

ISSN 0452-2982
UDC 620.173:539.411:
62-419

航空宇宙技術研究所資料

TECHNICAL MEMORANDUM OF NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

TM-584

CFRP面板／アルミハニカムサンドイッチ 曲面板の軸圧縮座屈試験

遠藤修司・野口義男・大竹邦彦
小野幸一・福島幸夫

1988年3月

航空宇宙技術研究所
NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

CFRP面板／アルミハニカムサンドイッチ 曲面板の軸圧縮座屈試験*

遠藤 修 司** 野口 義 男** 大竹 邦 彦**

小野 幸 一** 福島 幸 夫***

1. 緒 言

本報告は、航空宇宙技術研究所と宇宙開発事業団との共同研究「H-Ⅱフェアリングに関する研究」の一環として昭和61年度に行なわれた「構造に関する研究」の成果の一部である。

現在、宇宙開発事業団において開発が進められているH-Ⅱロケットの標準フェアリングは、アルミ面板とアルミハニカムコアより成るサンドイッチ構造であり、その外形寸度は、直径約4m、全長約12mで、直径3.7mまでの2トン級の衛星を格納できる大型の殻構造体である。同事業団では、さらに、本年度(昭和62年度)から複数衛星あるいは直径4.6m級の衛星打上げに対応できる直径5mの衛星フェアリングの開発に着手している。開発は、それを効果的に行なうために、標準フェアリングの開発過程で得られた成果を最大限に取り入れることを基本方針とし、構造様式についても標準フェアリングと共通のアルミ面板／アルミハニカムサンドイッチ構造を基本とした検討が進められている。このように、基本的にはアルミ面板とアルミハニカムコアより成るサンドイッチ構造の適用が考えられてはいるが、構造の大型化に伴い重量軽減の観点から、アルミ面板をCFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastics)化することの検討も併せて行なわれている。すでに述べたように、衛星フェアリングは大型の殻構造であるから、その構造設計に際しては、座屈強度が重要な設計条件の一つとなることは言うまでもない。しかしながら、この種のハニカムサンドイッチ構造の座屈試験の例は少なく、試験データは極めて少ないのが現状である。

筆者らは、先に、上記共同研究の一環としてアルミ面板／アルミハニカムサンドイッチ曲面板の軸圧縮座屈試験を行ない、その座屈挙動と耐荷能力を明らかにしてきた^{1),2),3)}。

本報告では、CFRPハニカムサンドイッチ構造の圧縮座屈特性を把握し基礎的資料を得ることを目的に、3種類の積層構成のCFRP面板と、同一のアルミハニカムコアから成るサンドイッチ曲面板を供試体として、軸圧縮座屈試験を行なった結果について述べる。試験は昭和62年4月7日、9日および5月26日、27日に当所機体2号館に設置されている万能試験機を用いて実施した。

なお、本稿は前記共同研究「H-Ⅱフェアリングに関する研究」の昭和61年度の成果報告書⁴⁾の中の1.3節に若干の補筆をし、巻末に試験にて得られた各供試体の負荷荷重に対するひずみの全測定データを収録してまとめたものである。また、その要旨を日本機械学会の昭和62年度材料力学講演会⁵⁾において発表したものである。

2. 供 試 体

供試体は、積層構成が $[60^\circ/0^\circ/-60^\circ]_s$ 、 $[\text{平織}0^\circ/90^\circ]_4$ および $[\text{平織}\pm 45^\circ]_4$ の3種類のCFRP面板と、同一仕様のアルミハニカムコア2.3-1/4-5056-.001〔密度(pcf)ーセルサイズ(in.)ー材質ー箔厚(in.)〕より成るサンドイッチ構造の曲面板である。ここに、CFRP積層板の各層の繊維配向角は、曲面板の母線と繊維とのなす角度である。ハニカムコアのリボン方向は、いずれも曲面板の母線方向に一致してとってある。したがって、各供試体は、巨視的に見て、その弾性主軸が母線と一致する直交異方性曲面板と見做すことができる。これら面板の積層構成が異なる3種類の供試体SF3962-1, SF3962

* 昭和63年2月4日受付

** 機体第一部

*** 宇宙開発事業団

-3 および SF3962-5 を、それぞれ 2 体ずつ製作し、それぞれに 001 および 002 の供試体番号を付した。図 1 に供試体の外観写真を、図 2 に供試体に設定した座標系と記号を、表 1 に供試体寸度をそれぞれ示す。図 2 および表 1 における添字 f および c は、それぞれ面材およびコア材を区別するために付したもので、以後も同じ意味でこの添字を用いる。材料構成は表 2 に示すとおりである。表中の面板の繊維体積含有率および密度は実測による平均値である。参考までに記せば、アルミ合金 7075-T6 の密度は 2.8 g/cm^3 である。各供試体とも端部は、端縁から約 30mm の深さにわたって樹脂 (Minnesota Mining & Manufacturing Co., 3M EC-3524 B/A) を充填し端末を処理してある。表 3 および表 4 に面板およびハニカムコアの物性値を示す。

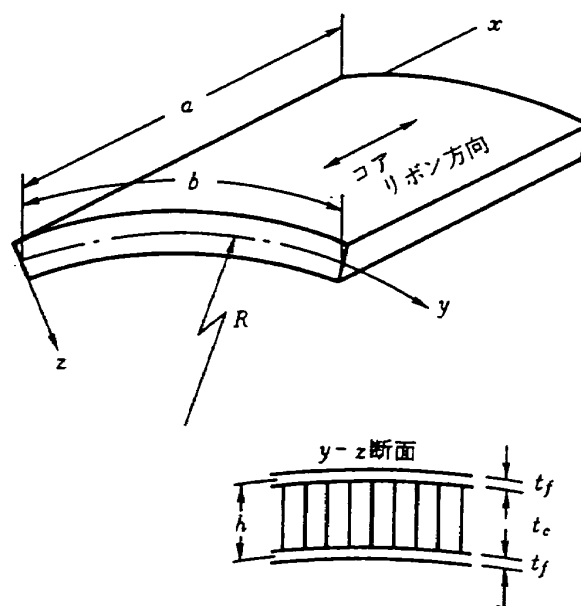


図 2 供試体形状と座標系

表 1 供試体寸度

(mm)

供試体		長さ a	幅 b	半径 R	面板厚 t_f	コア厚 t_c
SF3962-1	001	449.8	296.5	536.6	0.802	10.20
	002	450.1	296.5	539.2	0.798	
SF3962-3	001	449.5	296.8	535.8	0.796	10.13
	002	449.7	297.1	537.8	0.802	
SF3962-5	001	449.7	297.0	539.4	0.803	10.17
	002	449.7	297.2	541.8	0.785	

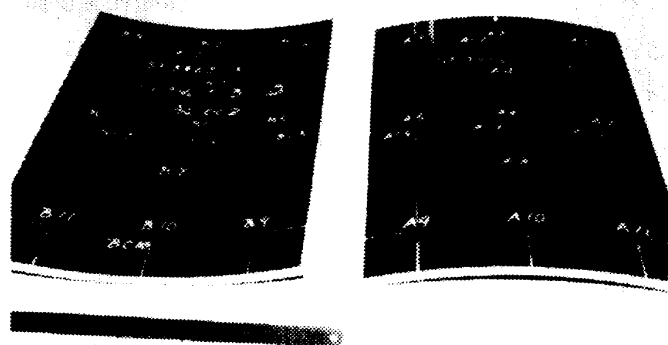


図 1 供試体外観

表 2 材料構成

種 別			供試体	SF 3962-1	SF 3962-3	SF 3962-5	
面 板	プリ プレ グ	名 称	180℃硬化一方向 炭素繊維強化エポ キシ樹脂 東レ P 3060 B - 12	180℃硬化炭素繊維織 布強化エポキシ樹脂 東レ F 7373-06 F			
		素材	炭 素 繊 維	東レ T 300	東レ T 300		
		構成	エポキシ樹脂	東レ #3601	東レ #3601		
		公称板厚 (mm/ply)		0.11	0.18		
	積 層 構 成		[60°/0°/-60°] _s	[平織 0°/90°] ₄	[平織 ± 45°] ₄		
	繊維体積含有率 V_f (%)		61.5	56.6			
	密 度 (g/cm ³)		1.58	1.52			
	ハ ニ カ ム コ ア			AL- 2.3 - 1/4-5056- .001			
面 板 - コ ア 接 着 剤			フ ァ イ ル ム 接 着 剤 FM400 (American Cyanamid Co.)				

表3 CFRP素板の物性値

CFRP		P 3060 B-12	F 7373-06 F
弾性係数 GPa (kgf/mm ²)	E_L	130.43 (13300)	68.65 (7000)
	E_T	9.81 (1000)	
	G_{LT}	5.49 (560)	5.69 (580)
ポアソン比	ν_{LT}	0.34	0.044
	ν_{TL}	0.026	

添字 L : 繊維方向, T : 繊維と直角方向

3. 試験装置および試験方法

試験は容量 196 kN (20 ton) の万能試験機 (島津製作所, IS-20T オートグラフ) を用い, 供試体に軸圧縮荷重を与えることにより行なった。したがって, 荷重方向は, 曲面板の母線方向すなわち供試体の長手方向の主軸に一致する。測定項目は, 供試体のひずみ, 面外変位および試験機のカロスヘッド変位である。

ひずみの測定標点は供試体の表裏相對應する箇所とし, それらに同一の一連番号を付した。位置番号の表裏の区別は表側 (凸側) に接頭記号 A を, 裏側に B を付すことにした。図 3 に供試体表側のひずみ測定標点位置を示す。これら標点位置は供試体の中心線を基準として定めた。軸方向ひずみと周方向ひずみの測定位置を明確にするために, 図に示すように, 後者の測定箇所の番号の前には C を付してこれを区別した。測定点数は軸方向ひずみ 22 点, 周方向ひずみ 10 点の合計 32 点である。ひずみは, 単軸および 2 軸 90° 交叉の抵抗線ひずみゲージ (共和電業, KFC-5-C1-11 および KFC-5-D16-11) により検出し, デジタル静ひずみ計 (共和電業, UCAM-5BT) にて所定の荷重刻みで測定すると同時に, ひずみ計に連動させたパーソナルコンピュータ (日本電気, NEC PC-9801) によりグラフィック処理を行ない, CRT ディスプレイに荷重-ひずみ曲線として図示できるようにした。面外変位とクロスヘッ

表4 ハニカムコアの物性値

縦弾性係数 E_c	MPa (kgf/mm ²)	
	せん断弾性係数	
	G_{czz}	G_{cyy}
400.1 (40.8)	220.6 (22.5)	103.0 (10.5)

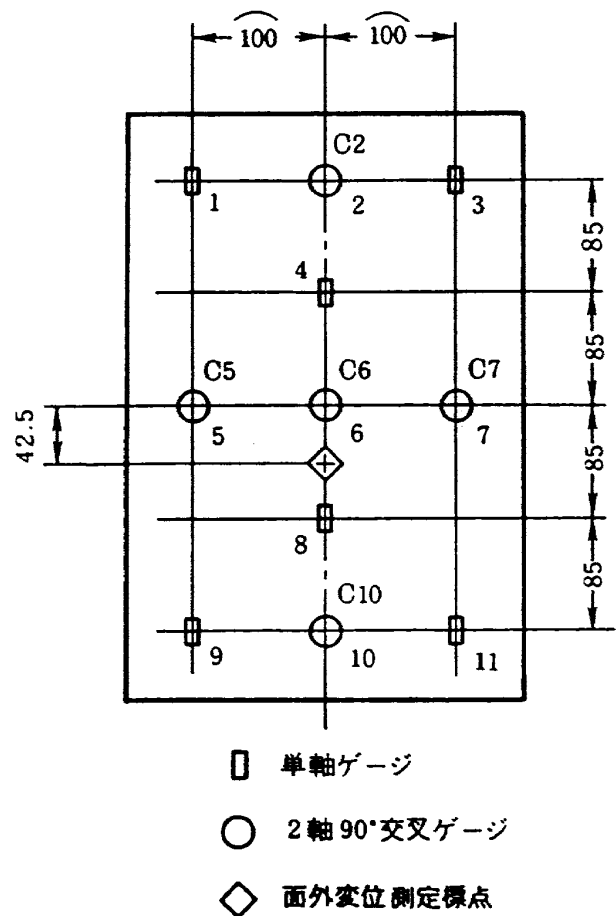


図3 ひずみおよび面外変位測定点

ド変位の測定には, ひずみゲージ式変位変換器 (共和電業, DT-20D) を用い, 動ひずみ計 (共和電業, DPM-611BS) を介して 2 素子 XY レコーダ (渡辺測器 (現, グラフテック), WX4422) に荷重に対して連続的にそれぞれ記録した。面外変位の測定標点は, 図 3 に示すように, ひずみの測定標点 A6 と A8 の中点とした。

試験は平滑な圧盤を用いて平押しで行なった。供試体の直線縁は単純支持の条件をできるだけ実現できるように設計した図 4 に示す側辺部支持金具の半円形断面の棒を用いその円形部分で供試体を表裏両側から挟み込む形で支持した。なお, 荷重は軸方向の

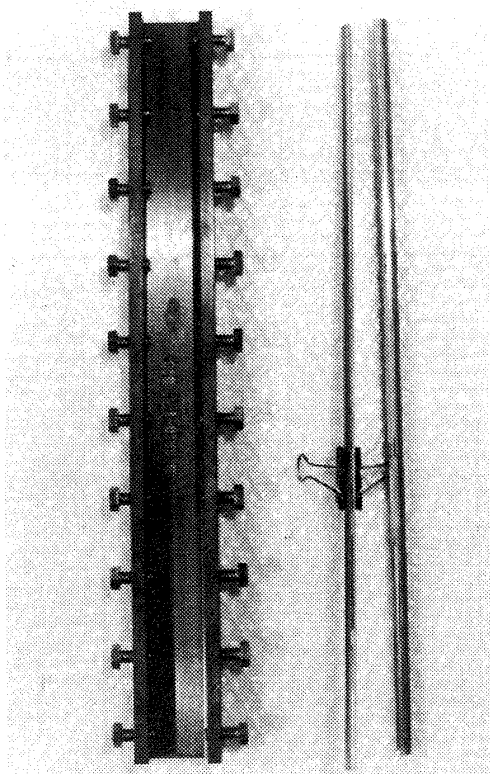


図4 供試体側辺部支持金具

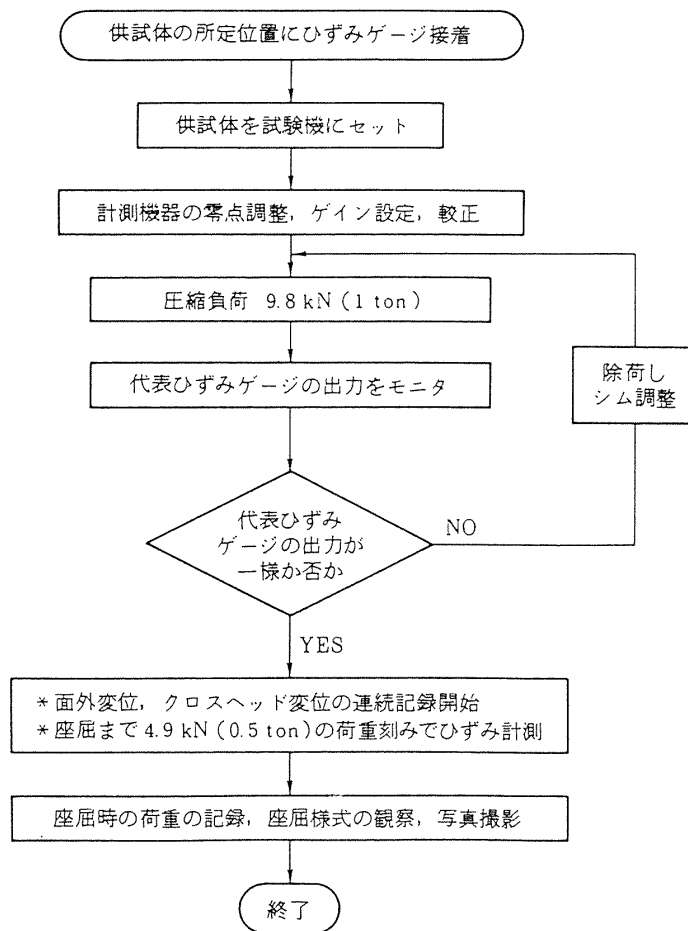
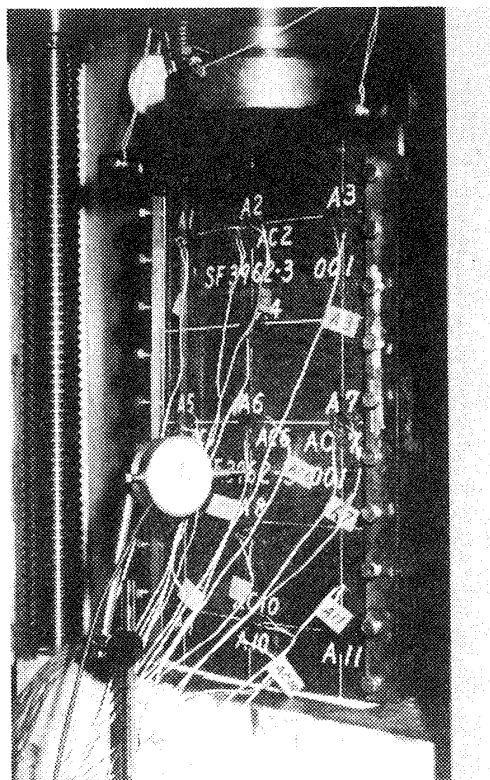


図5 試験の手順



(a) 供試体の取付け状況



(b) 試験状況全景

図6 試験の状況

ひずみが周方向にはほぼ一様となるように調整して負荷した。試験の手順を図 5 に、試験の状況を図 6 に示す。

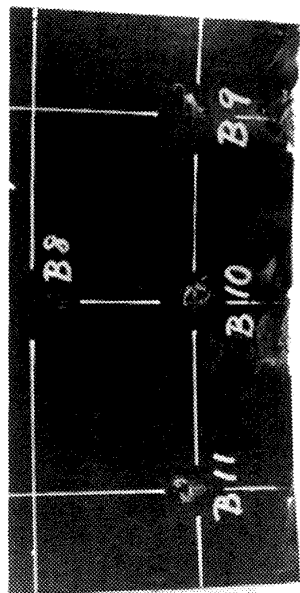
4. 試験結果

試験により得られた座屈荷重は、面板の CFRP が、一方向繊維積層材 $[60^\circ/0^\circ/-60^\circ]_s$ の供試体 SF3962-1 では、001 および 002 とともに 147.1 kN (15.0 ton)、織物積層材 $[\text{平織 } 0^\circ/90^\circ]_4$ である SF3962-3 の 001 および 002 では、それぞれ 122.6 kN (12.5 ton) および 161.8 kN (16.5 ton)、そして織物積層材 $[\text{平織 } \pm 45^\circ]_4$ である SF3962-5 の 001 および 002 では、それぞれ 105.9 kN (10.8 ton) および 106.4 kN (10.85 ton) であった。軸圧縮力が表裏 2 枚の面板によってすべて負担されるものとする、これらの供試体の軸圧縮座屈応力は、SF3962-1 の 001 および 002 ではそれぞれ 309.3 MPa (31.54 kgf/mm²) および 310.9 MPa (31.70 kgf/mm²)、SF3962-3 の 001 および 002 ではそれぞれ 259.5 MPa (26.46 kgf/mm²) および 339.6 MPa (34.63 kgf/mm²)、そして SF3962-5 の 001 および 002 ではそれぞれ 222.0 MPa (22.64 kgf/mm²) および 228.0 MPa (23.25 kgf/mm²) となる。これらの座屈応力値は、SF3962-1 および SF3962-3 の供試体ではそれぞれの面材の圧縮破壊強度、450 MPa 程度 (約 46 kgf/mm²) および 620 MPa 程度 (約 63 kgf/mm²)、に比べかなり低い値であり、SF3962-5 のそれは面材圧縮破壊強度に極めて近い値であることが判る。

