

データベース構築促進及び技術開発に関する報告書

先進複合材料データベース プロトタイプの作成

平成 3 年 3 月

財団法人 データベース振興センター

委託先 財団法人 次世代金属複合材料研究開発協会

本報告書は、日本自転車振興会から競輪収益の一部である機械工業振興資金の補助を受けて作成したものである。

序

データベースは、わが国の情報化の進展上、重要な役割を果たすものと期待されている。今後、データベースの普及により、わが国において健全な高度情報化社会の形成が期待される。さらに海外に対して提供可能なデータベースの整備は、国際的な情報化への貢献および自由な情報流通の確保の観点からも必要である。しかしながら、現在わが国流通しているデータベースの中でわが国独自のものは3割にすぎないのが現状であり、わが国データベースサービスひいてはバランスある情報産業の健全な発展を図るためには、わが国独自のデータベースの構築およびデータベース関連技術の研究開発を協力を促進し、データベースの拡充を図る必要がある。

このような要請に応えるため、(財) データベース振興センターでは日本自転車振興会から機械工業振興資金の交付を受けて、データベースの構築および技術開発について民間企業、団体等に対して委託事業を実施している。委託事業の内容は、社会的、経済的、国際的に重要で、また地域および産業の発展の促進に寄与すると考えられているデータベースの構築とデータベース作成の効率化、流通の促進、利用の円滑化・容易化などに関係したソフトウェア技術・ハードウェア技術である。

本事業の推進に当って、当財団に学識経験者の方々に構成されるデータベース構築・技術開発促進委員会(委員長 山梨学院大学教授 蓼沼良一氏)を設置している。

この「先進複合材料データベース・プロトタイプ作成」は平成2年度のデータベースの構築促進および技術開発促進事業として、当財団が(財)次世代金属・複合材料研究開発協会に対して委託実施した課題の一つである。この成果が、データベースに興味をお持ちの方々や諸分野の皆様方のお役にたてば幸いである。

なお、平成2年度データベースの構築促進および技術開発促進事業で実施した課題は次表のとおりである。

平成 3 年 3 月

財団法人 データベース振興センター

平成2年度 データベース構築促進・技術開発委託課題一覧

分野	課題名	委託先
社会	1 形態学的コメントを含む病理データベースのフィージビリティ調査	(株)エス・ピー・オー
	2 災害情報データベース支援環境の構築	(株)防災都市計画研究所
	3 AV/MARCのための分類索引データベース構築	(株)ダイソメディアサービス
	4 気候情報データベースの構築	(株)エムデーエス雪氷研究所
	5 健康の自己管理と病気予防データベースの構築	(株)コンピュータコンビニエンス
	6 シルバーエイジの実態及び生活に必要な情報のデータベース構築のための調査研究	美崎高齢者福祉互助会美崎生活館
	7 交通事故調査データのデータベース化に関する調査研究	(財) 日本自動車研究所
地域活性化 中小企業振興	8 アジア太平洋交流データベースの課題性の研究	(株)西日本新聞社
	9 戦略商圈レベルに細分化した地域データと分析・提案手法を統合化した企画支援システムデータベースの構築	パラシュート情報開発研究会 札幌凸版印刷(株)
	10 ネットワーク化された地域情報データベースの有効なマネジメントについての調査研究	セントラル開発(株)情報図書館 RUKIT
	11 徳島市中小商業振興データベースの構築	(株)ニューメディア徳島
	12 九州地域の人材情報データベース構築	(財) 九州産業技術センター
海外	13 海外向け国内先端技術分野中堅企業情報英文データベース構築	コムラインインターナショナル(株)
	14 海外規格(ソ連邦国家規格)データベースの整備	日本電子計算(株)
	15 政府開発援助(ODA)に関するデータベースの構築調査	(財) 日本国際協力システム
	16 専門用語データベースシステムの機能に関する調査研究	アイ・エヌ・エス(株)
	17 専門家データベース構築事業	(財) 海外貿易開発協会
技術	18 VAN用データベース管理システムの開発	シャープ(株)
	19 レコードマネジメント用辞書管理システムの開発研究	(株)オフィス総研
	20 建築CAD用拡張可能データベースのプロトタイプ作成	三菱電機(株)
	21 先進複合材料データベース・プロトタイプの作成	(財) 次世代金属・複合材料研究開発協会
	22 マイクロコンピュータのプロγραμμαブル周辺デバイスのデータベース化	(社) 日本システムハウス協会
	23 書誌データベース用ダイナミック・シソーラスの可能性調査と実験	(株)紀伊國屋書店

