

超軽量・高剛性のトラスコアパネル 実用化のための生産技術開発

SHIROYAMA INDUSTRY

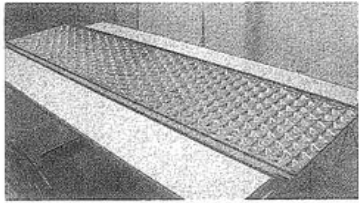


トラスコアパネル (TCP)

トラスコアパネルは京都大学（現在は東京工業大学）の野島先生が「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

京都大学は、太陽電池用製造材を開発し、折紙工学システム向けのシステムを開発した。宇宙分野などに利用が期待される。

取り付け補強工事不要

東京工業大学の野島一昭教授と野島武敏特任教授は、太陽電池パネルの強度を高めながら、軽量化する技術を開発した。金属の板に高剛性の凹凸をプレス成形した独自の構造を、樹脂製のフィルム基板を使った太陽電池に組み合わせる。ガラス製の基板を使えば、従来の太陽電池よりも強度が向上し、重量は約30%以上軽くなる。軽量化のため太陽電池パネルの取り付け工事が簡素化でき、太陽光発電システムの設置を低コストに抑える。

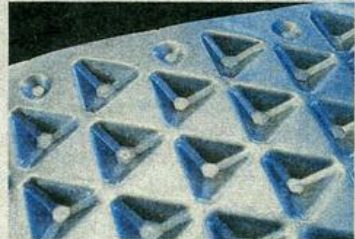
野島教授らは、太陽電池用製造材を開発し、折紙工学システム向けのシステムを開発した。宇宙分野などに利用が期待される。折紙工学システムを開発した野島教授は、野島特任教授が発表した。多段階のステップで成形する。全方向に均一な剛性を持つため、従来の太陽電池パネルよりも強度が向上し、重量は約30%以上軽くなる。軽量化のため太陽電池パネルの取り付け工事が簡素化でき、太陽光発電システムの設置を低コストに抑える。

科学技術・大学

従来の太陽電池パネルは、ガラス製の基板に太陽電池素子を取り付け、樹脂製の保護層を塗布する。この構造は、重量が重く、強度も低い。野島教授らは、折紙工学システムを開発し、従来の太陽電池パネルよりも強度が向上し、重量は約30%以上軽くなる。軽量化のため太陽電池パネルの取り付け工事が簡素化でき、太陽光発電システムの設置を低コストに抑える。

日刊工業新聞 (2010.07.20)

折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

折紙技術を応用して太陽電池のパネルを半分以下の重さにすることに東京工業大学の野島武敏特任教授らが成功した。取り付ける屋根を補強する必要が減り、学校などに導入しやすくなるという。野島さんが5年前に思いついた「トラスコア」という構造が使われている。太陽電池の薄膜は、屋根の上に設置するため、鉄製の板にはって使う。強度を保つのに1平方

- 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

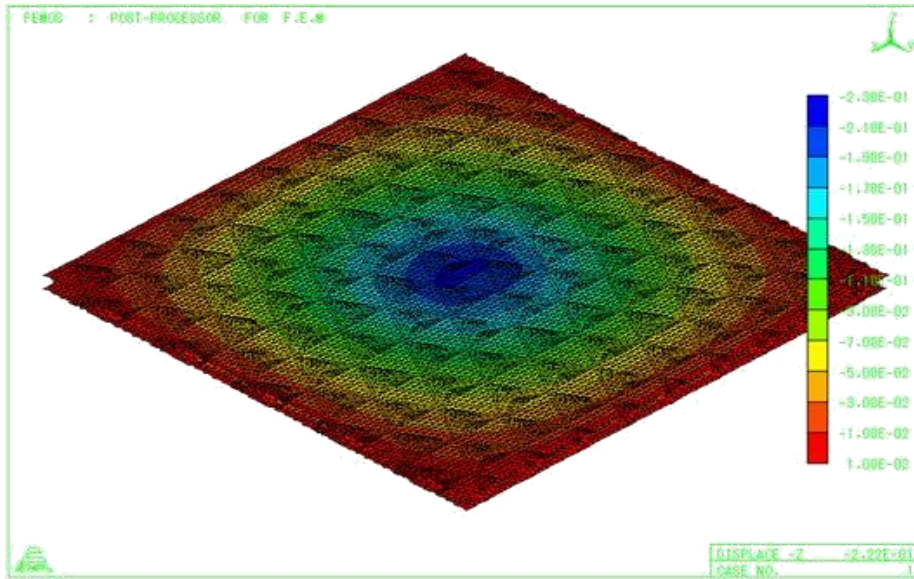
に囲まれたもともとも強いトラスコア構造を2005年に考え出した。ピラミッド形の凹凸があり、0.3mmの厚さで2枚重ねると、5mmの板と同等の強さになる。