ハニカムサンドイッチ構造の基本的な座屈様式は、全体座屈 (general instability)、面板のリンクリング (face-sheet wrinkling) およびセル間座屈 (intracell buckling) の三つに大別されることは良く知られている^{6),7)}。本試験での供試体の座屈様式は、SF3962-1 の 001 および 002 ではそれぞれ下端および上端部付近で、SF3962-3 では 001、002 とともに供試体の下端部付近で、すなわち、いずれも端部処理のため樹脂を充填した領域から少し離れた所でのリンクリング型の座屈による破壊であったが、SF3962-5 では 001、002 とともに供試体のほぼ中央部で全体座屈により破壊した。また、試験後の供試体の目視観察の結果、SF3962-1、すなわち面板が一方

向繊維プリプレグによる積層材の供試体では端部破壊箇所、面板にかなりの層間剝離が確認された。この面板の層間剝離は、同様に端部で破壊した織物積層材面板の供試体 SF3962-3 では外観上ほとんど認められなかった。供試体 SF3962-5 の破壊箇所では面板に 45° 方向の亀裂が生じていた。このことは、面板の破壊が軸圧縮荷重によるせん断様式破壊であることを示している。図 7 に試験後の供試体の破壊箇所の写真を示す。

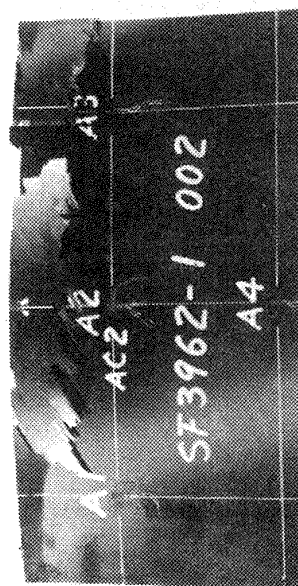
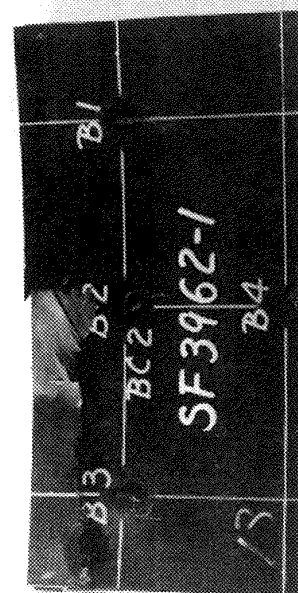
図 8 に、供試体の表および裏側のそれぞれの面板に接着されたひずみゲージにより取得した各供試体の荷重-ひずみ曲線の代表例 (A2, B2; A6, B6; A10, B10) を示す。これらの図を見ると、供試体の上端および下端部付近 (A2, B2 および A10, B10) で付加的な曲げが発生していること、また、供試体 SF3962-1 および SF3962-3 では、ひずみは荷重の増加にともなって直線的に増加し、破壊の寸前まで概ねその直線性を保っていること、供試体 SF3962-5 では、荷重軸に沿うひずみ分布が一様ではなく、上下端部と中央部との荷重-ひずみ曲線の形にかなりの差異が認められること、端部境界の影響の少ない中央部での、この供試体を代表する荷重-ひずみ曲線には材料非線形性の影響が顕著に現われていることが判る。上述の付加的な局所曲げは、負荷圧盤と供試体荷重辺の端面との当りの不均一、端部処理のための充填材による変位の拘束などに起因するものと考えられる。供試体 SF3962-1 および SF3962-3 の破壊箇所がいずれもその上端あるいは下端部付近であるのは、この局所的な曲げが面板とコアとの接着剝離あるいは面板の層間剝離の発生の一つのきっかけを与え、面板とコア間の接着強度の低下あるいは面板の剛性の減少をもたらし、それに伴い面板のリンクリングが誘発されたためと思われる。したがって、これらの供試体 SF3962-1 および SF3962-3 の座屈荷重は、もし、このような局所的な曲げモーメントの発生がなければ、本試験により得られた値よりも高い値を示すものと考えられる。図 9 に、荷重 78.5 kN (8 ton) における供試体 SF3962-1 および SF3962-3 の、そして荷重 39.2 kN (4 ton) における SF3962-5 の、いずれも供試体番号 001 の軸方向ひずみの分布を示す。先の荷重-ひずみ曲線におい