はしがき

先進複合材料データベース（ACM-DB）構築の目的で、平成元年度に、当データベースに対する国内外の動向調査によって得られたその構築に対する基本的要件と方策にもとずいて、平成2年度においては、まず複合材料構造設計用データベースに必要なファクトデータ収録に関する要件の検討を行い、国際化を指向して、ASTM-DBにならうファクトデータ作成試案を作り、ACM-DB応用ソフトの調査、ファクトデータ抽出、登録システムの設定等関連する作業の体系化を検討・実施し、パーソナルコンピュータ規模のプロトタイプシステムを作成した。

平成3年度には当システムにより、更なる実用化研究とファクトデータの収録量を拡大するプロジェクトの継続が期待できる。

以上の成果は、ACMファクトデータのDBとして、関連技術・産業界に広く活用され、貢献することを信じ、本事業推進のため与えられた（財）データベース振興センターの支援に対し、謝意を表すると共に、前年度に引続き（財）次世代金属・複合材料研究開発協会内に組織された先進複合材料データベース（ACMDB）委員会幹事、専門委員会委員各位の多大の御協力と、関連諸機関の御援助ならびに、当協会事務局の意欲的尽力に対し、深甚の感謝を捧げる次第であります。

終りに、わが国ACM-DB構築のもたらす国内産業技術界ならびに国際的な貢献への意義の愈々高く大なる現状に鑑み、本事業の更なる継続発展とその確立を祈念して止まない。

1991-3-15

ACMDB委員会委員長

林 毅

データベース構築促進及び技術開発に関する報告書

先進複合材料データベース・プロトタイプ の作成

目次

1. 計画概要	
1. 1 計画背景と概要	1
1. 2 実施体制	2
1. 3 実施経過	4
2. 複合材料構造設計用データベースの要件の研究	
2. 1 複合材料構造設計用データベースの要件	5
2. 2 複合材料データベース入力項目例の研究	8
2. 3 平成元年度アンケート結果の解析	21
3. 内外の複合材料構造設計用データベースの研究	
3. 1 研究対象	27
3. 2 COMPACAL: Composite calculation	27
3. 3 CYLAN: Cylinder Analysis	31
3. 4 CEMCAL: Composite Experimental	33
3. 5 HyperComposites	33
3. 6 MECHA-TOOL	34
4. プロトタイプデータベースの構築	
4. 1 プロトタイプ・ファクトデータベース	
4. 1. 1 登録データソース概説	41
4. 1. 2 強化プラスチック	46
(1) ガラス繊維強化樹脂系複合材料 (GFRP)	
(2) 炭素繊維強化樹脂系複合材料 (CFRP)	
4. 1. 3 強化金属	47
(1) 繊維強化金属系複合材料 (FRM)	
(2) 酸化物分散強化合金 (ODS)	
4. 1. 4 強化セラミックス	51
(1) 繊維強化セラミックス系複合材料 (FRC)	
(2) 登録データ	
4. 1. 5 登録・検索システム	55
(1) データの分類と登録様式の設定	
(2) データ登録要領	
(3) データの登録・検索	
4. 2 プロトタイプ・マネジメントシステム	
4. 2. 1 材料特性データベース	57
4. 2. 2 イメージデータベース	73
5. 今後の課題	77

1. 計画概要

1. 1 計画背景と概要

(1) 背景

21世紀に期待される航空、宇宙、エネルギー産業をはじめ、医療、レジャーに及ぶ先端産業に必要な有機、金属及びセラミックスの先進複合材料に係わる国際的ファクトデータベース（ACMDB）の構築を目指し、パーソナル・コンピュータ規模のプロトタイプシステムを作成し、将来の大型化や国際化で予想される課題を抽出する。

先進複合材料データベースの構築は世界各国で試みられているが、未だ本格的な構築が見られない。この種の事業は極めて公益性が高く今後の先端産業の発展に寄与することを意図したものである。

(2) 概要

前年度に調査した先進複合材料データベースに関する理想像と方向性を踏まえ、複合材料構造の発展を勘案して今後の複合材料構造設計用データベースに必要とされる要件と今回収録しようとしているファクトデータに関する要件を検討した。

