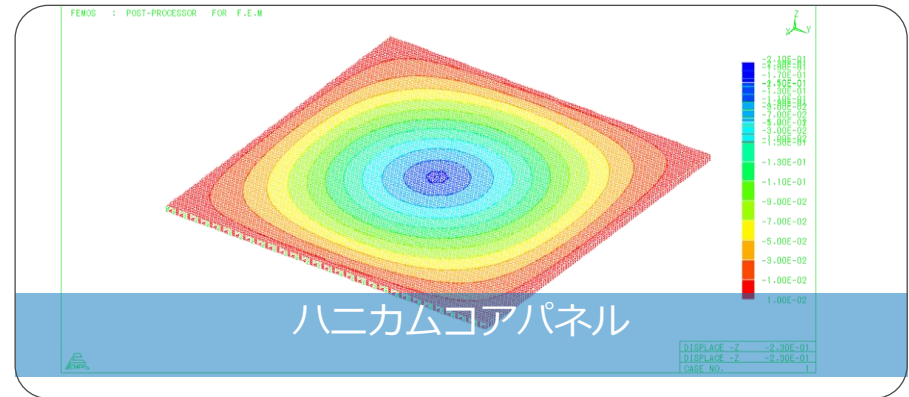
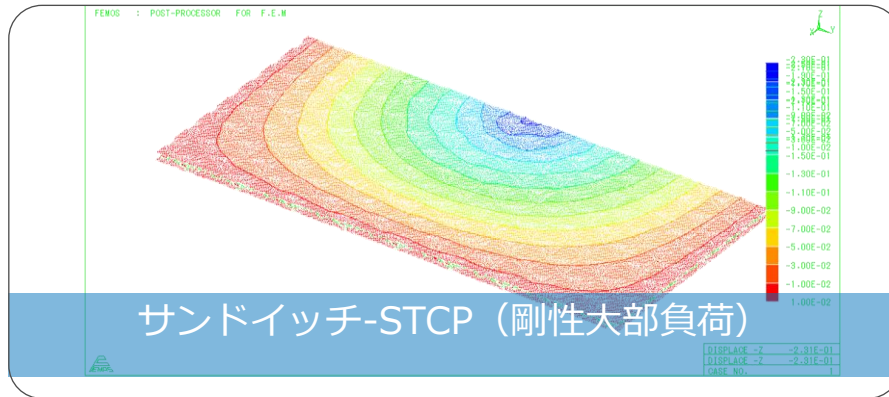


ハイヒール強度(1点集中入力)ではTCPの方が変形がなだらかで突き抜けにくい

F 航空機／鉄道車両の内装ボード

《サンドイッチ-STCP》

現行のアルミハニカムパネル製内装ボードをサンドイッチ-STCPに置き換えるとボード剛性を同等とした時最弱部の局部剛性が20%程度低下し40%程度の重量UPになるが2次曲面对応が可能になり大幅なコスト低減（1/3～1/4になる）が出来るため適用可能な部位が多い（サンドイッチ-DTCPを適用すれば重量UPは0～5%に抑えられる）



サンドイッチ-STCPはハーフモデルで解析
最弱部への負荷は指で押した時を想定しΦ20mm
の円周上に分散負荷して評価
ハニカムコアパネルでは部位毎の剛性がほとんど
変わらない

今後の展開

サンドイッチタイプのトラスコアパネルを製作する生産技術が確立出来れば現採用案件のより高性能化やハニカムコアパネルの置き換え等の新規分野での適用が可能となる
新規採用事例としては新幹線車両や航空機等の高速移動機体を初め建築・宇宙・新ソーラーパネル・太陽熱発電等の新エネルギー分野等が考えられる

開発の考え方