表側

(i) 供試体番号 001

裏側

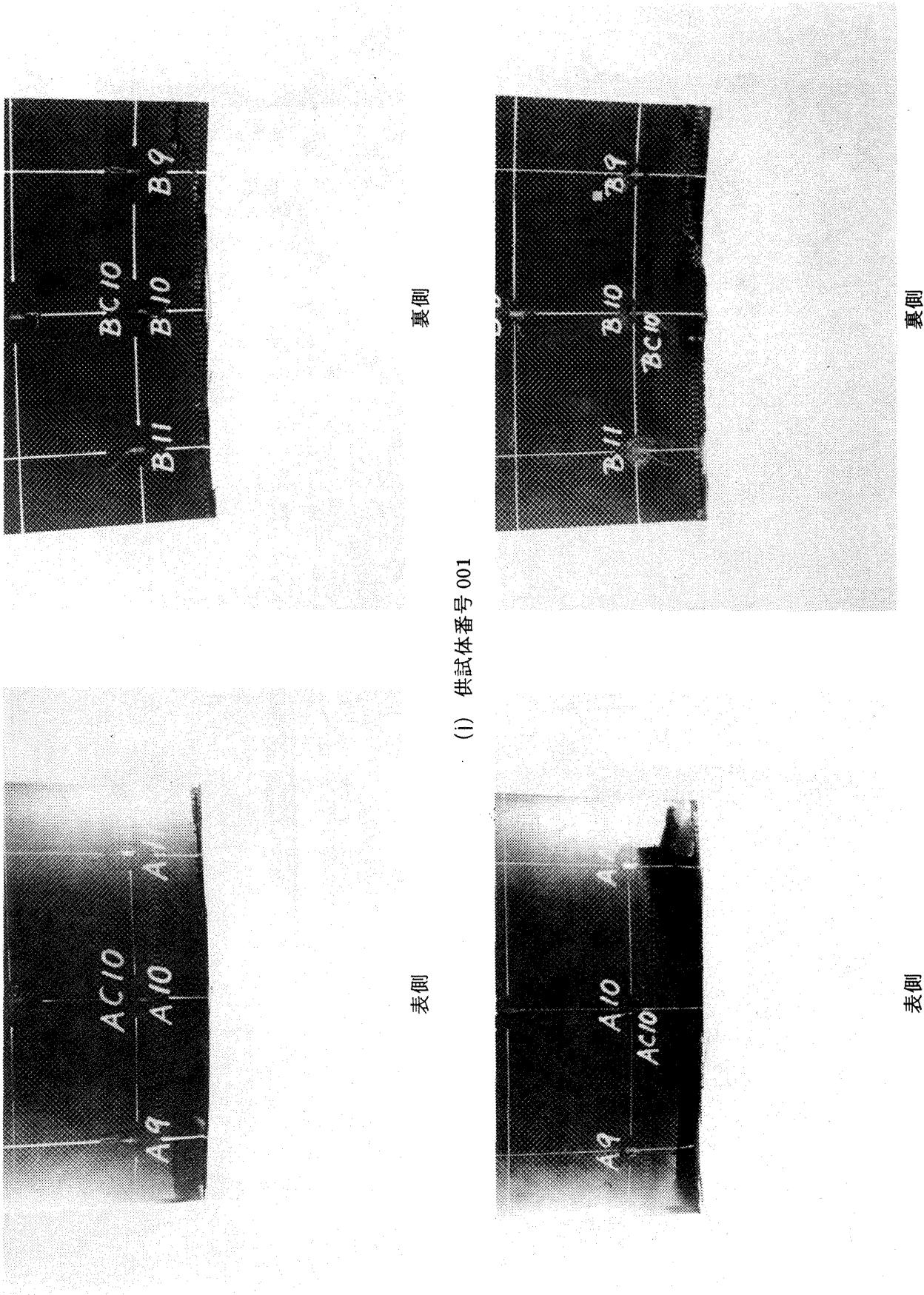


表側

(ii) 供試体番号 002

裏側

図 7 (a) 試験後の供試体破壊部, SF3962-1



裏側

表側

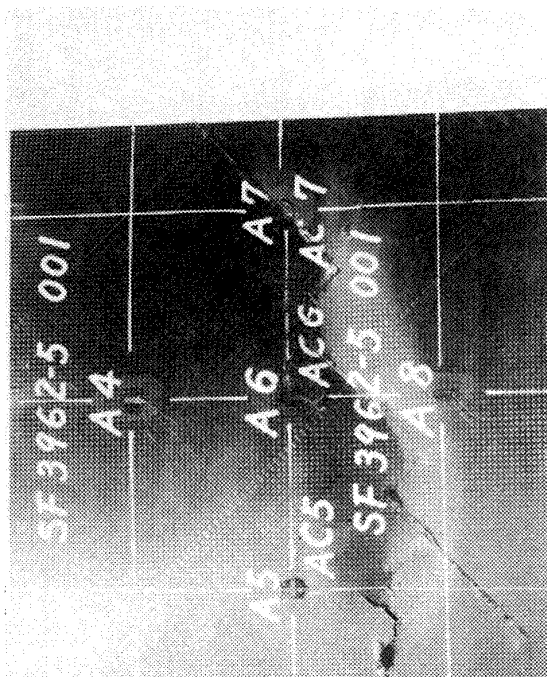
(i) 供試体番号 001

裏側

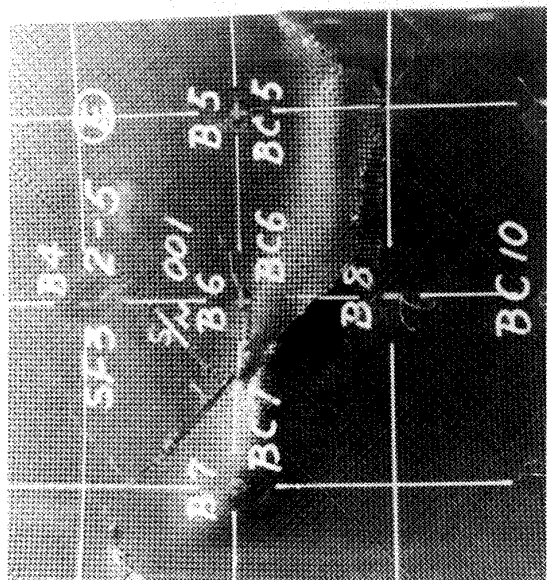
表側

(ii) 供試体番号 002

図 7 (b) 試験後の供試体破壊部, SF 3962-3

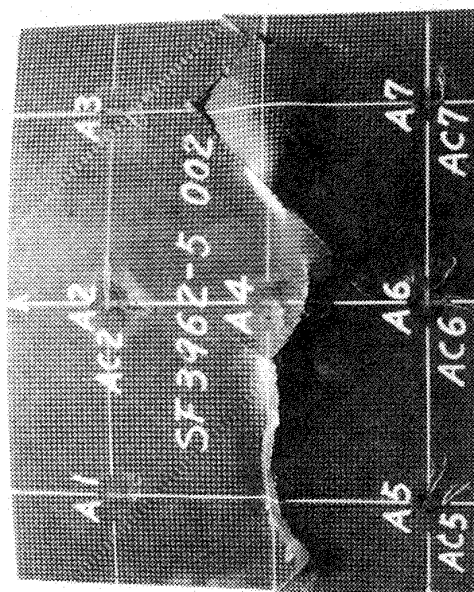


表側

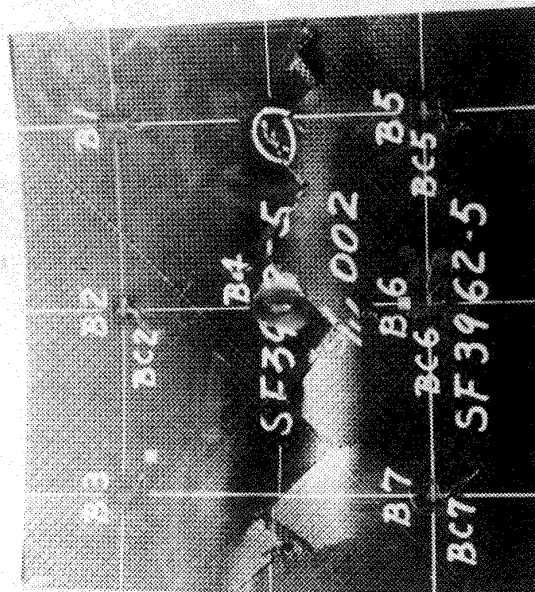


裏側

(i) 供試体番号 001



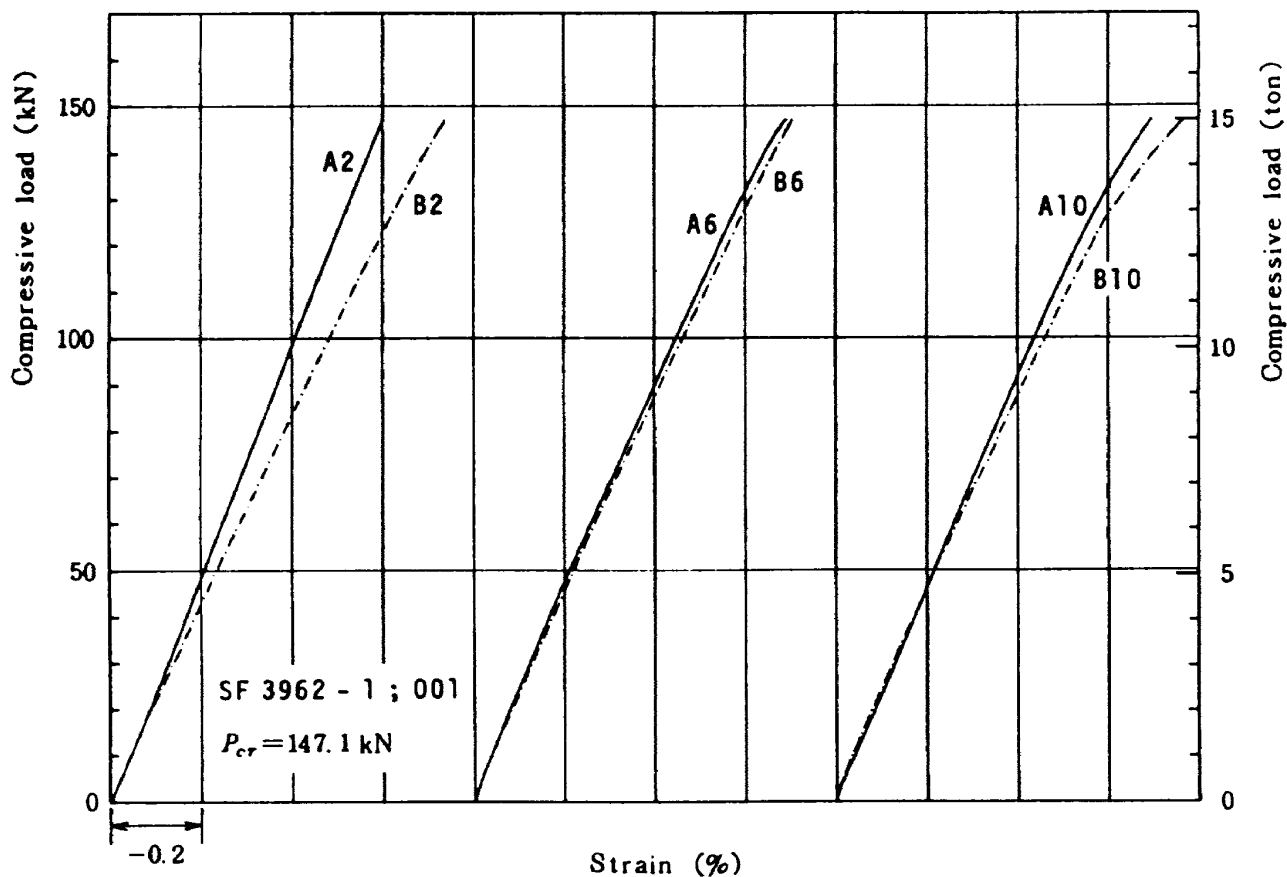
表側



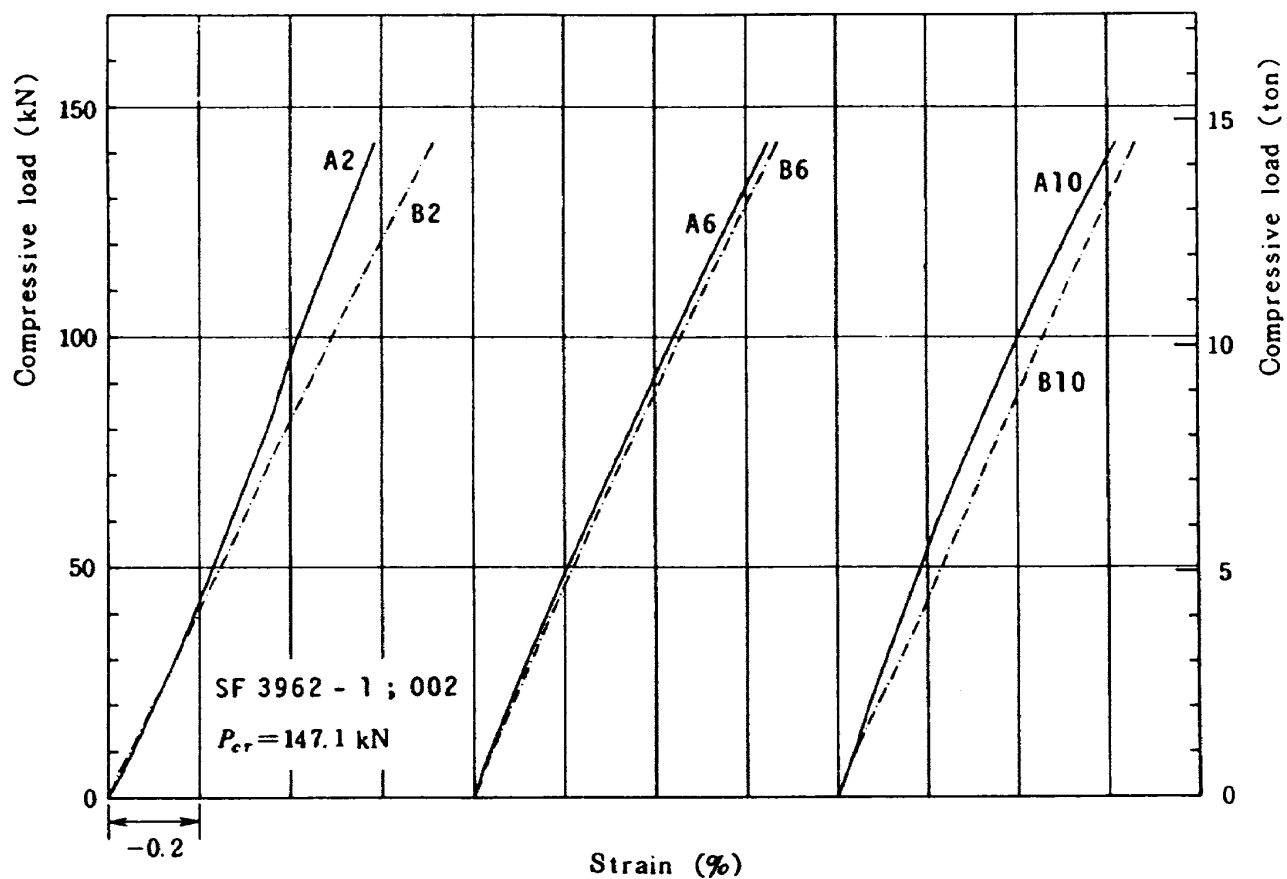
裏側

(ii) 供試体番号 002

図 7 (c) 試験後の供試体破壊部, SF3962-5

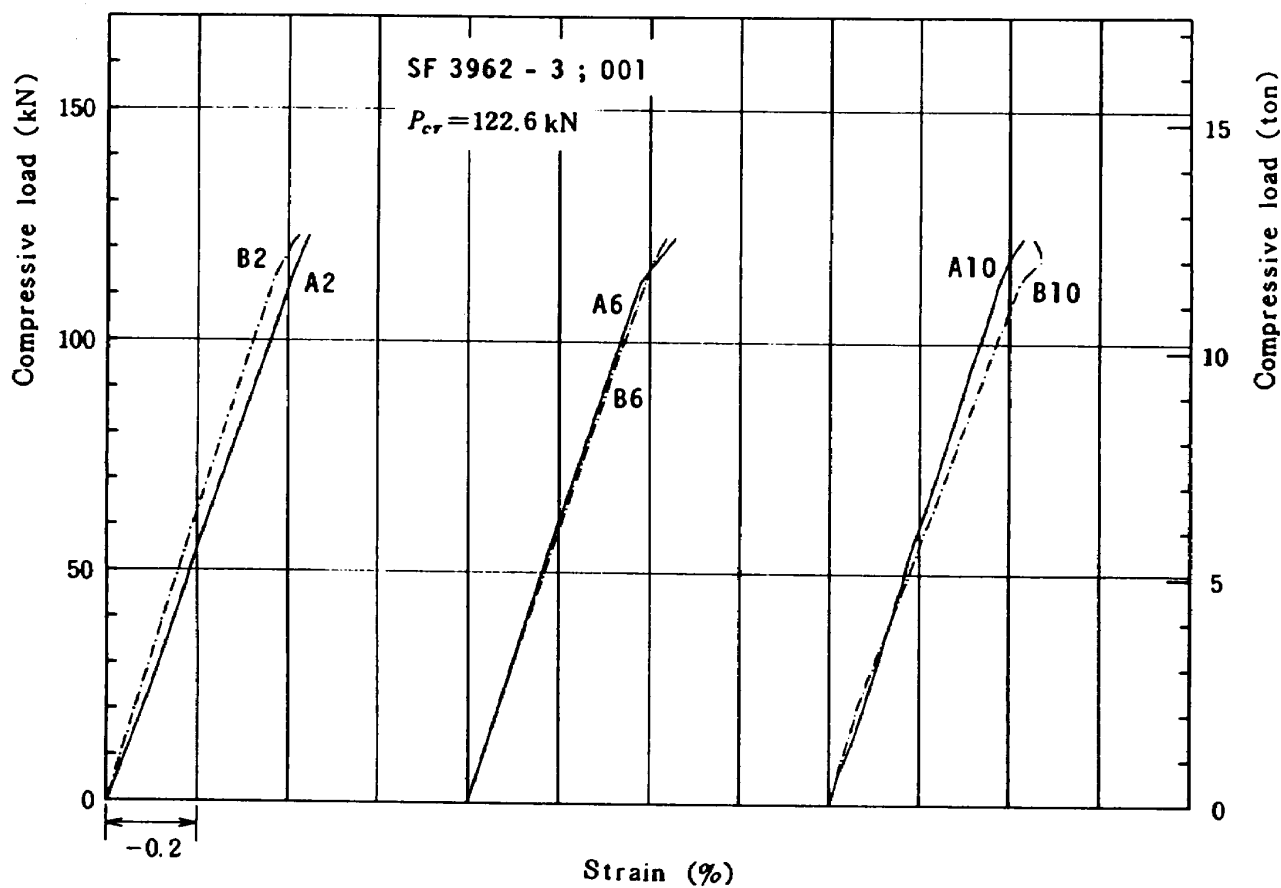


(i) 供試体番号 001

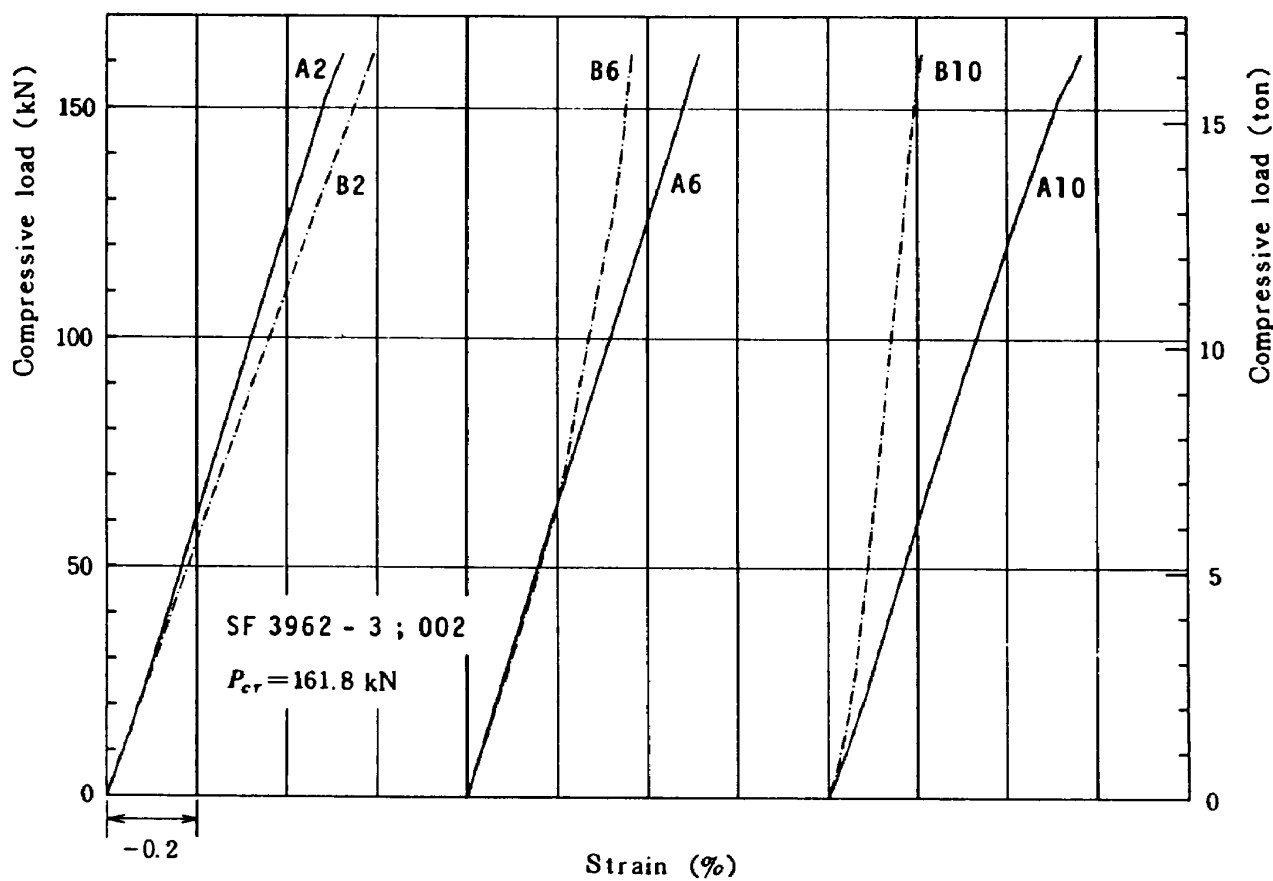


(ii) 供試体番号 002

図 8(a) 荷重-ひずみ曲線, SF 3962-1

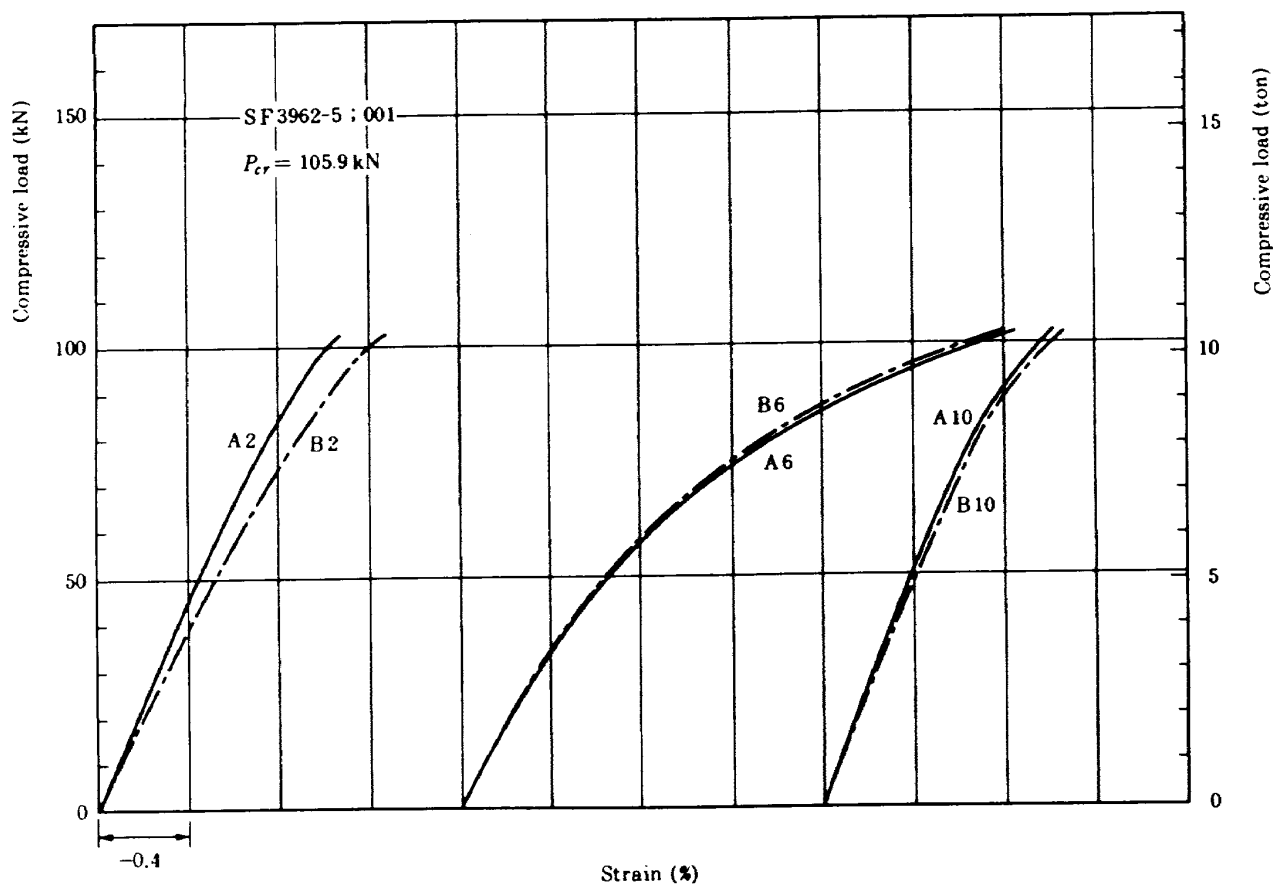


(i) 供試体番号 001

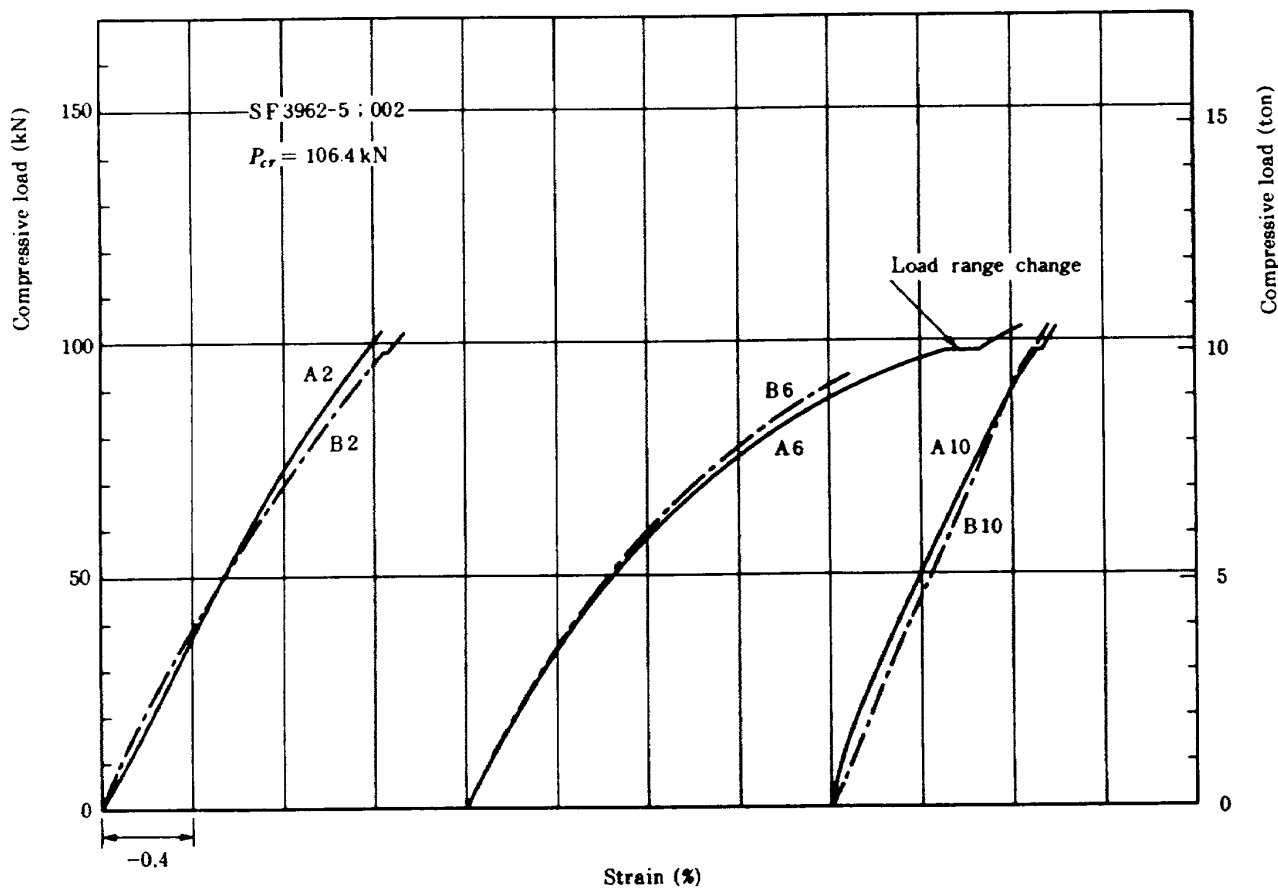


(ii) 供試体番号 002

図 8 (b) 荷重-ひずみ曲線, SF 3962-3



(i) 供試体番号 001



(ii) 供試体番号 002

図 8 (c) 荷重-ひずみ曲線, SF 3962-5

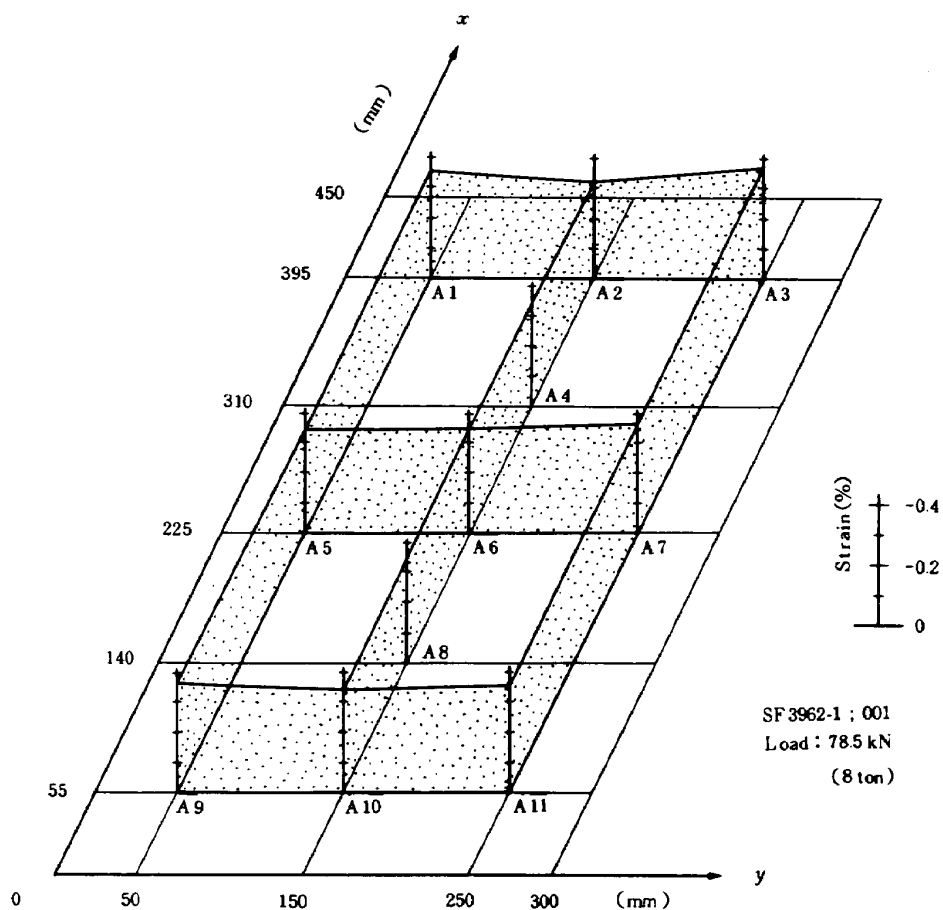


図 9(a) 軸方向ひずみの分布, SF 3962-1; 001

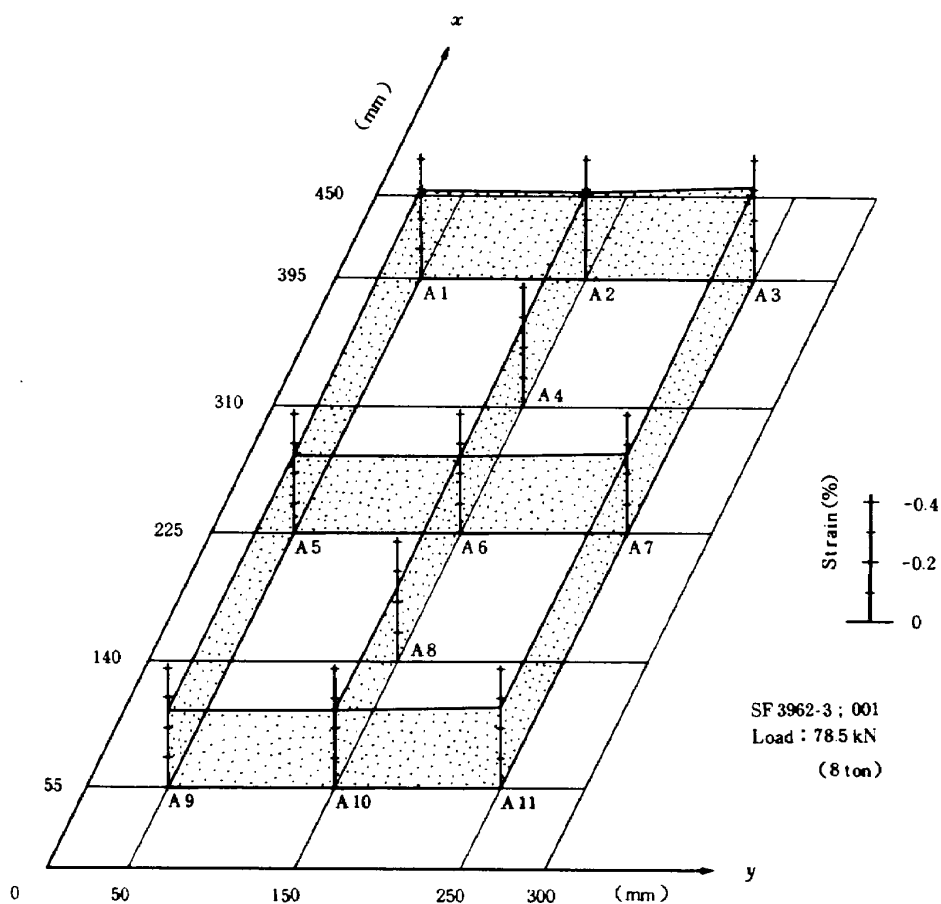


図 9(b) 軸方向ひずみの分布, SF 3962-3; 001

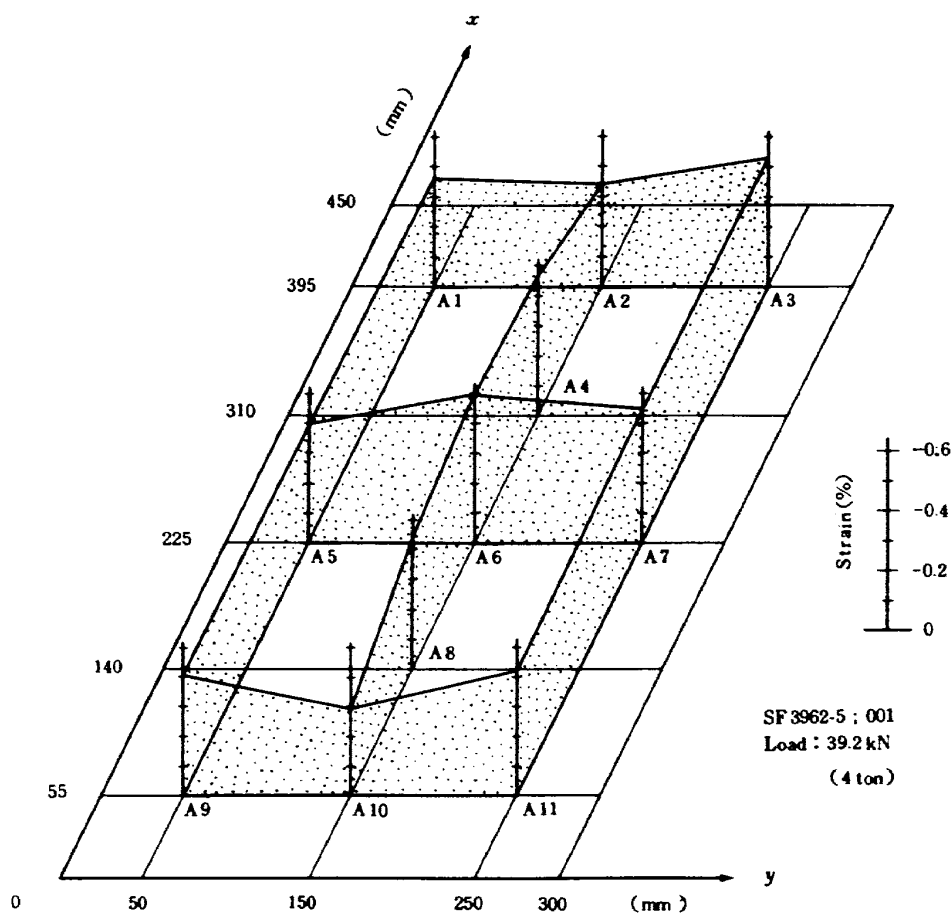
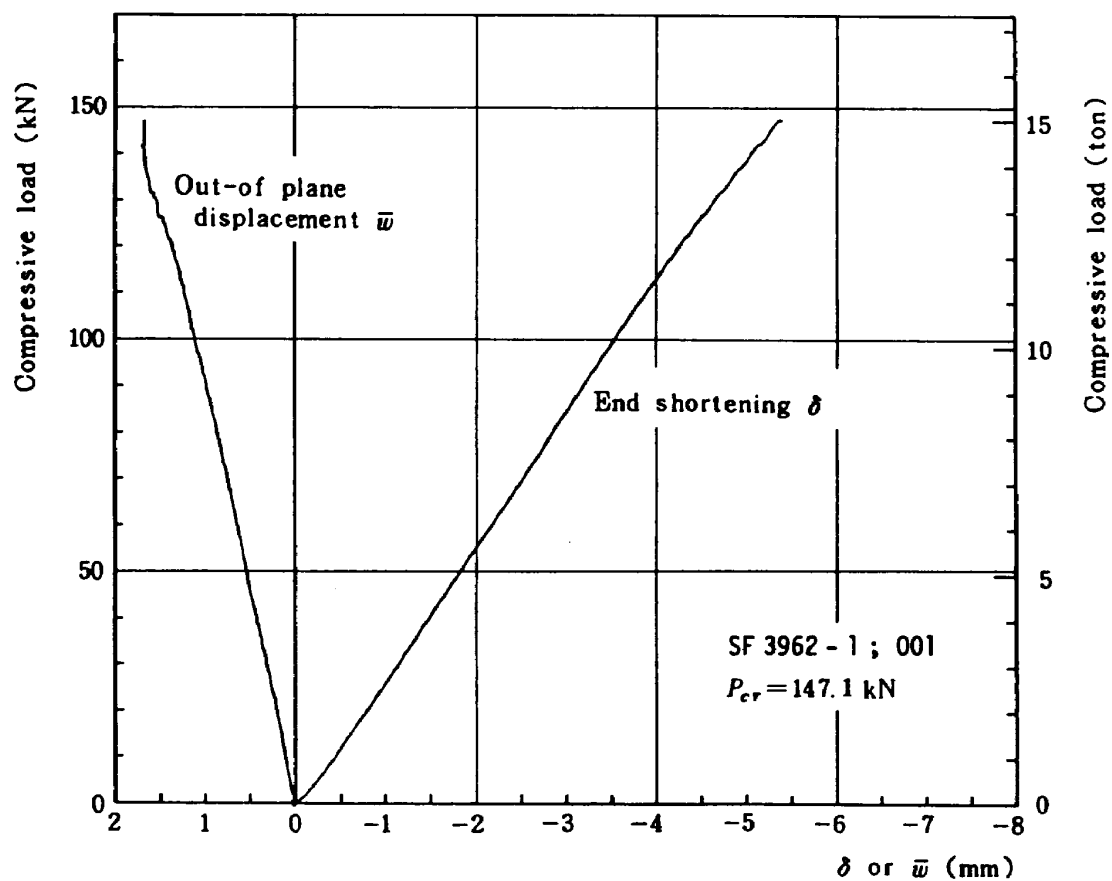