収録するファクトデータを複合材料構造設計用として国際的ならしめるケースの例としてASTMのE49委員会が作製したデータ識別入力項目試案を用い、国際標準データ識別入力項目試案を作製した。

前年度に行ったアンケートの詳細集計を行い、国内の複合材料の製造者、利用者、研究者の、此の種データベースへのニーズとデータ提供者のシーズを分析し、当該データベース構築の方向性を把握した。

当該データベースシステムの参考として、パソコン用の内外複合材料向け構造設計用アプリケーションソフトを調査した。

先進複合材料の内、繊維強化樹脂系複合材料（FRP）、繊維強化金属系複合材料（FRM）、酸化物分散強化合金（ODS）、強化セラミックス系複合材料（FRC）を主眼に各種資料からファクトデータを抽出した。

上記の抽出データを収録・蓄積・検索を可能とするための登録システムを設定しパソコンで動作するファクトデータベースとして試行した。

又、プロトタイプ・マネージメントシステムの第一歩として繊維強化複合材料の材料特性データベースを構築し、プロトタイプの試行をした。この基本システムはリレーショナル型のdBASEを採用し、周辺プログラムをBASICやC言語を用いて組み上げている。又、将来の知的データベースへの発展を考慮したオブジェクト指向の考えを取り入れている。

上記の各種の研究・試行結果を踏まえて、ファクトデータベースと材料特性プロトタイプ・マネージメントシステムの今後の課題探索を行った。

将来、先進複合材料ファクトデータのミニデータベースとして、先端産業界や関連周辺産業に活用され、構造物の新商品による省エネ化や、海外研究者との情報交換に供用されることにより国際協調への貢献が期待できる。

1. 2 実施体制

前年度に引き続き、(財)次世代金属・複合材料研究開発協会内に先進複合材料データベース(ACMDB)委員会を組織し、計画事業の審査をおこなった。委員会委員一覧表を次頁に記す。

当該委員会の下部に計画実行推進のため、文献専門委員会(前川幹事)とシステム専門委員会を設定した。

委員会・専門委員会事務局は上記の次世代金複協会が担当した。

本事業の実施に当たっては、委員及び専門委員の一部の方々が作業を分担した他、大阪府立大学にプロトタイプ・マネジメントシステムの開発を研究委託した。

平成2年度 先進複合材料データベース (ACMDB) 委員会委員一覧表

委員長	林 毅	東京大学名誉教授	
委員	岩田 修一	東京大学工学部原子力工学科	助 教 授
〃	北村 達人	(社)強化プラスチック協会	専 門 委 員
〃	香山 晃	東京大学工学部材料学科	助 教 授
〃	首藤 俊夫	(株)三菱総合研究所 エンジニアリングシステム室	室 長
〃	谷本 敏夫	湘南工科大学 材料工学科	教 授
〃	中西洋一郎	工業技術院 大阪工業技術試験所	室 長
		複合材料化学研究室	
〃	西 島 敏	金属材料技術研究所損傷機構研究部	部 長
〃	林 龍 一	工業技術院製品科学研究所構成性能部	部 長
〃	藤 原 譲	筑波大学 電子情報工学系	教 授
〃	鮒谷 清司	(財)ファインセラミックスセンター	理 事 待 遇
〃	前川善一郎	京都工芸繊維大学 繊維学部	教 授
〃	三木 光範	大阪府立大学 工学部航空工学科	助 教 授
〃	箕田 芳郎	(財)次世代金属・複合材料研究協会	理 事
〃	牧浦 宏文	(財)大阪科学技術センター	主席調査役
〃	百島 祐忠	(株)コンポジットシステム研究所	取 締 役
専門委員	井上 久弘	大阪府立大学 工学部 機械工学科	講 師
〃	小菅 教行	(財)ファインセラミックスセンター 企画室	室 長
〃	長 峯 朗	(財)次世代金属・複合材料研究開発協会	部 長
〃	北條 正樹	工業技術院製品科学研究所 構成性能部	主任研究官
〃	矢嶋 祐次	日本科学技術情報センター	主任情報員
〃	横山 敦士	京都工芸繊維大学 繊維学部	助 手
〃	吉岡松太郎	工業技術院製品科学研究所応用人間工学部	主任研究官