金属加工メーカーの城山工業（神奈川県）が平らな板からプレス成形でトラスコア構造の板をつくる技術を開発した。重さは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なしで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交渉中だ。（鍛冶信太郎）

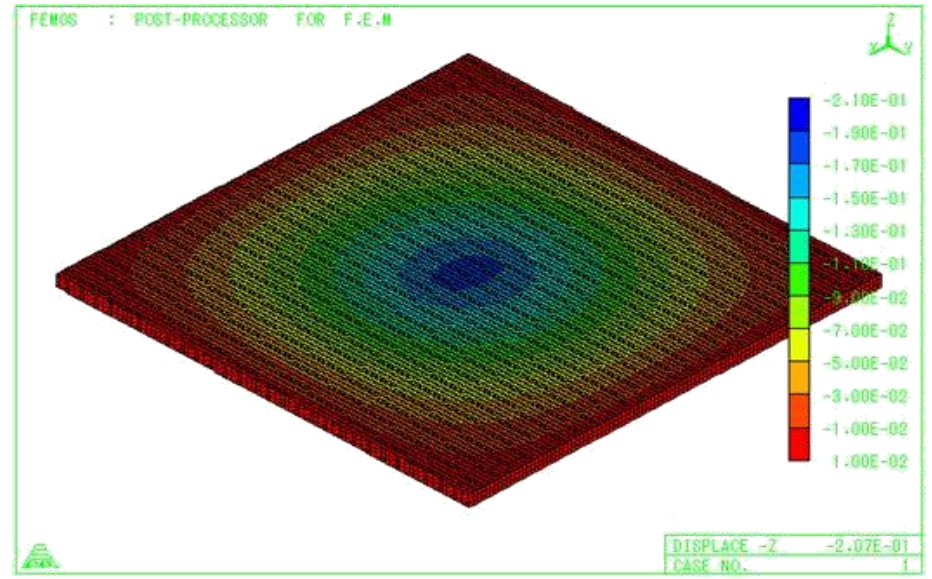


朝日新聞関西版 (2010.07.27)