図 9(c) 軸方向ひずみの分布, SF 3962-5; 001

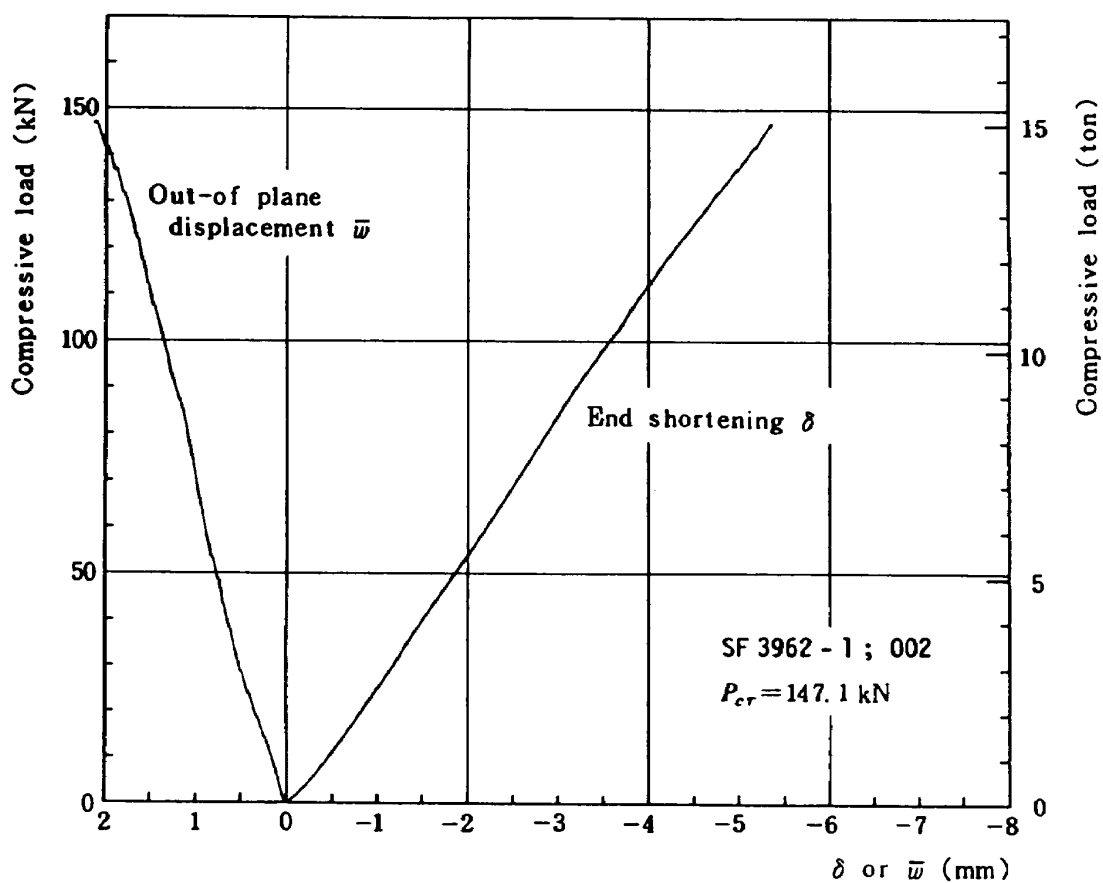
でも見られたことであるが、これらの図から、供試体 SF 3962-5 のひずみ分布の一様性は他の供試体の場合に比較してあまり良くなく、供試体の上端および下端部すなわち荷重辺近傍に沿ってその分布はいずれも中央の A2 および A10 で最小の値を示し、逆に、中心線上 ($x=a/2$) では中央の A6 で最大の値を示していることが、また、この A6 での値は供試体全域での最大のひずみであるということが判る。このひずみ分布の形は、主として圧縮荷に伴う供試体の周方向変位が上下端部付近では端面と荷重圧盤との摩擦のために制限されることに起因するものと考えられ、ポアソン比の影響で面板の繊維配向角が $\pm 45^\circ$ の場合に特に顕著に現われたものと思われる。すなわち、供試体の上下端面に摩擦が働くと、端面近傍の領域はポアソン効果による周方向変位が妨げられて、供試体は左右に弧状に膨らむ変形をする。この変形は、周方向変位が上述のように荷重辺に近い領域では阻止されるため、主に荷重辺の両端から供試体中央に斜めに広がる領域で受けもたれることになる。SF 3962-5 の供試体では左右への膨ら

みが著しいので、図 9(c)に見られるような、この変形を曲型的に表わす特徴的なひずみ分布を呈したものと推察される。供試体 SF 3962-5 が 001 および 002 とともにそのほぼ中央で全体座屈により破壊したのは、このひずみ分布とその破壊様式から、供試体中央部での軸圧縮応力が全体座屈応力値に達し、その部位での面板の繊維配向方向に作用するせん断応力が破壊の主因となったためと考えられる。

表 5 に、各供試体の面材の物性値として、ひずみゲージにより検出されたひずみ（代表ひずみ値として、供試体中央部の表裏における測定結果の平均値を採用）と作用する応力（荷重は表裏 2 枚の面板によってのみ負担されるものと仮定）との関係から算出された材料定数を示す。表中の σ_1 および N は、W. Ramberg と W.R. Osgood⁸⁾ によって応力-ひずみ曲線を表示するために導入されたパラメータである。これらの値は、いずれも供試体番号 001 の試験の結果に基づき計算されたものである。なお、面材 [平織 $0^\circ/90^\circ$]₄ と [平織 $\pm 45^\circ$]₄ との弾性定数間には、満たさねばならない諸関係式⁹⁾があるが、表 5 の各