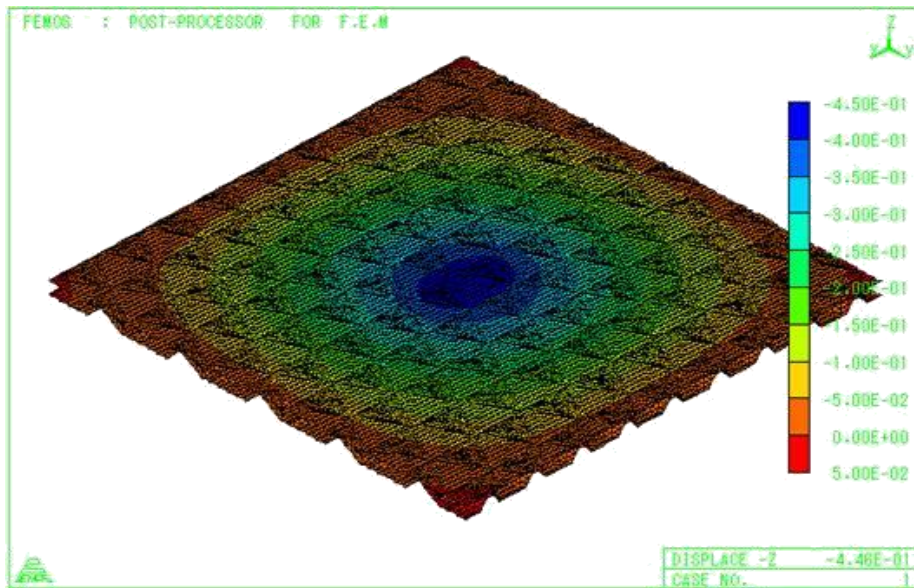
☆曲げ変形モード図



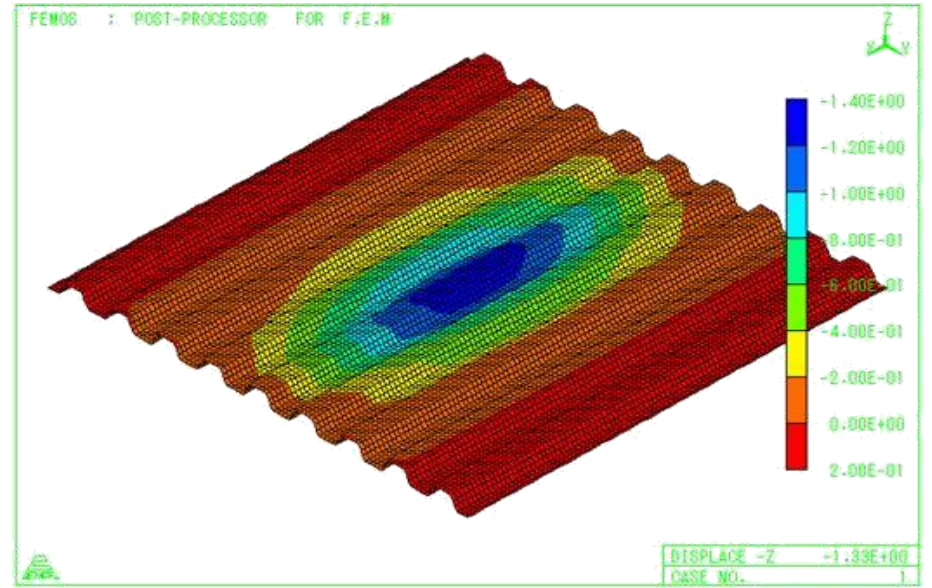
トラスコアパネル (サンドイッチタイプ)



ハニカムコアパネル



トラスコアパネル (シングルタイプ)



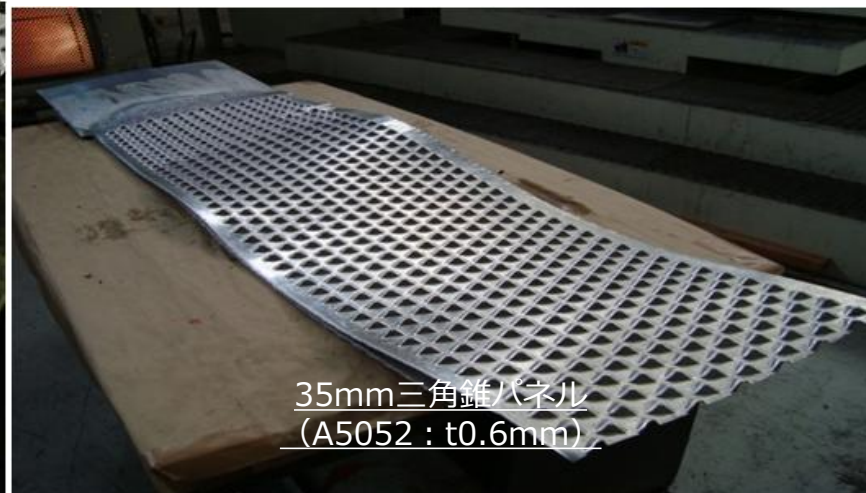
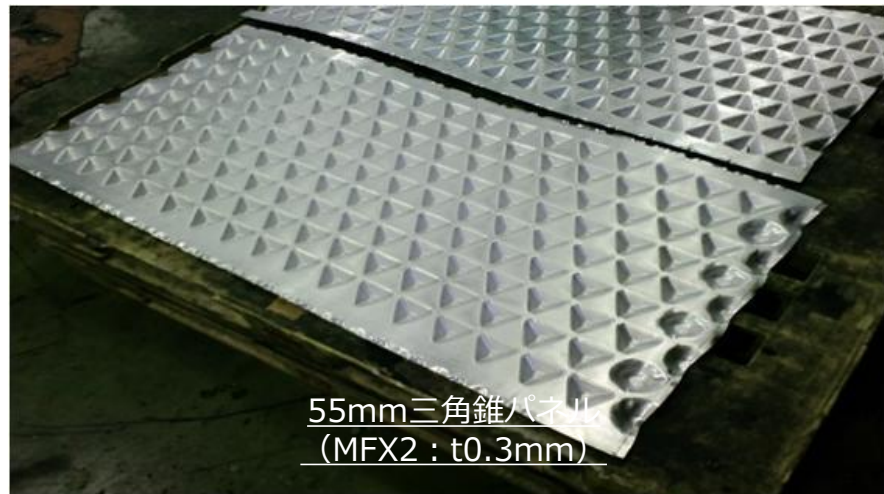
波型鋼板

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

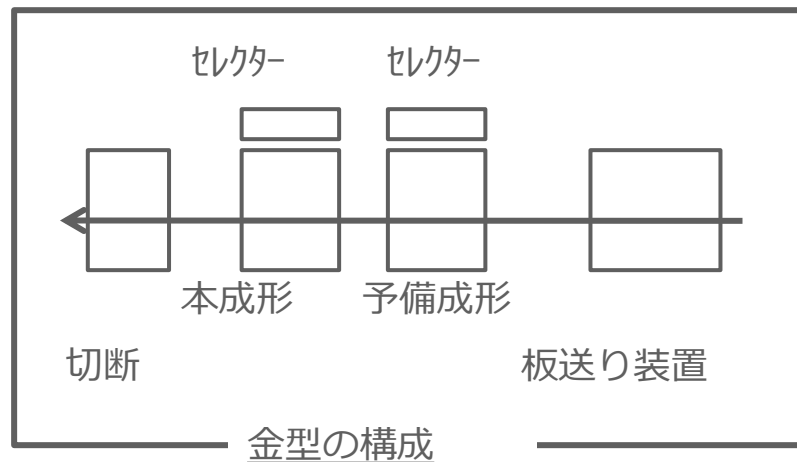
三角錐パネルの成形



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）



汎用組立装置



実用化の促進

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
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 ン拡大を検討	A&A.M T総研他
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
バス等のフロアリッ ド	30%以上の軽量化とコストダウ ンが可能で、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
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	ガラス板厚も薄くして結晶系 ソーラーでも軽量化	
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	
鉄道車両等の軽量フ ロア（サンドイツ チ）	ハニカムパネルを置き換えて、 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
ハニカムパネルの置 き換え（サンドイツ 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	

ピラミッドソーラーパネル（ソーラーセルベースパネル）

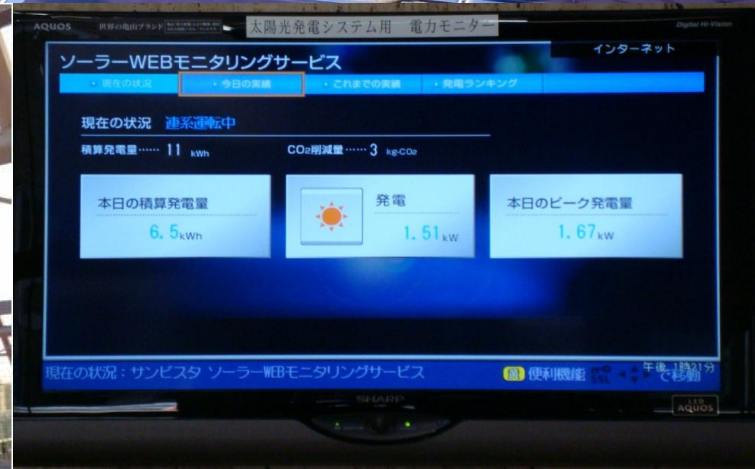
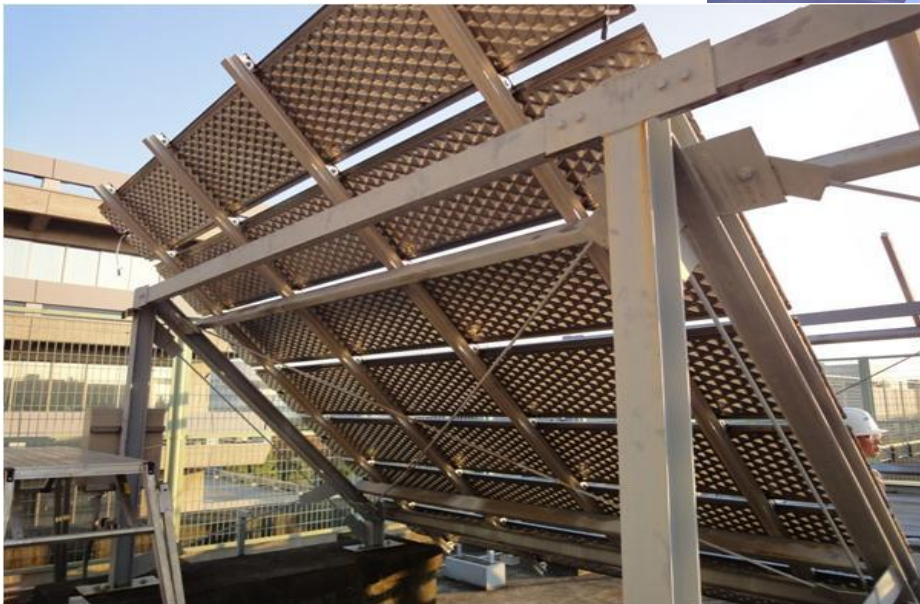
設置事例

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)