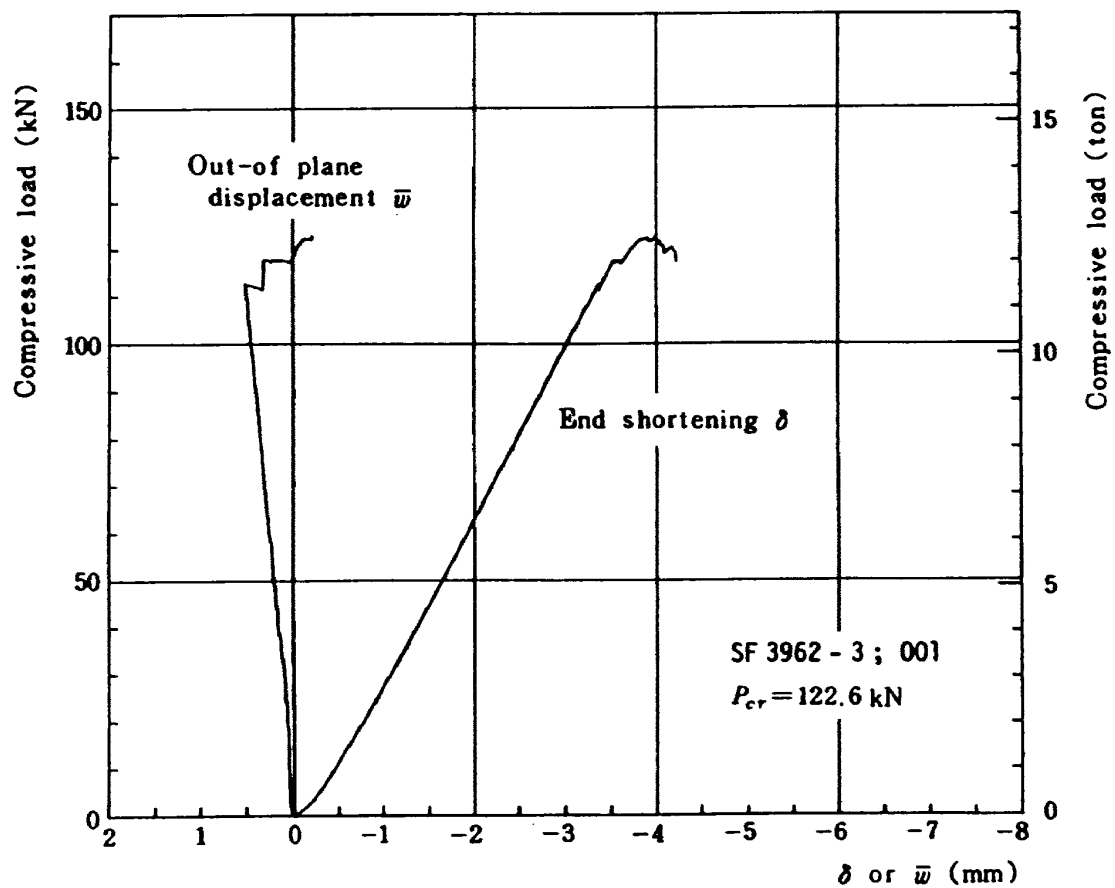


(i) 供試体番号 001

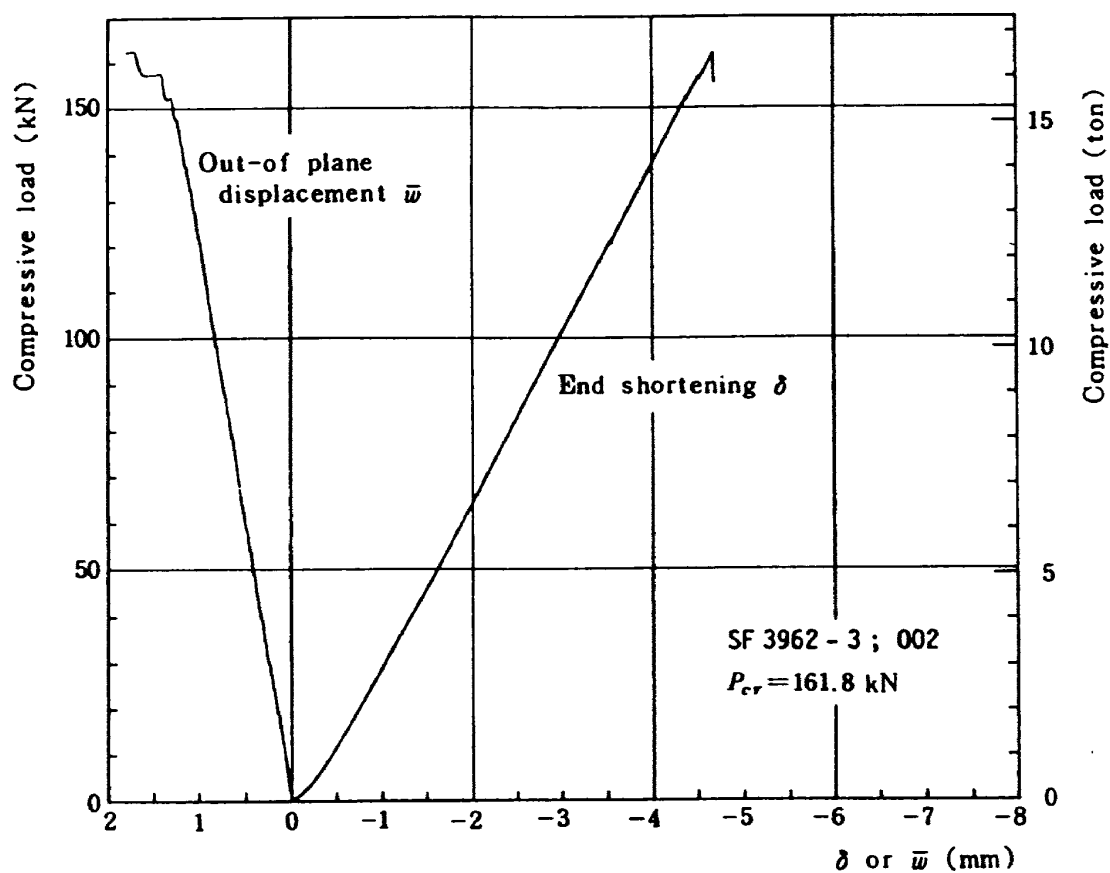


(ii) 供試体番号 002

図 10 (a) 荷重 - (端末縮み, 面外変位) 曲線, SF 3962-1

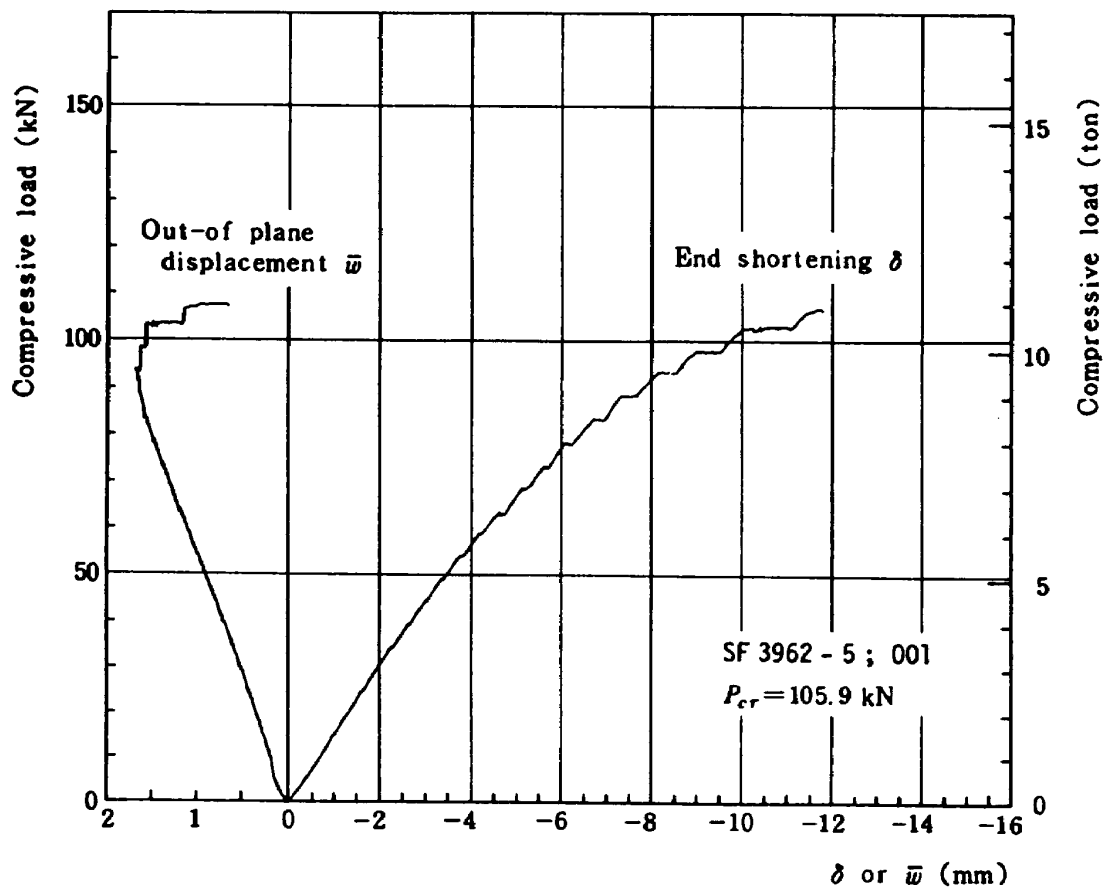


(i) 供試体番号 001

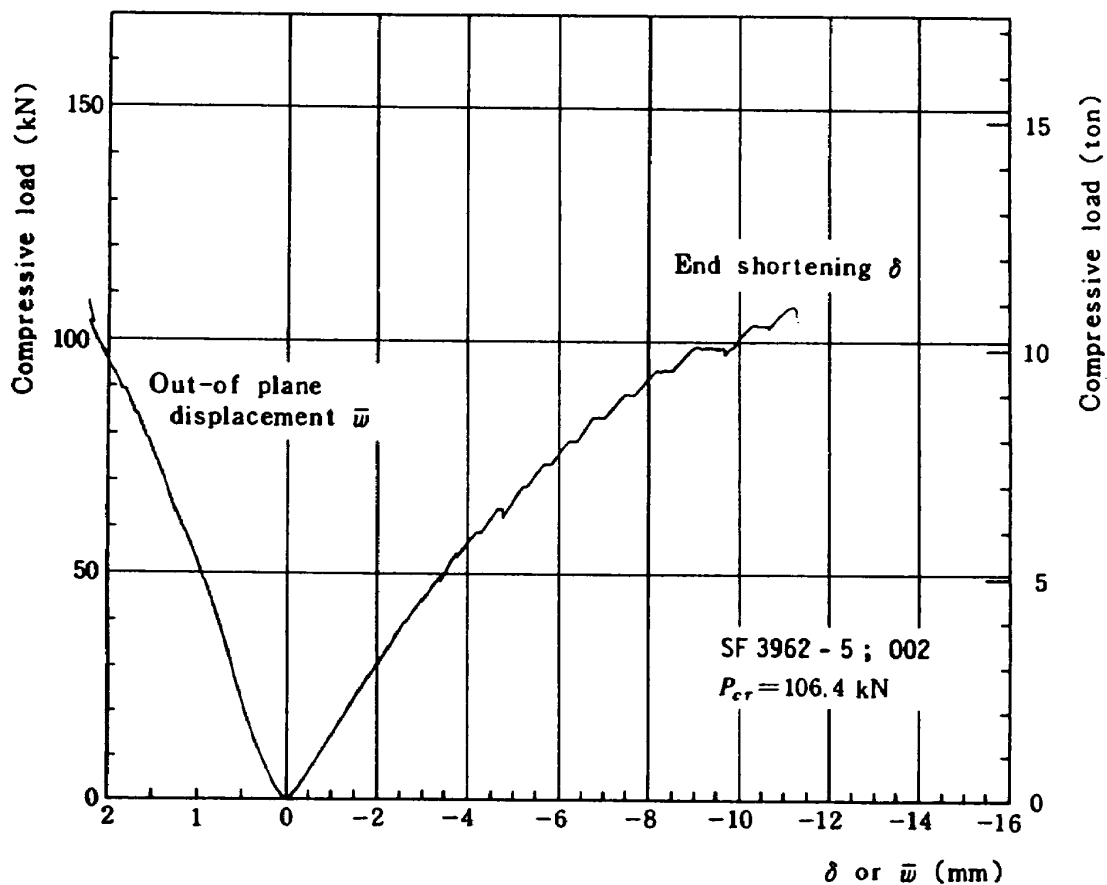


(ii) 供試体番号 002

図 10 (b) 荷重 - (端末縮み, 面外変位) 曲線, SF 3962-3



(i) 供試体番号 001



(ii) 供試体番号 002

図 10 (c) 荷重- (端末縮み, 面外変位) 曲線, SF 3962-5

表 5 面板の物性値

供 試 体	弾 性 係 数 GPa (kgf/mm ²)		ポアソン比 ν_f	Ramberg-Osgood のパラメータ	
	E_f	G_{fxy}		σ_1 MPa (kgf/mm ²)	N
SF 3962-1 [60°/0°/-60°] _s	46.39 (4730)	17.44 (1778)	0.33	—	—
SF 3962-3 [平織 0°/90°] ₄	63.25 (6450)	5.59 (570)	0.068	—	—
SF 3962-5 [平織 ±45°] ₄	19.91 (2030)	29.62 (3020)	0.78	138.3 (14.1)	3.4

各の値はそれらの諸式の多くを大略満足している。

試験機のカロスヘッド変位および供試体の面外変位と荷重との関係を図 10 に示す。 \bar{w} は曲面板の外向き法線方向の面外変位を表わしている。

なお、取得したデータの有用性を考えて、各供試体の負荷荷重に対するひずみの全測定データを付録として巻末に記載する。

5. 座屈荷重の算定

本報告では、全体座屈、リンクリングおよびセル間座屈の三つの座屈様式に対して、それぞれ以下に示す諸式を用い座屈荷重を算定する。

(1) 全体座屈

M. Stein と J. Mayers¹⁰⁾ は、サンドイッチ曲面板を 1 枚の直交異方性曲面板として取り扱い、横せん断による変形を考慮することによって、周辺単純支持の直交異方性サンドイッチ曲面板の弾性座屈を与える解析解を得ている。ここでは、この Stein らの式を基本的に用いることにする。ただし、この解析式に含まれる弾性定数の評価を容易にするために、通常の単純なサンドイッチ板の曲げ理論で良く用いられる次の仮定を設ける。

(i) コアの剛性は面板のそれに比較して小さく、コアは板厚方向のせん断力のみを受けもつ。

(ii) 面板の板厚はコア厚に比較して非常に薄く、面板自体の曲げ剛性は無視できる。

また、表裏面板は同質、等厚で、軸圧縮力は表裏 2 枚の面板によってのみ負担されるものとし、異方性の主軸を x および y 軸方向にとり、諸弾性定数に添

字 x および y を付して区別すると、Stein と Mayers の式は、 σ_x を曲面板を座屈させるのに必要な軸圧縮応力として、次の形に書くことができる。

$$\sigma_x = \frac{\pi^2 \sqrt{B_x B_y}}{2(1 - \nu_{fx} \nu_{fy}) t_f b^2} K \quad (1)$$

ここに、

$$K = \left\{ \left(\mu + \zeta n^2 \lambda + \frac{\lambda}{V_y} \right) \left(\frac{1}{\zeta} + 2\kappa n^2 \lambda + \zeta n^4 \lambda^2 \right) - n^2 \lambda (\kappa + \zeta n^2 \lambda)^2 \right\} / \lambda \left(\mu + \zeta n^2 \lambda + \frac{\lambda}{V_y} \right) + 4Z^2 \lambda / \pi^4 \left\{ \frac{1}{\zeta} - 2 \left(\nu_{fx} \zeta - \frac{1 - \nu_{fx} \nu_{fy}}{2\mu} \right) n^2 \lambda + \zeta n^4 \lambda^2 \right\} \quad (2)$$

ただし、

$$\left. \begin{aligned} V_y &= \frac{\pi^2 \sqrt{B_x B_y}}{(1 - \nu_{fx} \nu_{fy}) b^2 \Gamma_y} && \text{; (剛性比)} \\ Z &= \frac{b^2}{Rh} \sqrt{1 - \nu_{fx} \nu_{fy}} && \text{; (形状係数)} \\ \lambda &= \left(\frac{a}{mb} \right)^2 \\ \zeta &= \sqrt{\frac{B_y}{B_x}}, \quad \kappa = \nu_{fx} \zeta + 2\mu \\ \mu &= \frac{(1 - \nu_{fx} \nu_{fy}) D_{xy}}{2\sqrt{B_x B_y}} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

そして、 B_x および B_y はサンドイッチ曲面板の梁としての x 面および y 面の単位幅当りの曲げ剛性、 D_{xy} は xy 面内の捩り剛性、 Γ_y は yz 面内の横せん断剛性、 h は表裏面板の中央面間で測られたサンドイッチ板の板厚で、それぞれ次式で与えられる。

$$\left. \begin{aligned} B_x &= \frac{E_{fx} t_f h^2}{2}, \quad B_y = \frac{E_{fy} t_f h^2}{2} \\ D_{xy} &= G_{fxy} t_f h^2, \quad \Gamma_y = G_{cyz} t_c \\ h &= t_c + t_f \end{aligned} \right\} (4)$$

また、 m および n はそれぞれ軸および周方向の座屈半波数である。座屈応力 σ_{cr} は、 m と n との異なった組み合わせに対し最小の σ_x の値として定まる。

上の諸式は、面板が本試験の供試体SF3962-1のように等方性、あるいはSF3962-3およびSF3962-5のように正方晶系直交異方性材料と見做せるときには、それぞれ次のように簡単になる。

(a) 面板が等方性であるとき；

この場合、面板の弾性定数間には次の関係がある。

$$\left. \begin{aligned} E_{fx} &= E_{fy} = E_f, \quad \nu_{fx} = \nu_{fy} = \nu_f \\ G_{fxy} &= \frac{E_f}{2(1+\nu_f)} \end{aligned} \right\} (5)$$

すなわち、独立な弾性定数は、 E_f 、 ν_f および G_{fxy} のうちの二つとなる。当然、次の関係式を得る。

$$B_x = B_y = B, \quad D_{xy} = \frac{B}{1+\nu_f} \quad (6)$$

したがって、座屈限界値を与える式は次の形に書ける。

$$\sigma_x = \frac{\pi^2 B}{2(1-\nu_f^2) t_f b^2} K \quad (7)$$

ここに、

$$\left. \begin{aligned} K &= \frac{(1+n^2 \lambda)^2 (\mu + \lambda / V_y)}{\lambda (\mu + n^2 \lambda + \lambda / V_y)} \\ &+ \frac{4 Z^2 \lambda}{\pi^4 (1+n^2 \lambda)^2} \end{aligned} \right\} (8)$$

ただし、

$$\left. \begin{aligned} V_y &= \frac{\pi^2 B}{(1-\nu_f^2) b^2 \Gamma_y}, \quad Z = \frac{b^2}{R h} \sqrt{1-\nu_f^2} \\ \lambda &= \left(\frac{a}{m b} \right)^2, \quad \mu = \frac{1-\nu_f}{2} \end{aligned} \right\} (9)$$

そして、

$$B = \frac{E_f t_f h^2}{2}, \quad \Gamma_y = G_{cyz} t_c, \quad h = t_c + t_f \quad (10)$$

(b) 面板が正方晶系直交異方性であるとき；

この場合、面板の独立な弾性定数は次の三つである。

$$E_{fx} = E_{fy} = E_f, \quad \nu_{fx} = \nu_{fy} = \nu_f, \quad G_{fxy} \quad (11)$$

したがって、座屈限界値を与える式は次のように書ける。

$$\sigma_x = \frac{\pi^2 B}{2(1-\nu_f^2) t_f b^2} K \quad (12)$$

ここに、

$$\left. \begin{aligned} K &= \left\{ \left(\mu + n^2 \lambda + \frac{\lambda}{V_y} \right) (1 + 2 \kappa n^2 \lambda + n^4 \lambda^2) \right. \\ &\quad \left. - n^2 \lambda (\kappa + n^2 \lambda)^2 \right\} / \lambda \left(\mu + n^2 \lambda + \frac{\lambda}{V_y} \right) \\ &+ \frac{4 Z^2 \lambda}{\pi^4 [1 + 2 \{ \nu_f - (1-\nu_f^2)/2\mu \} n^2 \lambda + n^4 \lambda^2]} \end{aligned} \right\} (13)$$

ただし、

$$\left. \begin{aligned} V_y &= \frac{\pi^2 B}{(1-\nu_f^2) b^2 \Gamma_y}, \quad Z = \frac{b^2}{R h} \sqrt{1-\nu_f^2} \\ \lambda &= \left(\frac{a}{m b} \right)^2, \quad \kappa = \nu_f + \frac{(1-\nu_f^2) D_{xy}}{B} \\ \mu &= \frac{(1-\nu_f^2) D_{xy}}{2B} \end{aligned} \right\} (14)$$

そして、

$$\left. \begin{aligned} B &= \frac{E_f t_f h^2}{2}, \quad D_{xy} = G_{fxy} t_f h^2 \\ \Gamma_y &= G_{cyz} t_c, \quad h = t_c + t_f \end{aligned} \right\} (15)$$

面板の縦弾性係数に低下があるとき、ここでは塑性座屈の解析に対して提案^{11),12)}されている塑性減少係数(plasticity-reduction factor) η を形式的に適用し、 E_f にそれぞれ次の3種類の係数を乗じ、それぞれについての座屈限界値を算出する。その際、面板の振り剛性の低下率は曲げ剛性のそれと同じであるものと仮定し、また、コアの横せん断剛性の低下は無視することにする。

$$\left. \begin{aligned} \eta &= \frac{E_t}{E_f} \\ \eta &= \frac{\sqrt{E_s E_t}}{E_f} && \text{; Gerard の式} \\ \eta &= \frac{E_s}{E_f} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{3}{4} \frac{E_t}{E_s}} \right) && \text{; Stowell の式} \end{aligned} \right\} (16)$$

ここに、 E_s および E_t は、面板のそれぞれ正割弾性

係数および正接弾性係数で, Ramberg と Osgood⁸⁾ にしたがって, 面板の応力-ひずみ曲線を

$$\epsilon_x = \frac{\sigma_x}{E_f} \left\{ 1 + \frac{3}{7} \left(\frac{\sigma_x}{\sigma_1} \right)^{N-1} \right\} \quad (17)$$

と記述するなら, それぞれ次式で与えられることになる。

$$\left. \begin{aligned} \frac{E_s}{E_f} &= \frac{1}{1 + \{ 3(\sigma_x/\sigma_1)^{N-1}/7 \}} \\ \frac{E_t}{E_f} &= \frac{1}{1 + \{ 3N(\sigma_x/\sigma_1)^{N-1}/7 \}} \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

式(17)および(18)における σ_x および ϵ_x は面板に作用する軸方向応力およびそれに対応するひずみである。

(2) リンクリング

等方性面板のサンドイッチ板に対して誘導されているリンクリングに対する限界応力を与える式は, 一主軸方向に圧縮される直交異方性面板のサンドイッチ板に対しても, 対応する面板の縦弾性係数を置換すれば, そのまま適用できる¹³⁾。そこで, ここでは面板が直交異方性をもつサンドイッチ板のリンクリング限界応力を与える式として, 等方性面板のサンドイッチ板に対し安全側の値を与える設計式⁷⁾を参照して, その式中の面板の縦弾性係数 E_f を, 圧縮方向に一致する弾性主軸方向の縦弾性係数 E_{fx} に置き換えた次式を用いる。

$$\sigma_{cr} = 0.43 (E_{fx} E_c G_{c_{xz}})^{1/3} \quad (19)$$

上式は, 面板が等方性あるいは正方晶系直交異方性である場合, 次のように書き換えられる。

(a) 面板が等方性であるとき;

当然, 次の形に書ける。

$$\sigma_{cr} = 0.43 (E_f E_c G_{c_{xz}})^{1/3} \quad (20)$$

(b) 面板が正方晶系直交異方性であるとき;

弾性主軸方向の縦弾性係数は式(11)に表示したように等方性の場合と同形に書けるから, 式(20)と同じ形の次式を得る。

$$\sigma_{cr} = 0.43 (E_f E_c G_{c_{xz}})^{1/3} \quad (21)$$

面板の弾性係数に低下があるときは, 文献7)にしたがい次式に示す塑性減少係数を用い, それを評価する。

$$\eta = \frac{E_s + 3E_t}{4E_f} \quad (22)$$

(3) セル間座屈

山名¹⁴⁾は周辺を単純支持された直交異方性の矩形板が一主軸方向の圧縮を受ける場合の座屈限界応力を求めている。そこで, ハニカムの六角形セルを, それに等価な正方形で置き換えることにすれば, 一つの正方形セルに対する面板の面内圧縮座屈応力, すなわちセル間座屈応力が山名の解の適用によって容易に表示される。この山名の解による表式を等方性面板の場合に適用したとき, すでに, 面板が等方性であるときに提案されている安全側の設計式⁷⁾と, 同一の結果が得られるように, その表式の定数係数 $\pi^2/3$ (≈ 3.29) を 2.28 で置き換えるならば次式を得る。

$$\sigma_{cr} = \frac{2.28}{1 - \nu_{fx} \nu_{fy}} \left\{ \frac{(1 + \nu_{fy}) E_{fx}}{4} + (1 - \nu_{fx} \nu_{fy}) G_{f_{xy}} + \frac{(1 + \nu_{fx}) E_{fy}}{4} \right\} \left(\frac{t_f}{s} \right)^2 \quad (23)$$

ただし, s はハニカムコアのセルサイズである。本報告では, 安全側に立って, 上式を面板が直交異方性の場合のセル間座屈の限界値を与える式として用いることにする。

式(23)は, 面板が等方性あるいは正方晶系直交異方性であるとき, 次のように書き換えられる。

(a) 面板が等方性であるとき;

$$\sigma_{cr} = \frac{2.28 E_f}{1 - \nu_f^2} \left(\frac{t_f}{s} \right)^2 \quad (24)$$

当然のことではあるが, この式は, 文献7)の等方性面板の場合の表式に他ならない。

(b) 面板が正方晶系直交異方性であるとき;

$$\sigma_{cr} = \frac{2.28}{1 - \nu_f^2} \left\{ \frac{(1 + \nu_f) E_f}{2} + (1 - \nu_f^2) G_{f_{xy}} \right\} \left(\frac{t_f}{s} \right)^2 \quad (25)$$

面板の弾性係数に低下があるときは, 文献7)にしたがい次の塑性減少係数を用い, それを評価する。

$$\eta = \frac{2E_t}{E_f + E_t} \quad (26)$$

以上の諸式と, 表1の供試体寸度, 表4のハニカムコアの物性値ならびに表5の本軸圧縮座屈試験により取得された面板の物性値を用いて計算した座屈応力の推定値を試験の結果とともに表6に示す。た

表 6 試験結果と計算値

供 試 体		試 験 結 果		座屈応力計算値 MPa (kgf/mm ²)		
		座 屈 荷 重 P_{cr} kN (ton)	座 屈 応 力 σ_{cr} MPa (kgf/mm ²)	$(\sigma_{cr})_G$	$(\sigma_{cr})_W$	$(\sigma_{cr})_I$
SF 3962-1	001	147.1 (15.0)	309.3 (31.5)	951.6 (97.0)	687.9 (70.2)	1893 (193)
	002	147.1 (15.0)	310.9 (31.7)	947.9 (96.7)		1875 (191)
SF 3962-3	001	122.6 (12.5)	259.5 (26.5)	680.3 (69.4)	762.9 (77.8)	1416 (144)
	002	161.8 (16.5)	339.6 (34.6)	678.0 (69.1)		1437 (147)
SF 3962-5	001	105.9 (10.8)	222.0 (22.6)	177.6 ^{*1)} (18.1)	280.5 (28.6)	350.5 (35.7)
				205.2 ^{*2)} (20.9)		
				230.6 ^{*3)} (23.5)		
	002	106.4 (10.85)	228.0 (23.3)	177.2 ^{*1)} (18.1)		345.3 (35.2)
				204.7 ^{*2)} (20.9)		
				230.0 ^{*3)} (23.5)		

添字 G：全体座屈，W：リンクリング，I：セル間座屈

*1), *2), *3)

$$\text{塑性減少係数 } *1) \quad \eta = \frac{E_t}{E_f}, \quad *2) \quad \eta = \frac{\sqrt{E_s E_t}}{E_f}, \quad *3) \quad \eta = \frac{E_s}{E_f} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{3}{4} \frac{E_t}{E_s}} \right)$$

だし、供試体 SF3962-1 および SF3962-3 に対する計算値は、それらの荷重とひずみとの関係が図 8(a) および(b)の荷重－ひずみ線図に見られるように破壊直前まではほぼ線形であるので、面板の剛性低下を考慮しない弾性座屈解とした。しかし、前項に述べたように、これらの供試体の破壊様式はいずれもその端部近傍における低い応力レベルでのリンクリングによる破壊であり、本来の座屈に到るまでの荷重－ひずみ線図は取得できていない。一方、供試体 SF3962-5 [平織土 45°]₄ に対する解は、図 8(c)の荷重－ひずみ曲線に見られるように、応力とひずみの関係に顕著な非線形性を示しながら全体座屈に到る線図が得られているので、その剛性低下の評価に、前

述の塑性減少係数 η をそのまま形式的に適用して求めたものである。表 6 を見ると、全体座屈，リンクリングおよびセル間座屈のそれぞれの算定値において、供試体 SF3962-1 に対しての最小値はリンクリング応力で 688MPa (70.2kgf/mm²)，SF3962-3 に対してのそれは全体座屈応力で 680MPa (69.3kgf/mm²) である。これらの値は、それぞれの供試体の CFRP 面材に対する一般的に考えられている圧縮破壊強度値に比べ低いとは言えず、逆に、高い値である。このことは、これらの供試体の座屈が面材の応力とひずみの線形関係の領域を超え、剛性の減少する非線形領域で生じる可能性のあることを示唆している。したがって、より精確な座屈応力の推定に