市役所別館屋上（市民庭園）



市役所別館1Fエレベーターホール

☆OAフロア

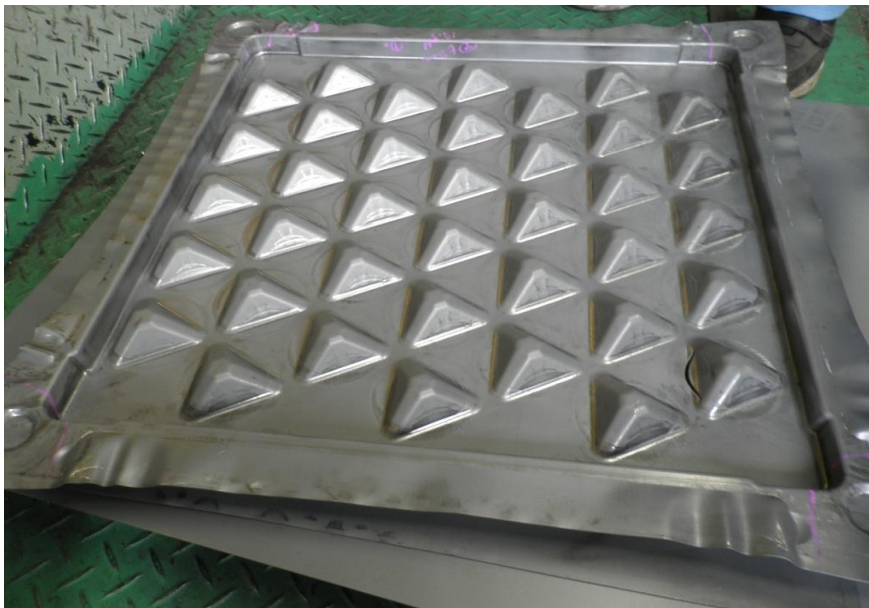
▽試作サンプル写真（手作り品）

500mm×500mm×24mm

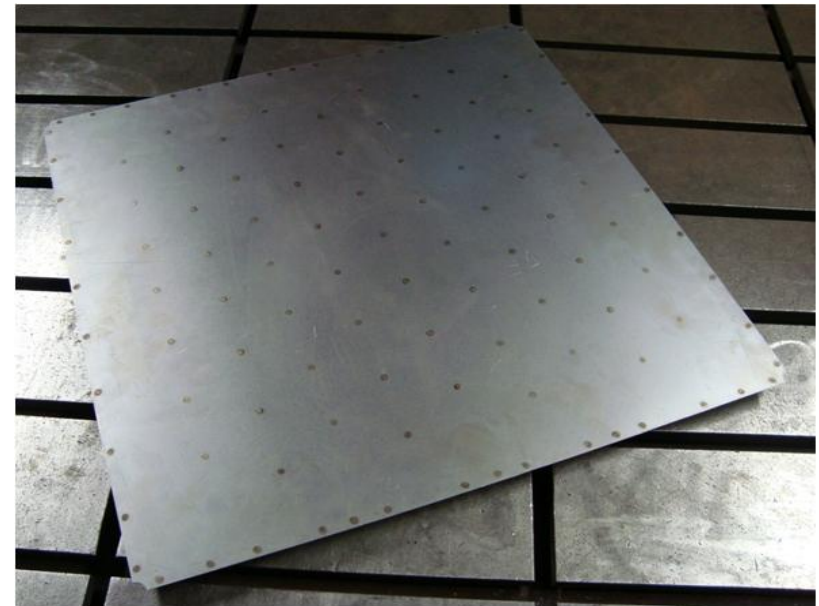
上板：1.0mm、下板：0.8mm

重量：4.06Kg（実測値）

成形トリアル品（未完成）



上面

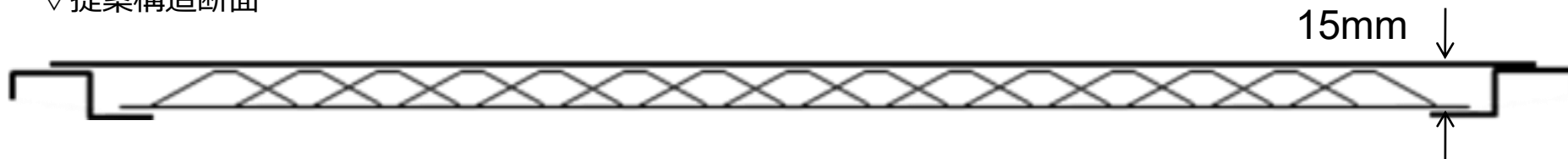


“マルチコーン構造（半球インボスの配列）”と比較して、20%以上の軽量化を実現できる。

☆バスのフロアリッド

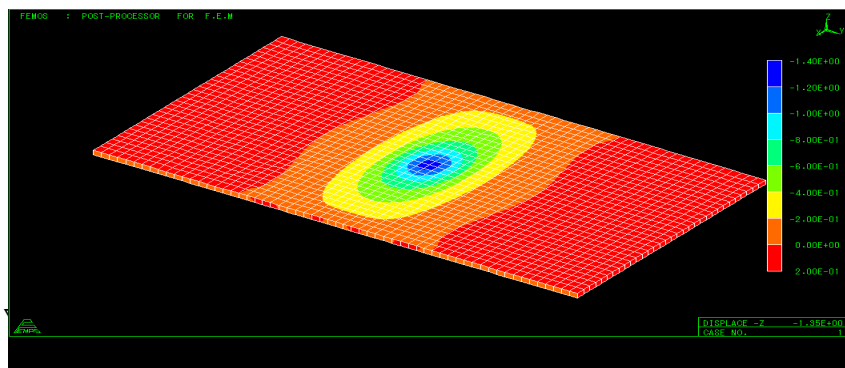
バスのフロアリッド（481×866mm）をシングルトラスコアパネル化することで、**30%以上の薄型化と軽量化、20%程度のコストダウン**を実現でき、**遮熱・遮音効果等も向上する可能性が高い。**

▽提案構造断面

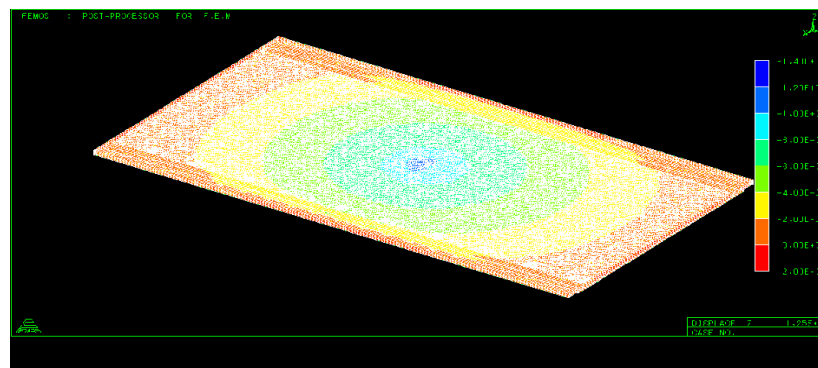


構造	板厚mm	モデル重量	最大変位	備考
現行	2.0+1.0	8.47Kg	1.25mm	メンバー部厚さ：24mm
シングル-TCP	0.96+0.66	5.86Kg	1.25mm	38%薄型化、 31%軽量化
	1.0+0.6	5.75Kg	1.32mm	6%剛性低下、 32%軽量化