は、これら CFRP 面材の圧縮破壊に到るまでの精密な荷重とひずみとの関係が必要となろう。CFRP が、ある応力を超えて圧縮負荷されると、その剛性の低下から、ひずみに対する応力の増加率が小さくなることについては、例えば、小林、石井および小山^{15),16)}の CFRP 一方向材の軸圧縮強度についての解析的考察と実験による検討がある。それによると、圧縮破壊応力の近く 10 % ないし 20 % のもとでのある荷重から弾性係数 E_L および G_{LT} は急に低下すること、測定例として圧縮破壊強度 $F_L = 958 \text{ MPa}$ (97.7 kgf/mm^2) の試験片では、負荷初期において $E_L = 108.85 \text{ GPa}$ (11100 kgf/mm^2) であった縦弾性係数が、0.008 程度のひずみのもとで $E_L = 81.79 \text{ GPa}$ (8340 kgf/mm^2) と約 25 % 減少したこと、しかも、この傾向はすべての試験片で測定されたことが報告されている。したがって、このような材料非線形性の影響を考慮するならば、供試体 SF3962-1 および SF3962-3 に対する計算結果は、より妥当な値に近づくものと考えられる。そして、これらの供試体面板の材料非線形性は圧縮破壊強度の近くの限られた領域に現われるから、それらの計算の結果はそれぞれの面板材料の圧縮破壊強度近傍ないしそのやや上方の値を示すものと思われる。供試体 SF3962-5 の全体座屈の算定に際して、面板の剛性低下の評価に用いた 3 種類の塑性減少係数は、いずれも試験結果を定量的にかなり良く予測している。特に、Stowell の式を用いた場合がわずかに高目ではあるが本試験結果に非常に良い一致を示すことが判る。

5. 結 言

CFRP ハニカムサンドイッチ構造の圧縮座屈特性を把握し基礎的資料を得ることを目的に、3 種類の積層構成の CFRP 面板と、同一のアルミハニカムコアから成るサンドイッチ曲面板を供試体として軸圧縮座屈試験を行なった。結果を要約すれば以下のようである。

供試体 SF3962-1 [$60^\circ/0^\circ/-60^\circ$]_s および SF3962-3 [平織 $0^\circ/90^\circ$]₄ は、いずれもその上端あるいは下端部付近、すなわち端末処理のため樹脂を充填した領域から少し離れた所での局所曲げによる低い応力レベルでのリンクリング型の破壊であった。した

がって、これらの供試体の座屈荷重は、もしこのような局所的な曲げモーメントの発生がなければ、本試験により得られた値よりも高い値を示すものと考えられる。供試体 SF3962-5 [平織 $\pm 45^\circ$]₄ はほぼ中央部で全体座屈により破壊した。その座屈応力は面材の圧縮破壊強度値に極めて近い値であった。また、供試体 SF3962-1、すなわち、面板が一方向繊維プリプレグによる積層材の供試体では端部破壊箇所、面板に層間剝離が観察された。この面板の層間剝離は、織物積層材面板の供試体 SF3962-3 および SF3962-5 では外見上ほとんど認められなかった。

座屈荷重の算定に際しては、面板を巨視的に、板厚方向に均質な面内等方性あるいは正方晶系直交異方性として取り扱った。荷重とひずみとの関係に顕著な非線形性を示した供試体 SF3962-5 の座屈応力の算定には、塑性減少係数を適用し、その面板の剛性の低下を評価したが、その結果は試験結果と非常に良い一致を示した。供試体 SF3962-1 および SF3962-3 に対する座屈応力の弾性計算の値は、それぞれの面材の圧縮破壊強度値に比べ高い値を示しているが、面板の材料非線形性を考慮に入れた計算を行なえば、より妥当な結果を与えるものと考えられる。そして、これら面板材料の非線形性が圧縮破壊強度近くの狭い領域に現われることを併せ考えるならば、これら供試体の材料構成および形状寸法比においては、それらの計算の結果は各々の面板の圧縮破壊強度近傍ないしそのやや上方の値を与えることになると推測される。

終りに、本試験の供試体の作製に際し、お世話戴いた川崎重工工業部航空機技術本部の坂井義典氏をはじめ宇宙機器設計課（現、宇宙機器室）の関係各位に深謝の意を表します。また、本試験の実施に当り、ひずみデータの自動処理システムを構築し、データ処理に御尽力戴いた当所機体第一部の福永久雄主任研究官に感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 遠藤修司, 野口義男, 大竹邦彦, 小野幸一, 福島幸夫, “H-II ロケット衛星フェアリング構造要素模型 (アルミ面板 / アルミハニカムサンドイッチ曲面板) の軸圧縮座屈試験,”

- 日本航空宇宙学会 第28回構造強度に関する講演会講演集, 昭和61年7月18日, pp. 200-203.
- 2) 航空宇宙技術研究所, 宇宙開発事業団, “共同研究成果報告書 H-II フェアリングに関する研究(中間報告),” 昭和61年8月, pp.47-68.
 - 3) 遠藤修司, 野口義男, 大竹邦彦, 小野幸一, 福島幸夫, “H-II ロケット衛星フェアリング構造要素模型(アルミ面板/アルミハニカムサンドイッチ曲面板)の軸圧縮座屈試験,” 航空宇宙技術研究所資料 TM-563, 1987年1月.
 - 4) 航空宇宙技術研究所, 宇宙開発事業団, “昭和61年度 NAL-NASDA 共同研究 H-II フェアリングに関する研究 昭和61年度報告書,” 昭和62年9月, pp.32-57.
 - 5) 遠藤修司, 野口義男, 大竹邦彦, 小野幸一, 福島幸夫 “CFRP 面板/アルミハニカムサンドイッチ曲面板の軸圧縮座屈試験,” 日本機械学会 第949回講演会=材料力学 講演概要集 (No.870-12), 昭和62年11月19日, pp.117-118.
 - 6) 植村益次, “サンドイッチ構造の安定強度,” 日本機械学会誌, 第71巻, 第593号, 昭和43年6月, pp.712-720.
 - 7) E. H. Baker, L. Kovalevsky and F. L. Rish, “Structural Analysis of Shells,” McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1972.
 - 8) W. Ramberg and W. R. Osgood, “Description of Stress-Strain Curves by Three Parameters,” NACA TN 902, National Advisory Committee for Aeronautics, July 1943.
 - 9) 林 毅, “直交異方性板の弾性係数と剛性に就いて,” 日本航空学会誌, 第8巻, 第79号, 昭和16年11月, pp.1131-1156.
 - 10) M. Stein and J. Mayers, “Compressive Buckling of Simply Supported Curved Plates and Cylinders of Sandwich Construction,” NACA TN 2601, National Advisory Committee for Aeronautics, January 1952.
 - 11) G. Gerard and H. Becker, “Handbook of Structural Stability, part III, Buckling of Curved Plates and Shells,” NACA TN 3783, National Advisory Committee for Aeronautics, August 1957.
 - 12) E. Z. Stowell, “A Unified Theory of Plastic Buckling of Columns and Plates,” NACA TN 1556, National Advisory Committee for Aeronautics, April 1948.
 - 13) C. W. Bert, W. C. Crisman and G. M. Nordby, “Buckling of Cylindrical and Conical Sandwich Shells with Orthotropic Facings,” AIAA J., Vol.7, No.2, 1969, pp. 250-257.
 - 14) M. Yamana, “On the Elastic Stability of Aeroplane Structures,” 東京帝国大学工学部紀要, 第20冊, 第8号, 昭和8年6月, pp. 163-224.
 - 15) 小林繁夫, 石井康夫, 小山一夫, “CFRP 一方向材の圧縮強度についての一考察,” CAS 研究報告(航空宇宙構造及び振動研究委員会研究報告), No.29, 1986年3月, pp.27-38.
 - 16) 小林繁夫, 小山一夫, 石井康夫, “CFRP 一方向材の圧縮強度についての一考察,” 日本航空宇宙学会 第28回構造強度に関する講演会講演集, 昭和61年7月, pp.242-245.

付録 負荷圧縮荷重に対するひずみ実測値 (μ)

荷重 kN (ton)	位置 番号	供試体 SF3962-1				供試体 SF3962-3				供試体 SF3962-5			
		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002	
		A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)
0.00 (0.0)	1	-1	-1	0	0	4	0	-1	0	0	0	1	3
	2	-1	-2	1	0	0	0	0	-2	0	0	1	2
	3	-2	-1	1	1	1	0	-2	-2	0	0	2	1
	4	-1	-1	0	1	-1	0	-1	-2	0	1	1	0
	5	-1	0	0	0	1	-1	-1	0	0	0	1	1
	6	-1	-1	0	-1	1	1	-1	-1	0	1	2	1
	7	-1	-1	0	0	0	1	-1	0	0	0	1	1
	8	-1	-1	1	0	1	0	-1	0	0	0	0	0
	9	-1	-2	0	0	1	1	-1	-1	0	1	0	2
	10	-1	-2	0	1	0	0	-1	0	1	0	2	0
	11	-2	-1	0	0	1	1	-2	-2	0	0	1	2
	C 2	-2	-1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	-1
	C 5	-1	-1	1	-1	0	0	-2	-2	1	0	0	1
	C 6	-1	-1	1	1	0	2	-2	-2	0	0	0	0
	C 7	0	-1	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	1
	C 10	-1	-2	0	0	1	1	-1	-1	1	0	0	0
4.90 (0.5)	1	-277	-259	-289	-198	-169	-124	-208	-191	-512	-430	-443	-413
	2	-211	-215	-276	-192	-204	-145	-186	-166	-524	-515	-569	-400
	3	-213	-280	-242	-272	-198	-197	-225	-221	-511	-559	-573	-386
	4	-178	-198	-179	-188	-193	-161	-168	-159	-573	-565	-473	-457
	5	-213	-228	-163	-178	-160	-158	-118	-120	-447	-429	-441	-427
	6	-166	-193	-164	-197	-150	-161	-155	-164	-522	-507	-479	-473
	7	-195	-202	-250	-275	-136	-139	-166	-182	-484	-476	-478	-461
	8	-141	-187	-136	-191	-122	-152	-172	-184	-387	-458	-441	-486
	9	-227	-189	-208	-214	-118	-172	-169	-115	-426	-644	-385	-679
	10	-172	-137	-169	-158	-136	-125	-222	-164	-293	-371	-209	-507
	11	-162	-244	-242	-400	-108	-131	-152	-191	-369	-537	-300	-672
	C 2	76	72	103	88	7	17	15	16	362	344	368	332
	C 5	73	71	56	54	5	17	8	10	323	303	326	300
	C 6	58	44	59	40	2	26	12	13	406	370	374	309
	C 7	71	56	91	76	9	13	16	9	350	343	365	320
	C 10	27	44	49	69	-17	27	17	30	250	243	259	229

(μ)

荷重 kN (ton)	位置 番号	供試体 SF3962-1				供試体 SF3962-3				供試体 SF3962-5			
		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002	
		A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)
9.81 (1.0)	1	-508	-495	-519	-405	-369	-299	-370	-353	-888	-903	-906	-894
	2	-428	-430	-519	-446	-378	-290	-352	-330	-946	-1019	-1132	-809
	3	-462	-544	-465	-526	-404	-402	-427	-419	-995	-1123	-1087	-797
	4	-377	-408	-371	-381	-363	-311	-321	-304	-1105	-1111	-952	-922
	5	-418	-440	-343	-365	-311	-305	-244	-248	-883	-844	-896	-872
	6	-364	-399	-348	-398	-305	-318	-297	-314	-1048	-1013	-991	-979
	7	-404	-406	-481	-517	-288	-288	-326	-356	-974	-953	-970	-940
	8	-344	-395	-304	-398	-278	-301	-323	-345	-847	-960	-928	-983
	9	-458	-356	-409	-456	-275	-319	-327	-267	-863	-1144	-852	-1189
	10	-404	-327	-343	-387	-327	-258	-392	-284	-652	-765	-456	-955
	11	-374	-446	-459	-723	-279	-273	-346	-411	-832	-1061	-703	-1211
14.71 (1.5)	C 2	144	139	208	189	16	38	27	32	681	653	773	669
	C 5	140	140	121	111	9	33	17	19	637	607	670	615
	C 6	123	106	130	89	4	46	27	25	817	759	785	646
	C 7	139	119	175	147	16	30	33	23	705	694	742	658
	C 10	74	94	122	139	- 27	47	35	56	510	498	470	393
	1	-731	-735	-732	-627	-585	-504	-548	-534	-1272	-1431	-1399	-1422
	2	-637	-646	-754	-703	-566	-450	-532	-518	-1363	-1526	-1662	-1259
	3	-712	-809	-722	-795	-614	-601	-639	-632	-1520	-1729	-1580	-1312
	4	-580	-620	-569	-575	-545	-475	-492	-458	-1664	-1698	-1461	-1426
	5	-624	-650	-533	-560	-480	-468	-390	-397	-1362	-1303	-1382	-1345
	6	-569	-609	-544	-606	-475	-490	-455	-480	-1627	-1572	-1547	-1522
	7	-617	-613	-718	-759	-457	-458	-505	-545	-1515	-1475	-1490	-1441
	8	-555	-614	-487	-614	-448	-470	-489	-518	-1365	-1522	-1467	-1460
	9	-681	-527	-621	-742	-444	-487	-503	-456	-1353	-1672	-1391	-1635
	10	-633	-550	-518	-620	-525	-420	-569	-391	-1039	-1186	-796	-1352
	11	-585	-664	-683	-1027	-464	-445	-559	-646	-1333	-1617	-1128	-1689
	C 2	209	203	302	290	32	61	43	50	996	955	1178	1014
	C 5	211	211	192	170	17	50	30	27	985	944	1035	959
	C 6	193	174	208	141	9	66	43	36	1276	1189	1227	1031
	C 7	209	188	262	220	29	47	51	39	1098	1080	1145	1022
	C 10	133	155	194	205	- 29	67	53	81	776	755	670	562

(μ)

荷重 kN (ton)	位置 番号	供試体 SF3962-1				供試体 SF3962-3				供試体 SF3962-5			
		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002	
		A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)
19.61 (2.0)	1	-938	-972	-934	-845	-775	-684	-706	-690	-1652	-1951	-1903	-1974
	2	-832	-863	-977	-943	-739	-594	-684	-685	-1739	-1984	-2181	-1779
	3	-949	-1064	-966	-1046	-802	-773	-813	-812	-1996	-2262	-2105	-1906
	4	-779	-829	-765	-754	-711	-623	-643	-589	-2194	-2258	-2011	-1975
	5	-825	-856	-721	-751	-635	-620	-524	-535	-1823	-1750	-1903	-1849
	6	-769	-815	-736	-809	-627	-645	-595	-627	-2189	-2119	-2138	-2099
	7	-827	-819	-944	-990	-611	-613	-662	-708	-2028	-1973	-2045	-1973
	8	-757	-828	-669	-826	-602	-626	-638	-669	-1873	-2071	-2046	-1889
	9	-892	-700	-827	-1013	-595	-651	-664	-626	-1833	-2163	-1949	-2054
	10	-849	-768	-688	-852	-697	-583	-721	-471	-1386	-1563	-1185	-1759
	11	-794	-888	-900	-1304	-628	-603	-744	-845	-1817	-2138	-1590	-2175
24.52 (2.5)	C 2	272	263	388	380	43	78	56	64	1278	1223	1587	1404
	C 5	281	279	260	227	26	64	43	35	1328	1277	1427	1334
	C 6	264	238	282	191	16	80	57	47	1735	1616	1700	1455
	C 7	281	254	343	286	40	61	65	52	1482	1455	1573	1416
	C 10	191	212	264	266	-27	82	67	100	1007	970	885	750
	1	-1170	-1243	-1161	-1097	-971	-864	-891	-869	-2122	-2582	-2398	-2516
	2	-1050	-1112	-1224	-1208	-928	-747	-859	-880	-2177	-2513	-2674	-2305
	3	-1209	-1357	-1229	-1319	-1004	-953	-1007	-1013	-2549	-2861	-2635	-2521
	4	-1005	-1071	-986	-944	-888	-782	-815	-736	-2812	-2913	-2568	-2533
	5	-1051	-1091	-941	-973	-803	-787	-682	-696	-2373	-2282	-2423	-2353
	6	-996	-1049	-956	-1038	-791	-812	-758	-798	-2855	-2769	-2729	-2673
24.52 (2.5)	7	-1072	-1059	-1191	-1242	-779	-783	-841	-897	-2636	-2561	-2598	-2503
	8	-988	-1072	-874	-1066	-760	-794	-808	-842	-2485	-2727	-2627	-2305
	9	-1132	-911	-1060	-1299	-764	-852	-846	-822	-2402	-2738	-2505	-2429
	10	-1081	-1012	-876	-1122	-865	-769	-896	-555	-1793	-1997	-1591	-2163
	11	-1033	-1149	-1136	-1596	-800	-770	-954	-1070	-2396	-2741	-2054	-2646
	C 2	344	327	484	482	55	97	71	80	1609	1542	1978	1797
	C 5	360	354	342	295	37	78	57	45	1738	1673	1829	1718
	C 6	346	310	369	247	26	94	74	59	2286	2130	2181	1894
	C 7	364	330	436	361	53	75	85	67	1941	1902	2010	1820
	C 10	252	271	348	332	-19	97	83	119	1267	1207	1111	953

(μ)

荷重 kN (ton)	位置 番号	供試体 SF3962-1				供試体 SF3962-3				供試体 SF3962-5			
		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002	
		A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)
29.42 (3.0)	1	-1376	-1493	-1366	-1332	-1148	-1036	-1054	-1025	-2574	-3171	-2925	-3072
	2	-1242	-1341	-1435	-1442	-1103	-897	-1009	-1051	-2565	-2985	-3181	-2855
	3	-1439	-1627	-1455	-1579	-1191	-1127	-1175	-1191	-3066	-3407	-3207	-3183
	4	-1211	-1295	-1188	-1113	-1056	-934	-970	-863	-3383	-3518	-3168	-3129
	5	-1261	-1307	-1146	-1177	-963	-945	-826	-844	-2881	-2770	-2976	-2882
	6	-1204	-1265	-1156	-1247	-946	-972	-904	-951	-3475	-3375	-3356	-3282
	7	-1295	-1277	-1413	-1469	-938	-943	-1000	-1064	-3196	-3106	-3187	-3067
	8	-1198	-1298	-1064	-1286	-910	-956	-959	-991	-3059	-3337	-3245	-2732
	9	-1352	-1116	-1271	-1551	-928	-1046	-1009	-997	-2928	-3260	-3099	-2761
	10	-1285	-1234	-1043	-1364	-1015	-949	-1046	-623	-2161	-2384	-2018	-2577
	11	-1253	-1388	-1352	-1843	-961	-945	-1136	-1272	-2935	-3290	-2553	-3132
34.32 (3.5)	C 2	406	385	566	562	67	113	85	92	1908	1828	2389	2215
	C 5	432	421	419	356	46	88	72	53	2123	2045	2264	2136
	C 6	423	373	451	297	37	102	90	69	2814	2625	2707	2376
	C 7	442	399	519	427	64	86	101	82	2372	2325	2484	2262
	C 10	308	320	421	386	-9	108	98	136	1495	1414	1352	1174
	1	-1590	-1752	-1578	-1579	-1333	-1215	-1218	-1177	-3088	-3804	-3474	-3631
	2	-1438	-1577	-1647	-1684	-1282	-1057	-1160	-1227	-3007	-3499	-3683	-3411
	3	-1671	-1897	-1684	-1854	-1387	-1313	-1347	-1369	-3679	-4039	-3812	-3864
	4	-1426	-1524	-1401	-1288	-1231	-1096	-1130	-992	-4011	-4169	-3799	-3752
	5	-1476	-1530	-1361	-1395	-1132	-1112	-976	-994	-3437	-3307	-3545	-3431
	6	-1420	-1489	-1372	-1470	-1111	-1140	-1057	-1108	-4158	-4045	-4013	-3919
34.32 (3.5)	7	-1528	-1502	-1646	-1706	-1109	-1116	-1165	-1236	-3812	-3708	-3796	-3652
	8	-1415	-1530	-1268	-1518	-1069	-1127	-1116	-1139	-3696	-4010	-3890	-3158
	9	-1578	-1336	-1494	-1801	-1101	-1257	-1175	-1175	-3517	-3828	-3715	-3036
	10	-1490	-1462	-1229	-1604	-1171	-1142	-1198	-686	-2555	-2792	-2452	-2993
	11	-1479	-1638	-1580	-2082	-1134	-1151	-1321	-1477	-3536	-3887	-3074	-3606
	C 2	473	444	647	641	81	128	100	104	2269	2180	2804	2637
	C 5	512	492	494	420	58	98	86	61	2557	2468	2724	2576
	C 6	504	438	535	351	49	110	108	78	3419	3195	3270	2895
	C 7	523	471	606	496	81	98	118	94	2861	2810	2987	2731
	C 10	365	371	485	432	5	118	112	148	1742	1640	1602	1406

(μ)

荷重 kN (ton)	位置 番号	供試体 SF3962-1				供試体 SF3962-3				供試体 SF3962-5			
		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002	
		A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)
39.23 (4.0)	1	-1802	-2007	-1787	-1827	-1510	-1388	-1385	-1324	-3633	-4428	-4044	-4181
	2	-1631	-1814	-1850	-1924	-1452	-1212	-1315	-1403	-3416	-3997	-4183	-3974
	3	-1896	-2163	-1912	-2126	-1575	-1492	-1517	-1547	-4281	-4635	-4448	-4555
	4	-1640	-1755	-1613	-1458	-1400	-1251	-1292	-1121	-4669	-4856	-4461	-4405
	5	-1693	-1753	-1575	-1609	-1293	-1275	-1131	-1151	-4019	-3870	-4135	-3997
	6	-1638	-1712	-1587	-1693	-1269	-1303	-1210	-1265	-4890	-4762	-4700	-4585
	7	-1758	-1729	-1877	-1989	-1275	-1282	-1330	-1409	-4453	-4335	-4431	-4263
	8	-1634	-1761	-1482	-1751	-1220	-1294	-1271	-1277	-4374	-4723	-4563	-3580
	9	-1805	-1557	-1709	-2039	-1269	-1465	-1343	-1350	-4142	-4421	-4358	-3338
	10	-1694	-1688	-1421	-1824	-1317	-1334	-1351	-749	-2957	-3204	-2900	-3419
	11	-1705	-1884	-1807	-2293	-1298	-1356	-1502	-1677	-4161	-4499	-3620	-4048
44.13 (4.5)	C 2	536	500	724	718	96	145	114	118	2586	2476	3220	3056
	C 5	591	564	572	486	71	109	101	68	3019	2913	3208	3041
	C 6	589	504	620	412	65	118	126	86	4082	3821	3870	3446
	C 7	605	543	690	568	96	109	136	106	3377	3318	3522	3226
	C 10	421	419	536	471	20	130	126	160	1983	1863	1867	1649
	1	-2026	-2277	-1991	-2075	-1702	-1573	-1548	-1462	-4211	-5073	-4650	-4669
	2	-1832	-2064	-2050	-2160	-1635	-1383	-1468	-1577	-3882	-4533	-4700	-4560
	3	-2131	-2441	-2139	-2394	-1774	-1684	-1682	-1722	-5006	-5120	-5134	-5277
	4	-1866	-2001	-1826	-1625	-1585	-1422	-1450	-1246	-5370	-5553	-5174	-5102
	5	-1921	-1987	-1789	-1821	-1468	-1448	-1283	-1304	-4639	-4470	-4760	-4595
	6	-1867	-1948	-1804	-1915	-1446	-1481	-1363	-1420	-5682	-5540	-5438	-5300
44.13 (4.5)	7	-2004	-1966	-2104	-2170	-1455	-1463	-1490	-1577	-5131	-5011	-5111	-4914
	8	-1865	-2007	-1698	-1983	-1387	-1474	-1426	-1401	-5102	-5490	-5277	-4001
	9	-2044	-1793	-1923	-2272	-1448	-1683	-1505	-1518	-4813	-5053	-5043	-3652
	10	-1910	-1925	-1611	-2042	-1480	-1537	-1499	-807	-3373	-3631	-3354	-3848
	11	-1944	-2145	-2034	-2497	-1478	-1571	-1680	-1870	-4840	-5157	-4197	-4482
	C 2	603	556	800	793	112	160	128	131	2984	2854	3661	3499
	C 5	672	636	649	554	85	119	118	76	3529	3403	3736	3546
	C 6	676	571	702	475	82	125	148	94	4843	4519	4534	4053
	C 7	690	617	773	641	112	121	154	120	3946	3882	4107	3767
	C 10	479	465	585	506	34	141	140	171	2243	2102	2145	1906

(μ)

荷重 kN (ton)	位置 番号	供試体 SF3962-1				供試体 SF3962-3				供試体 SF3962-5			
		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002	
		A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)
49.03 (5.0)	1	-2228	-2522	-2193	-2328	-1882	-1748	-1713	-1591	-4808	-5701	-5275	-5066
	2	-2016	-2291	-2247	-2396	-1805	-1542	-1623	-1755	-4386	-5105	-5218	-5156
	3	-2344	-2694	-2366	-2664	-1959	-1864	-1849	-1900	-5692	-5637	-5851	-6015
	4	-2074	-2226	-2038	-1788	-1757	-1583	-1614	-1372	-6062	-6214	-5922	-5838
	5	-2131	-2202	-2006	-2035	-1631	-1611	-1441	-1462	-5252	-5067	-5412	-5218
	6	-2078	-2165	-2022	-2138	-1608	-1647	-1518	-1575	-6464	-6309	-6218	-6053
	7	-2227	-2183	-2333	-2401	-1623	-1631	-1657	-1751	-5801	-5682	-5822	-5595
	8	-2077	-2231	-1916	-2215	-1544	-1644	-1583	-1519	-5820	-6247	-6026	-4397
	9	-2263	-2009	-2140	-2503	-1614	-1883	-1671	-1689	-5473	-5674	-5757	-3997
	10	-2110	-2143	-1800	-2260	-1635	-1727	-1648	-863	-3771	-4037	-3809	-4275
	11	-2162	-2384	-2264	-2699	-1646	-1769	-1861	-2066	-5502	-5801	-4794	-4914
53.94 (5.5)	C 2	662	607	874	869	128	177	142	144	3411	3263	4114	3952
	C 5	746	702	729	621	99	130	136	84	4037	3895	4300	4084
	C 6	755	633	787	538	97	132	168	100	5571	5219	5271	4712
	C 7	769	685	858	715	129	132	172	134	4514	4459	4736	4347
	C 10	529	511	633	538	48	154	154	177	2484	2326	2431	2170
	1	-2445	-2780	-2409	-2604	-2050	-1911	-1883	-1714	-5402	-6344	-5964	-5443
	2	-2210	-2530	-2457	-2652	-1966	-1696	-1782	-1940	-4796	-5600	-5768	-5804
	3	-2568	-2957	-2611	-2955	-2130	-2034	-2024	-2086	-6410	-6069	-6656	-6824
	4	-2293	-2462	-2268	-1962	-1920	-1736	-1784	-1501	-6797	-6911	-6758	-6665
	5	-2351	-2428	-2240	-2268	-1788	-1768	-1605	-1627	-5892	-5697	-6139	-5901
	6	-2300	-2391	-2257	-2379	-1764	-1807	-1680	-1731	-7319	-7151	-7099	-6897
	7	-2463	-2411	-2577	-2648	-1783	-1793	-1828	-1927	-6505	-6391	-6618	-6357
	8	-2303	-2468	-2149	-2460	-1693	-1805	-1748	-1631	-6587	-7035	-6858	-4809
	9	-2494	-2234	-2371	-2741	-1771	-2078	-1845	-1864	-6172	-6329	-6555	-4383
	10	-2321	-2373	-1992	-2483	-1782	-1910	-1807	-920	-4183	-4450	-4303	-4736
	11	-2391	-2634	-2503	-2904	-1807	-1958	-2048	-2266	-6207	-6475	-5455	-5389
	C 2	725	660	951	947	143	193	156	155	3762	3582	4598	4444
	C 5	823	773	809	691	113	140	153	90	4595	4439	4953	4690
	C 6	842	700	873	604	115	139	189	104	6446	6045	6104	5479
	C 7	851	758	944	791	146	144	190	145	5148	5108	5452	5002
	C 10	587	559	682	572	64	166	166	180	2757	2580	2755	2468

(μ)

荷重 kN (ton)	位置 番号	供試体 SF3962-1				供試体 SF3962-3				供試体 SF3962-5			
		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002	
		A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)
58.84 (6.0)	1	-2661	-3037	-2602	-2860	-2224	-2081	-2042	-1813	-6105	-7071	-6682	-5840
	2	-2404	-2770	-2642	-2885	-2136	-1856	-1931	-2113	-5286	-6177	-6326	-6452
	3	-2794	-3221	-2839	-3224	-2308	-2212	-2184	-2260	-7167	-6563	-7504	-7658
	4	-2515	-2700	-2478	-2119	-2093	-1897	-1941	-1621	-7626	-7328	-7644	-7546
	5	-2573	-2657	-2454	-2485	-1953	-1932	-1758	-1779	-6620	-6420	-6904	-6609
	6	-2525	-2622	-2472	-2603	-1928	-1974	-1832	-1867	-8291	-8112	-8040	-7790
	7	-2700	-2643	-2805	-2882	-1953	-1963	-1988	-2091	-7292	-7191	-7457	-7163
	8	-2529	-2705	-2374	-2700	-1851	-1974	-1902	-1727	-7447	-7901	-7726	-5246
	9	-2724	-2461	-2598	-2975	-1935	-2276	-2006	-2024	-6954	-7069	-7392	-4789
	10	-2536	-2604	-2191	-2708	-1942	-2100	-1956	-973	-4617	-4884	-4792	-5190
	11	-2621	-2884	-2749	-3112	-1980	-2154	-2226	-2452	-6991	-7221	-6139	-5885
63.74 (6.5)	C 2	789	712	1027	1024	156	209	172	168	4183	3979	5100	4939
	C 5	902	845	893	765	125	150	170	98	5244	5043	5642	5337
	C 6	927	767	964	675	129	146	210	109	7392	6934	7009	6295
	C 7	936	831	1034	871	160	155	209	158	5827	5779	6245	5720
	C 10	644	607	728	605	78	177	179	185	3020	2830	3084	2772
	1	-2886	-3303	-2810	-3123	-2413	-2266	-2212	-1899	-6832	-7830	-7467	-6311
	2	-2607	-3018	-2845	-3126	-2325	-2031	-2093	-2300	-5749	-6726	-6914	-7137
	3	-3028	-3492	-3075	-3502	-2501	-2409	-2361	-2448	-8063	-7068	-8435	-8563
	4	-2746	-2947	-2704	-2286	-2282	-2075	-2114	-1750	-8544	-8071	-8622	-8514
	5	-2805	-2894	-2682	-2710	-2134	-2111	-1927	-1946	-7417	-7212	-7740	-7367
	6	-2759	-2862	-2703	-2839	-2108	-2160	-1997	-1998	-9405	-9218	-9092	-8775
63.74 (6.5)	7	-2949	-2882	-3043	-3121	-2136	-2151	-2164	-2271	-8165	-8084	-8382	-8048
	8	-2766	-2954	-2609	-2943	-2026	-2159	-2072	-1827	-8404	-8830	-8678	-5730
	9	-2967	-2696	-2831	-3205	-2110	-2493	-2183	-2197	-7828	-7892	-8302	-5209
	10	-2757	-2844	-2404	-2930	-2118	-2307	-2118	-1028	-5060	-5320	-5294	-5655
	11	-2861	-3142	-2991	-3317	-2171	-2363	-2418	-2653	-7866	-8040	-6868	-6409
	C 2	852	766	1103	1095	173	227	189	182	4614	4377	5642	5457
	C 5	990	919	975	837	140	160	190	106	5963	5743	6399	6065
	C 6	1020	836	1053	741	146	155	234	115	8546	8019	8043	7220
	C 7	1023	908	1122	947	178	169	227	171	6624	6597	7089	6487
	C 10	702	658	774	640	93	191	193	189	3322	3118	3419	3073

(μ)

荷重 kN (ton)	位置 番号	供試体 SF3962-						供試体 SF3962-3						供試体 SF3962-5					
		番号 001			番号 002			番号 001			番号 002			番号 001			番号 002		
		A (表)		B (裏)	A (表)		B (裏)	A (表)		B (裏)	A (表)		B (裏)	A (表)		B (裏)	A (表)		B (裏)
		A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)
68.65 (7.0)	1	-3102	-3558	-3006	-3375	-2577	-2429	-2364	-1957	-7631	-8644	-8376	-6824						
	2	-2800	-3255	-3034	-3349	-2486	-2185	-2237	-2467	-6342	-7404	-7548	-7914						
	3	-3253	-3752	-3297	-3767	-2668	-2578	-2517	-2616	-8970	-7580	-9518	-9641						
	4	-2969	-3186	-2918	-2435	-2446	-2228	-2266	-1864	-9500	-8856	-9791	-9654						
	5	-3027	-3120	-2896	-2924	-2292	-2267	-2076	-2095	-8270	-8052	-8723	-8232						
	6	-2984	-3092	-2920	-3060	-2264	-2321	-2145	-2098	-10546	-10344	-10352	-9935						
	7	-3186	-3114	-3267	-3347	-2297	-2313	-2319	-2427	-9076	-9011	-9476	-9086						
	8	-2992	-3190	-2835	-3175	-2175	-2319	-2224	-1915	-9399	-9797	-9792	-6259						
	9	-3199	-2922	-3055	-3422	-2261	-2681	-2339	-2349	-8729	-8762	-9366	-5638						
	10	-2971	-3076	-2607	-3141	-2271	-2486	-2264	-1078	-5513	-5779	-5829	-6145						
	11	-3088	-3389	-3223	-3509	-2335	-2544	-2591	-2830	-8767	-8894	-7691	-6955						
C 2	915	817	1175	1161	184	244	204	193	5157	4872	6273	6067							
C 5	1072	991	1054	907	154	171	208	113	6731	6502	7324	6930							
C 6	1107	904	1138	808	162	161	257	118	9711	9135	9323	8361							
C 7	1109	982	1206	1023	193	180	245	184	7460	7445	8131	7441							
C 10	762	708	818	674	106	203	208	191	3609	3389	3796	3415							
73.55 (7.5)	1	-3328	-3824	-3210	-3641	-2755	-2605	-2528	-2022	-8410	-9444	-9184	-7323						
	2	-3004	-3501	-3230	-3584	-2663	-2351	-2391	-2650	-6819	-7966	-8107	-8555						
	3	-3486	-4020	-3529	-4045	-2848	-2763	-2685	-2798	-9927	-8060	-10454	-10574						
	4	-3200	-3434	-3141	-2585	-2625	-2396	-2432	-1986	-10520	-9679	-10807	-10642						
	5	-3257	-3358	-3121	-3149	-2463	-2438	-2239	-2255	-9171	-8939	-9582	-8973						
	6	-3218	-3333	-3151	-3294	-2434	-2497	-2304	-2195	-11825	-11606	-11459	-10951						
	7	-3433	-3355	-3503	-3585	-2469	-2490	-2488	-2596	-10049	-10003	-10437	-10005						
	8	-3231	-3438	-3074	-3418	-2340	-2494	-2390	-2008	-10480	-10826	-10775	-6767						
	9	-3440	-3160	-3289	-3648	-2424	-2879	-2512	-2514	-9727	-9723	-10321	-5974						
	10	-3195	-3318	-2820	-3364	-2439	-2681	-2424	-1131	-5972	-6238	-6320	-6587						
	11	-3327	-3645	-3465	-3710	-2515	-2736	-2779	-3023	-9751	-9816	-8427	-7446						
C 2	978	871	1252	1231	196	262	219	204	5594	5270	6790	6563							
C 5	1157	1067	1136	980	169	180	226	118	7560	7302	8125	7680							
C 6	1198	974	1229	878	179	168	279	118	11036	10392	10442	9360							
C 7	1197	1061	1296	1100	209	191	264	195	8357	8363	9058	8271							
C 10	824	759	866	710	119	213	219	191	3908	3672	4151	3738							

(μ)

荷重 kN (ton)	位置 番号	供試体 SF3962-1				供試体 SF3962-3				供試体 SF3962-5			
		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002	
		A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)
78.45 (8.0)	1	-3539	-4074	-3419	-3914	-2927	-2772	-2691	-2081	-9349	-10362	-10163	-7890
	2	-3191	-3731	-3431	-3821	-2833	-2510	-2544	-2832	-7445	-8670	-8738	-9274
	3	-3704	-4270	-3770	-4331	-3021	-2937	-2854	-2982	-11008	-8578	-11606	-11683
	4	-3417	-3666	-3369	-2477	-2796	-2556	-2596	-2108	-11670	-10520	-12070	-11855
	5	-3474	-3582	-3352	-3379	-2627	-2603	-2403	-2413	-10174	-9920	-10611	-9821
	6	-3437	-3557	-3386	-3533	-2596	-2664	-2466	-2287	-13249	-13016	-12847	-12203
	7	-3665	-3582	-3744	-3829	-2636	-2660	-2658	-2762	-11126	-11095	-11599	-11105
	8	-3455	-3669	-3318	-3666	-2498	-2659	-2557	-2093	-11669	-11935	-11959	-7300
	9	-3665	-3381	-3531	-3880	-2579	-3069	-2685	-2676	-10815	-10771	-11450	-6065
	10	-3405	-3542	-3038	-3591	-2598	-2866	-2587	-1184	-6435	-6698	-6803	-7010
	11	-3546	-3882	-3716	-3917	-2688	-2918	-2969	-3214	-10811	-10800	-9264	-7972
83.36 (8.5)	C 2	1038	920	1326	1299	209	279	236	214	6177	5825	7382	7126
	C 5	1237	1138	1221	1056	182	191	245	124	8468	8181	9101	8614
	C 6	1287	1042	1324	949	194	174	303	120	12503	11810	11876	10633
	C 7	1282	1134	1388	1180	224	202	284	207	9333	9381	10172	9286
	C 10	882	808	913	747	130	223	231	191	4223	3973	4486	4036
	1	-3771	-4348	-3634	-4200	-3112	-2956	-2843	-2134	-10282	-11304	-11219	-8253
	2	-3398	-3987	-3614	-4076	-3016	-2684	-2684	-2999	-7976	-9313	-9382	-9996
	3	-3945	-4547	-4019	-4628	-3207	-3130	-3009	-3149	-12211	-9111	-12856	-12877
	4	-3658	-3924	-3604	-2626	-2983	-2731	-2750	-2218	-12934	-11395	-13479	-13208
	5	-3713	-3827	-3591	-3617	-2808	-2782	-2554	-2555	-11252	-10965	-11722	-10701
	6	-3681	-3806	-3628	-3778	-2774	-2846	-2612	-2371	-14843	-14590	-14388	-13579
83.36 (8.5)	7	-3920	-3831	-3992	-4082	-2815	-2842	-2812	-2911	-12282	-12271	-12888	-12324
	8	-3702	-3923	-3573	-3923	-2668	-2832	-2712	-2163	-13009	-13129	-13261	-7822
	9	-3915	-3626	-3778	-4117	-2747	-3263	-2846	-2825	-12024	-11970	-12714	-6492
	10	-3637	-3791	-3270	-3826	-2773	-3064	-2736	-1232	-6930	-7188	-7308	-7440
	11	-3780	-4142	-3973	-4128	-2874	-3112	-3144	-3389	-11993	-11943	-10178	-8538
	C 2	1104	974	1401	1364	224	299	250	225	6664	6263	8017	7711
	C 5	1327	1217	1311	1134	197	201	262	132	9475	9160	10170	9631
	C 6	1384	1117	1421	1020	212	183	325	121	14183	13459	13483	12060
	C 7	1376	1215	1484	1264	242	214	304	216	10419	10508	11426	10404
	C 10	945	860	964	786	146	230	243	192	4580	4335	4845	4358

(μ)