▽構造解析結果



現行構造：平板+メンバー

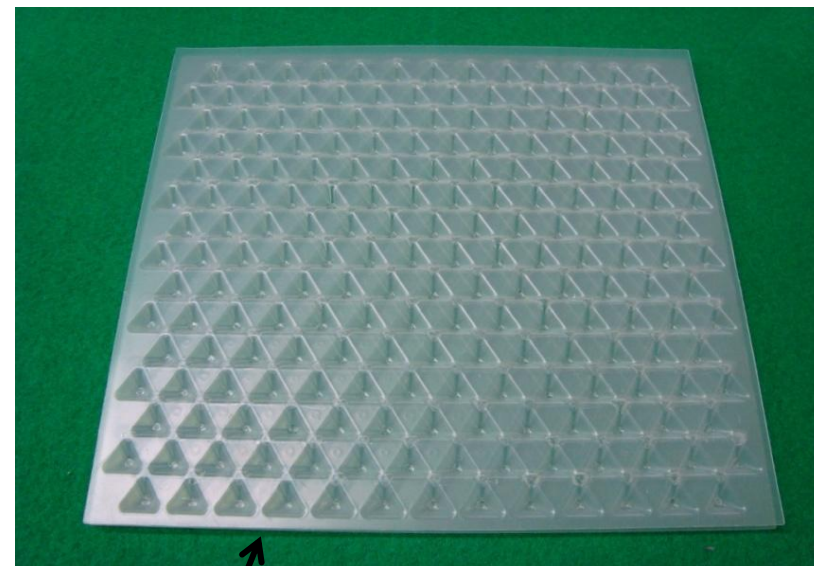


シングル-TCP構造

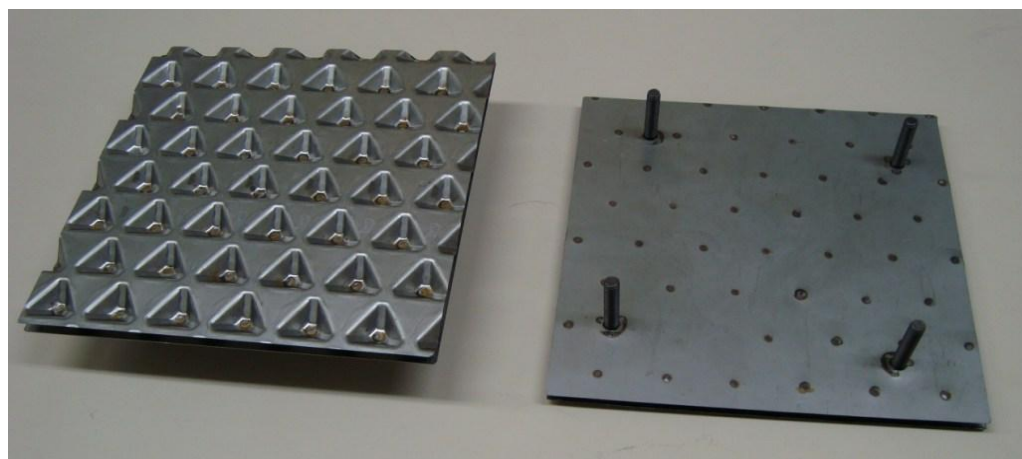
☆その他のシングル-TCP適用検討例



事務デスク天板試作パネル



樹脂製圧縮パネル
(リチウム電池製造装置用部品)



コンプレッサーベースパネル
(制振特性を改善)

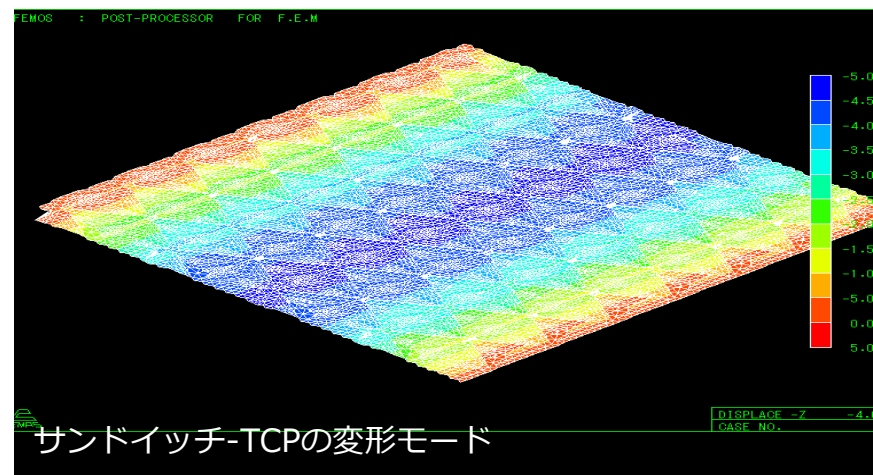
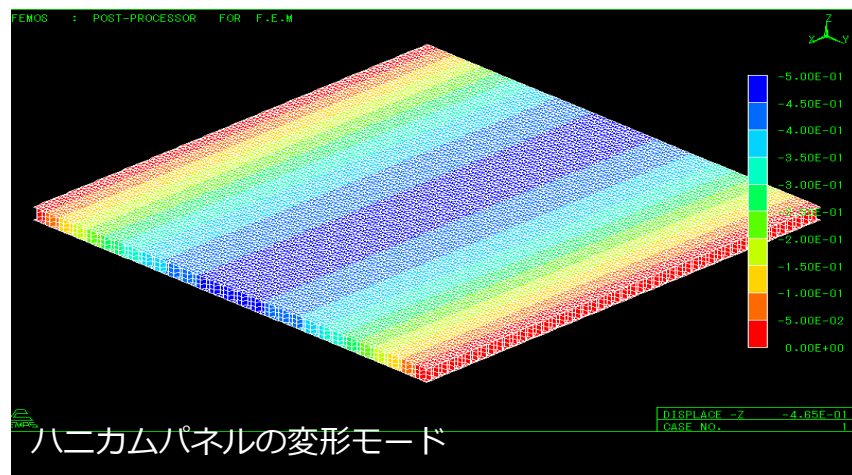
☆航空機・鉄道車両のフロア：サンドイッチ-DTCP