荷重 kN (ton)	位置 番号	供試体 SF3962-1				供試体 SF3962-3				供試体 SF3962-5			
		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002	
		A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)
88.26 (9.0)	1	-3973	-4590	-3777	-4461	-3286	-3127	-3009	-2193	-11434	-12442	-12397	-8675
	2	-3581	-4210	-3757	-4299	-3189	-2846	-2840	-3182	-8595	-10022	-10059	-10747
	3	-4159	-4791	-4240	-4885	-3380	-3308	-3179	-3332	-13575	-9699	-14333	-14216
	4	-3869	-4153	-3798	-2756	-3156	-2895	-2918	-2340	-14376	-11926	-15150	-14797
	5	-3925	-4045	-3797	-3820	-2974	-2950	-2718	-2705	-12515	-12173	-12959	-11674
	6	-3895	-4027	-3834	-3989	-2939	-3018	-2775	-2463	-16777	-16491	-16207	-15184
	7	-4148	-4056	-4208	-4302	-2985	-3015	-2984	-3071	-13725	-13723	-14343	-13747
	8	-3922	-4148	-3792	-4142	-2829	-2996	-2882	-2234	-14796	-14597	-14732	-8358
	9	-4136	-3843	-3991	-4319	-2906	-3446	-3021	-2983	-13614	-13629	-14186	-6512
	10	-3840	-4014	-3473	-4027	-2936	-3250	-2901	-1283	-7590	-7870	-7805	-7848
	11	-3951	-4374	-4192	-4310	-3046	-3298	-3336	-3580	-13434	-13424	-11181	-9147
93.16 (9.5)	C 2	1163	1023	1471	1419	234	316	265	234	7258	6829	8669	8324
	C 5	1408	1286	1391	1196	210	210	282	137	10662	10367	11375	10774
	C 6	1472	1181	1509	1079	227	190	350	123	16216	15482	15360	13715
	C 7	1460	1288	1568	1337	256	226	325	226	11822	11993	12868	11707
	C 10	1004	909	1009	822	157	240	255	191	5119	4885	5219	4678
	1	-4207	-4868	-3931	-4767	-3457	-3294	-3178	-2256	-12661	-13666	-13663	-9179
	2	-3787	-4467	-3927	-4565	-3356	-3005	-2997	-3367	-9175	-10702	-10724	-11459
	3	-4403	-5072	-4494	-5185	-3550	-3482	-3353	-3516	-15121	-10303	-15906	-15686
	4	-4111	-4412	-4025	-2911	-3327	-3051	-3089	-2463	-15976	-12654	-16901	-16494
	5	-4165	-4289	-4037	-4058	-3138	-3112	-2885	-2846	-13918	-13511	-14297	-12725
	6	-4138	-4275	-4074	-4234	-3100	-3184	-2939	-2557	-18950	-18620	-18196	-16927
93.16 (9.5)	7	-4404	-4306	-4458	-4558	-3150	-3183	-3157	-3228	-15478	-15453	-16006	-15278
	8	-4172	-4398	-4048	-4398	-2984	-3152	-3055	-2310	-17166	-16401	-16475	-8936
	9	-4387	-4088	-4240	-4555	-3055	-3623	-3200	-3141	-15634	-15550	-15789	-7061
	10	-4072	-4264	-3714	-4263	-3092	-3431	-3071	-1336	-8323	-8637	-8349	-8287
	11	-4163	-4636	-4449	-4521	-3213	-3477	-3529	-3773	-15151	-15112	-12261	-9785
	C 2	1230	1078	1549	1489	247	334	282	244	7794	7327	9344	8948
	C 5	1500	1365	1483	1272	225	221	300	143	11999	11734	12724	12001
	C 6	1572	1255	1609	1149	245	196	374	123	18517	17802	17476	15565
	C 7	1555	1371	1666	1421	273	237	346	238	13466	13740	14483	13184
	C 10	1070	963	1062	863	171	245	267	190	5702	5517	5646	5085

(μ)

荷重 kN (ton)	位置 番号	供試体 SF3962-1				供試体 SF3962-3				供試体 SF3962-5			
		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002	
		A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)
98.07 (10.0)	1	-4429	-5133	-4091	-5053	-3640	-3475	-3339	-2317	-14086	-15110	-15424	-9825
	2	-3984	-4712	-4092	-4799	-3538	-3176	-3147	-3543	-9760	-11435	-11561	-12357
	3	-4633	-5339	-4718	-5458	-3730	-3669	-3516	-3689	-16939	-11053	-18259	-17754
	4	-4340	-4660	-4232	-3050	-3513	-3222	-3252	-2577	-17903	-13468	-19485	-18969
	5	-4395	-4524	-4255	-4275	-3316	-3289	-3046	-2974	-15838	-15261	-16240	-14176
	6	-4371	-4514	-4295	-4459	-3274	-3363	-3096	-2649	-21470	-21097	-21080	—
	7	-4649	-4545	-4688	-4791	-3326	-3363	-3320	-3374	-17444	-17269	-18502	-17542
	8	-4411	-4637	-4282	-4631	-3152	-3318	-3221	-2380	-20234	-18454	-19166	-9746
	9	-4627	-4324	-4465	-4768	-3219	-3809	-3373	-3287	-17783	-17580	-18180	-7895
	10	-4292	-4503	-3930	-4478	-3262	-3621	-3232	-1386	-9199	-9593	-9088	-8878
	11	-4358	-4884	-4679	-4712	-3389	-3664	-3713	-3955	-17259	-17069	-13738	-10400
102.97 (10.5)	C 2	1294	1130	1614	1555	261	352	300	254	8331	7844	10177	9712
	C 5	1587	1439	1567	1343	239	230	319	150	13754	13541	14573	13765
	C 6	1666	1326	1702	1216	262	202	399	125	21180	20545	20514	—
	C 7	1645	1448	1756	1500	288	249	367	248	15343	15780	16960	15112
	C 10	1136	1017	1110	902	184	254	279	188	6441	6343	6230	5659
	1	-4668	-5420	-4284	-5347	-3827	-3658	-3502	-2374	-16222	-17359	-17618	-10328
	2	-4195	-4976	-4296	-5048	-3723	-3351	-3299	-3721	-10697	-12602	-12244	-13294
	3	-4883	-5626	-4957	-5756	-3917	-3861	-3683	-3864	-19633	-11972	-21478	-20362
	4	-4586	-4927	-4463	-3204	-3700	-3394	-3416	-2695	-20759	-14460	-23014	-22291
	5	-4644	-4777	-4491	-4512	-3496	-3468	-3208	-3098	-18282	-17490	-18478	-15809
	6	-4621	-4770	-4534	-4704	-3451	-3544	-3253	-2741	-24560	-24119	-24402	—
102.97 (10.5)	7	-4914	-4805	-4936	-5045	-3505	-3548	-3486	-3516	-20093	-19632	-21729	-20347
	8	-4667	-4894	-4537	-4886	-3319	-3483	-3390	-2454	-24087	-21011	-22657	-10550
	9	-4885	-4580	-4713	-5001	-3382	-4000	-3545	-3433	-20501	-20190	-21145	-8644
	10	-4530	-4765	-4166	-4714	-3435	-3823	-3398	-1435	-10111	-10686	-9889	-9542
	11	-4577	-5156	-4920	-4918	-3574	-3863	-3903	-4143	-19722	-19432	-15453	-11204
	C 2	1365	1185	1686	1627	274	371	315	264	9358	8902	10863	10376
	C 5	1681	1520	1658	1423	255	241	338	155	16102	16049	16683	15828
	C 6	1770	1402	1801	1292	280	209	424	125	24566	24173	23860	—
	C 7	1744	1534	1854	1585	307	261	388	258	18033	18767	20085	17283
	C 10	1207	1076	1163	948	200	261	291	185	7278	7287	6862	6300

(μ)

荷重 kN (ton)	位置 番号	供試体 SF3962-				供試体 SF3962-3				供試体 SF3962-5			
		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002	
		A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)
107.87 (11.0)	1	-4878	-5672	-4498	-5637	-4009	-3834	-3669	-2436				
	2	-4381	-5209	-4485	-5306	-3902	-3518	-3451	-3900				
	3	-5102	-5879	-5202	-6063	-4095	-4046	-3852	-4039				
	4	-4804	-5163	-4698	-3359	-3883	-3559	-3581	-2812				
	5	-4864	-5001	-4733	-4754	-3671	-3645	-3370	-3219				
	6	-4839	-4995	-4780	-4954	-3620	-3723	-3411	-2836				
	7	-5145	-5034	-5187	-5300	-3681	-3727	-3652	-3653				
	8	-4896	-5121	-4795	-5146	-3482	-3644	-3559	-2541				
	9	-5113	-4807	-4966	-5242	-3537	-4186	-3721	-3571				
	10	-4740	-4995	-4409	-4956	-3599	-4018	-3563	-1485				
	11	-4767	-5397	-5139	-5129	-3749	-4052	-4090	-4326				
112.78 (11.5)	C 2	1427	1234	1761	1699	286	390	332	273				
	C 5	1766	1592	1749	1505	269	250	358	159				
	C 6	1863	1467	1901	1369	298	214	448	126				
	C 7	1834	1609	1953	1668	323	269	410	268				
	C 10	1271	1130	1219	996	214	264	301	182				
	1	-5116	-5955	-4695	-5904	-4182	-4000	-3839	-2497				
	2	-4589	-5471	-4675	-5553	-4073	-3677	-3609	-4086				
	3	-5346	-6161	-5425	-6355	-4264	-4218	-4025	-4218				
	4	-5046	-5427	-4919	-3506	-4057	-3717	-3752	-2935				
	5	-5109	-5253	-4963	-4983	-3837	-3810	-3536	-3340				
	6	-5083	-5247	-5011	-5191	-3782	-3891	-3575	-2935				
112.78 (11.5)	7	-5403	-5288	-5426	-5543	-3846	-3899	-3825	-3788				
	8	-5149	-5378	-5042	-5392	-3637	-3794	-3736	-2639				
	9	-5370	-5063	-5196	-5468	-3684	-4360	-3901	-3705				
	10	-4975	-5251	-4638	-5184	-3755	-4200	-3737	-1537				
	11	-4979	-5661	-5376	-5328	-3918	-4231	-4287	-4519				
	C 2	1497	1290	1836	1767	300	408	349	282				
	C 5	1862	1674	1837	1581	284	260	378	164				
	C 6	1966	1543	2000	1441	317	220	476	126				
	C 7	1932	1694	2048	1750	339	282	432	278				
	C 10	1340	1190	1272	1039	229	272	314	179				

(μ)

荷重 kN (ton)	位置 番号	供試体 SF3962-1				供試体 SF3962-				供試体 SF3962-5			
		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002	
		A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)
117.68 (12.0)	1	-5343	-6232	-4908	-6177	-4425	-4237	-4005	-2555				
	2	-4789	-5726	-4873	-5809	-4262	-3936	-3763	-4265				
	3	-5584	-6439	-5656	-6658	-4247	-4264	-4191	-4390				
	4	-5281	-5684	-5150	-3661	-4367	-3919	-3916	-3051				
	5	-5350	-5500	-5197	-5219	-4122	-3994	-3698	-3456				
	6	-5323	-5495	-5255	-5435	-4182	-4090	-3733	-3029				
	7	-5654	-5536	-5672	-5793	-3869	-3857	-3991	-3916				
	8	-5398	-5628	-5298	-5646	-4073	-3994	-3906	-2737				
	9	-5624	-5312	-5435	-5704	-3795	-4618	-4079	-3827				
	10	-5207	-5503	-4879	-5417	-3978	-4685	-3906	-1587				
	11	-5181	-5922	-5628	-5531	-4625	-4091	-4475	-4704				
122.58 (12.5)	C 2	1566	1345	1914	1836	328	464	367	291				
	C 5	1955	1753	1929	1662	271	312	399	171				
	C 6	2067	1617	2100	1514	263	348	502	126				
	C 7	2027	1775	2145	1833	278	381	454	287				
	C 10	1411	1249	1326	1084	353	319	325	176				
	1	-5571	-6508	-5136	-6442	-4953	-4765	-4177	-2617				
	2	-4985	-5979	-5083	-6085	-4488	-4234	-3920	-4453				
	3	-5818	-6714	-5898	-6988	-3987	-4020	-4365	-4564				
	4	-5512	-5940	-5392	-3825	-4679	-4185	-4086	-3173				
	5	-5587	-5739	-5452	-5472	-4788	-4561	-3865	-3573				
	6	-5559	-5736	-5513	-5697	-4547	-4326	-3896	-3128				
122.58 (12.5)	7	-5902	-5779	-5936	-6061	-3460	-3402	-4161	-4046				
	8	-5645	-5876	-5573	-5917	-4394	-4120	-4084	-2839				
	9	-5877	-5561	-5694	-5954	-4560	-5510	-4263	-3945				
	10	-5438	-5757	-5139	-5667	-4301	-4555	-4084	-1639				
	11	-5362	-6184	-5900	-5748	-3555	-2983	-4673	-4896				
	C 2	1635	1398	2002	1916	347	485	382	300				
	C 5	2048	1832	2028	1749	283	422	419	175				
	C 6	2167	1692	2210	1598	204	439	529	124				
	C 7	2122	1857	2251	1925	197	354	477	297				
	C 10	1484	1315	1387	1137	169	443	336	173				

(μ)

荷重 kN (ton)	位置 番号	供試体 SF3962-1				供試体 SF3962-3				供試体 SF3962-5			
		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002	
		A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)
127.49 (13.0)	1	-5806	-6790	-5341	-6688			-4342	-2672				
	2	-5190	-6231	-5269	-6326			-4073	-4630				
	3	-6056	-6973	-6108	-7278			-4530	-4727				
	4	-5742	-6196	-5607	-3970			-4247	-3286				
	5	-5836	-6000	-5677	-5700			-4025	-3681				
	6	-5788	-5980	-5740	-5930			-4049	-3218				
	7	-6141	-6012	-6172	-6300			-4323	-4164				
	8	-5882	-6147	-5815	-6156			-4254	-2935				
	9	-6140	-5819	-5919	-6177			-4439	-4046				
	10	-5717	-6064	-5373	-5890			-4253	-1686				
	11	-5227	-6507	-6140	-5940			-4858	-5075				
132.39 (13.5)	C 2	1703	1452	2077	1984			402	309				
	C 5	2144	1922	2116	1827			440	180				
	C 6	2265	1775	2306	1668			557	125				
	C 7	2216	1930	2346	2004			499	308				
	C 10	1585	1446	1441	1184			347	170				
	1	-6071	-7107	-5589	-6975			-4512	-2731				
	2	-5401	-6503	-5487	-6610			-4227	-4813				
	3	-6285	-7247	-6359	-7629			-4699	-4895				
	4	-5990	-6470	-5857	-4142			-4413	-3405				
	5	-6124	-6293	-5941	-5967			-4189	-3791				
	6	-6045	-6239	-6009	-6203			-4209	-3306				
132.39 (13.5)	7	-6383	-6238	-6446	-6580			-4489	-4286				
	8	-6163	-6450	-6103	-6437			-4428	-3033				
	9	-6420	-6107	-6188	-6437			-4620	-4149				
	10	-6036	-6460	-5652	-6153			-4428	-1737				
	11	-5021	-7007	-6426	-6164			-5051	-5264				
	C 2	1776	1513	2164	2063			418	316				
	C 5	2254	2025	2217	1919			460	182				
	C 6	2372	1866	2420	1754			584	119				
	C 7	2313	2011	2455	2099			522	315				
	C 10	1721	1609	1504	1241			357	165				

(μ)

荷重 kN (ton)	位置 番号	供試体 SF3962-1				供試体 SF3962-3				供試体 SF3962-5			
		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002	
		A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)
137.29 (14.0)	1	-6322	-7402	-5804	-7209			-4687	-2792				
	2	-5603	-6772	-5669	-6866			-4387	-5005				
	3	-6519	-7529	-6566	-7950			-4875	-5067				
	4	-6229	-6737	-6068	-4293			-4585	-3522				
	5	-6387	-6555	-6178	-6207			-4358	-3904				
	6	-6294	-6490	-6246	-6446			-4373	-3381				
	7	-6632	-6480	-6695	-6834			-4663	-4411				
	8	-6437	-6728	-6362	-6687			-4611	-3136				
	9	-6665	-6401	-6413	-6667			-4808	-4250				
	10	-6303	-6790	-5911	-6389			-4611	-1790				
	11	-5111	-7367	-6678	-6361			-5250	-5458				
142.20 (14.5)	C 2	1853	1573	2246	2145			438	324				
	C 5	2355	2116	2311	2000			483	188				
	C 6	2476	1955	2521	1827			616	118				
	C 7	2407	2095	2555	2183			547	327				
	C 10	1827	1720	1565	1295			370	160				
	1	-6607	-7718	-6038	-7451			-4863	-2854				
	2	-5806	-7056	-5850	-7122			-4549	-5195				
	3	-6758	-7818	-6778	-8302			-5052	-5236				
	4	-6488	-7022	-6284	-4449			-4755	-3635				
	5	-6677	-6825	-6422	-6455			-4529	-4019				
	6	-6583	-6758	-6489	-6699			-4537	-3444				
142.20 (14.5)	7	-6877	-6709	-6955	-7099			-4837	-4538				
	8	-6800	-7021	-6636	-6945			-4794	-3239				
	9	-6827	-6795	-6652	-6898			-4997	-4350				
	10	-6623	-7206	-6190	-6633			-4799	-1840				
	11	-5459	-7646	-6943	-6564			-5450	-5654				
	C 2	1930	1640	2326	2224			457	334				
	C 5	2454	2221	2405	2084			506	191				
	C 6	2564	2091	2625	1903			647	112				
	C 7	2481	2195	2661	2272			573	336				
	C 10	1978	1897	1627	1355			381	155				

(μ)

荷重 kN (ton)	位置番号	供試体 SF3962-1				供試体 SF3962-3				供試体 SF3962-5			
		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002	
		A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)
147.10 (15.0)	1	-6977	-8039					-5032	-2912				
	2	-6005	-7365					-4705	-5381				
	3	-6971	-8097					-5223	-5401				
	4	-6770	-7307					-4918	-3741				
	5	-6991	-7106					-4692	-4128				
	6	-6902	-7030					-4695	-3497				
	7	-7107	-6915					-5005	-4658				
	8	-7202	-7318					-4972	-3338				
	9	-7023	-7173					-5179	-4443				
	10	-6964	-7682					-4978	-1891				
	11	-5682	-7716					-5645	-5846				
152.00 (15.5)	C 2	2023	1718					477	340				
	C 5	2557	2336					529	194				
	C 6	2655	2237					680	108				
	C 7	2546	2293					597	347				
	C 10	2156	2088					393	152				
	1							-5202	-2967				
	2							-4864	-5564				
	3							-5391	-5557				
	4							-5081	-3844				
	5							-4853	-4235				
	6							-4848	-3543				
	7							-5168	-4773				
	8							-5145	-3440				
	9							-5362	-4531				
	10							-5163	-1939				
	11							-5819	-6054				
	C 2							495	347				
	C 5							553	197				
	C 6							713	100				
	C 7							624	355				
	C 10							401	151				

(μ)

荷重 kN (ton)	位置番号	供試体 SF3962-1				供試体 SF3962-3				供試体 SF3962-5			
		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002		番号 001		番号 002	
		A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)	A (表)	B (裏)
156.91 (16.0)	1							-5384	-3024				
	2							-5046	-5725				
	3							-5541	-5671				
	4							-5255	-3932				
	5							-5006	-4358				
	6							-4981	-3589				
	7							-5294	-4830				
	8							-5238	-3605				
	9							-5581	-4614				
	10							-5421	-2025				
	11							-5074	-6560				
161.81 (16.5)	C 2							510	353				
	C 5							598	189				
	C 6							803	48				
	C 7							672	324				
	C 10							399	213				
	1							-5593	-3100				
	2							-5249	-5931				
	3							-5741	-5848				
	4							-5457	-4049				
	5							-5191	-4502				
	6							-5148	-3664				
	7							-5480	-4963				
	8							-5391	-3755				
	9							-5814	-4727				
	10							-5663	-2104				
	11							-5011	-6972				
	C 2							532	360				
	C 5							641	179				
	C 6							878	10				
	C 7							719	313				
	C 10							427	226				

航空宇宙技術研究所資料584号

昭和63年3月発行

発行所 航空宇宙技術研究所
東京都調布市深大寺東町7丁目44番地1
電話三鷹(0422) 47-5911(大代表) ㊦182
印刷所 株式会社 東京プレス
東京都板橋区桜川 2 - 27 - 12