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が期待できる。

▽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

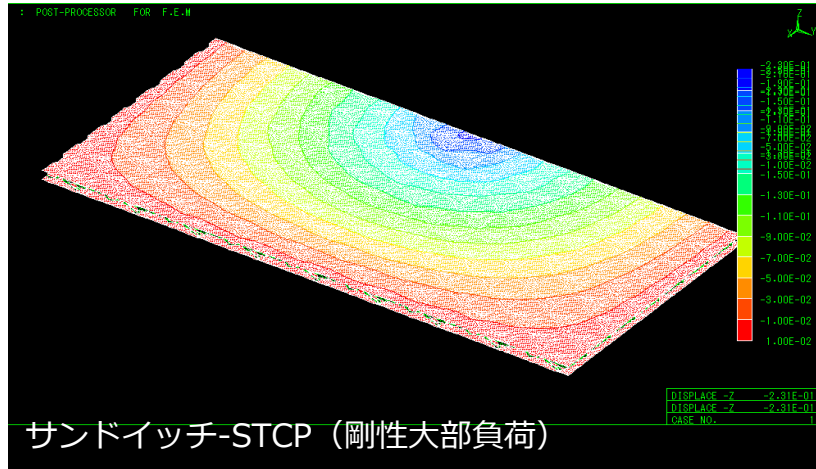
▽変形モード



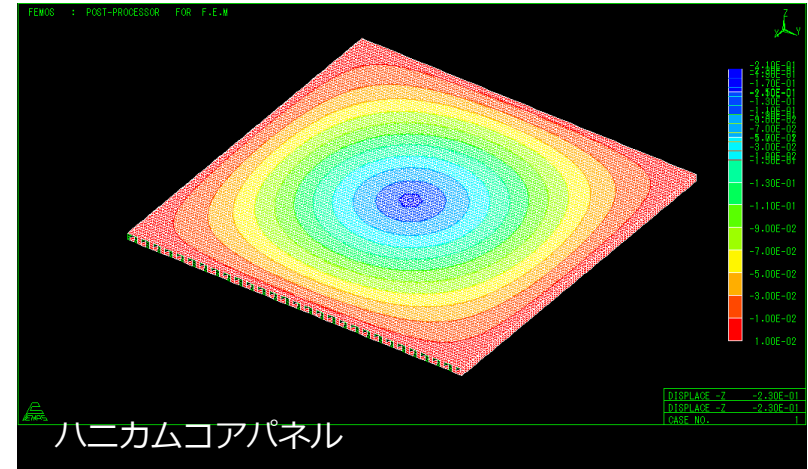
*ハイヒール強度（1点集中入力）では、TCPの方が変形がなだらかで突き抜けにくい。

☆航空機・鉄道車両の内装ボード：サンドイッチ-STCP

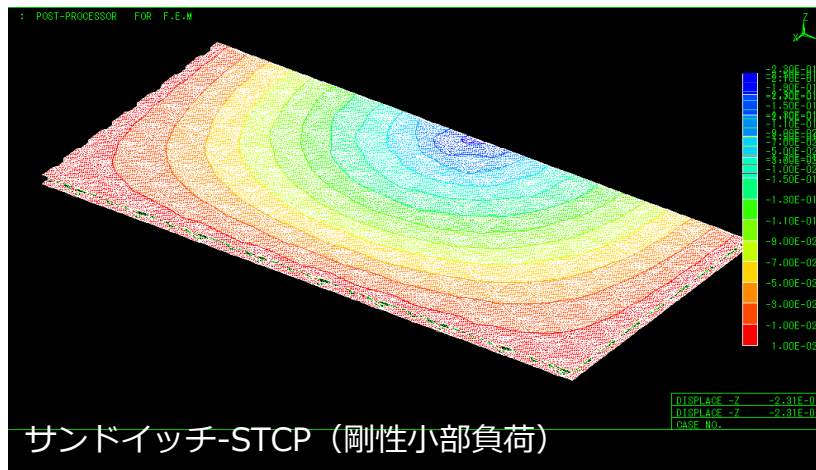
現行のアルミハニカムパネル製内装ボードをサンドイッチ-STCPに置き換えると、ボード剛性を同等とした時、最弱部の局部剛性が20%程度低下し、40%程度の重量UPになるが、2次曲面对応が可能になり、大幅なコスト低減（1/3～1/4になる）が出来るため、適用可能な部位が多い。（サンドイッチ-DTCPを適用すれば重量UPは0～5%に抑えられる）



サンドイッチ-STCP（剛性大部負荷）



ハニカムコアパネル



サンドイッチ-STCP（剛性小部負荷）

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、 $\Phi 20\text{mm}$ 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。

☆今後の展望

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