1.3 実施経過

本事業の委員会実施経過を下記に記す。

日時	開催会議	会議内容
平成2年8月21日	第1回合同会議	
	第1回ACMDB委員会	目的、組織、役割、年間大綱
	第1回専門委員会	文献調査分担討議
9月 8日	第2回文献専門委員会	文献調査方法・抽出方法討議
10月 5日	第3回文献専門委員会	調査文献の選択 データ入力方法・項目の決定 複合材料設計用ソフトのデモ
10月24日	第2回合同会議	
	第2回ACMDB委員会	専門委員会中間報告
	第4回文献専門委員会	委員会方針確認
	第2回システム専門委員会	
11月30日	第5回文献専門委員会	入力データの評価と追加計画 ‘プロタイプ’の構想見直し協議
平成3年3月 8日	第3回合同会議	
	第3回ACMDB委員会	I S O標準化の現状報告 *1)
	第6回文献専門委員会	報告書内容の審議
	第3回システム専門委員会	

*1) 東レ株式会社 A C M技術研究所 所長 松井 醇一氏による

2. 複合材料構造設計用データベースの要件の研究

2. 1 複合材料構造設計用データベースの要件

複合材料構造設計用データベースの構築に際しては、複合材料のファクトデータの特徴を把握する必要があると考えられる。複合材料は2種類以上の材料を組み合わせることによって作られるため、その種類は無限に存在するといえる。実用上はその数はある程度限定されているとはいえ、在来材料に比べその種類数は甚だ多い。また、複数の材料を混合させているためその表記法が問題となり、実際多種類の表記法が存在していると思われる。さらに、材料特性が金属材料に比べて複雑であるため、特性測定のための試験法が多種類存在しているのが現状である。このため、測定値の表記法がまちまちであり、相互の単純な比較が困難な場合が多々存在している。この様に複合材料は材料自身がまだ比較的新しく種々の条件が確定していないため、そのファクトデータの抽出は難しいのが現状であろう。完全なファクトデータを最小の労力で収集するためには、このようなデータ収集のための障害を解決しなければならないが、そのためには複合材料についての広範囲な標準化が行われねばならないことは明らかである。現在、各国の専門機関において、複合材料に関する各種の標準化の試みが活発に行われてきている。複合材料データベース構築に関する作業においても複合材料そのものの標準化の動向を常に考慮した形で進めていくことが肝要であろうと思われる。

そこで本節においては前年度に調査した先進複合材料データベースに関する理想像と方向性を踏まえ、複合材料構造の発展を勘案して今後の複合材料構造設計用データベースに必要とされる要件とさらに今回収録しようとしているファクトデータに関する必要な要件を検討する。

(1) 材料データベース構造に関する基本要項

複合材料構造用データベースに関する基本的な要項としては、材料の歴史が比較的新しく、現在次々に新しい材料が開発されていることが従来の材料と複合材料が大きく異なっている特徴であるため、これらの変更に対して柔軟な構造変更が可能となることが必須条件であろう。

現在材料データベースの開発はすでに各種個別に進んでいる状況にあると言える。その完成度はそれぞれ違った段階にあるとは言え、かなりのデータの蓄積が進んでいる。個々のデータベースの開発はそれぞれ専用のハードウェア・ソフトウェアを使用しているため、データベース間のデータのやり取りを目的とした機能は、全くと言っていいほど考慮されていないのが現状であろう。前述したように複合材料は活発な材料開発が行われており、さまざまな材料が出現してくることを考えると常に新

しい構造のデータベースが必要となってくることは十分に予測され得ることであろう。このため、今後、統一的な材料データベースを考案しその運用を考える場合に、先行データベースに蓄積された材料データをいかにして取り込んでいくかが大きな問題になると考えられる。複合材料の様に多様な項目のファクトデータが存在し、大きなデータベースとなるにしたがい、収容されるべきファクトデータの種類数が膨大となってくる。一方、データ数が増加して行くとファクトデータの種類が増加するが、単一のファクトデータについてみるとそれほどデータ数が増加せずデータ無しのレコードが増加し易い傾向にある。この現象はデータベースとしては非効率であるが総合データベースを目指すためには避けて通れない状況と言える。コンピュータ資源が十分であり、高速検索を行えば総合データベース指向の方針で材料データベースの構築は可能であるが、実用的な材料データベースと言えるかについては疑問である。

より実用的なデータベースのあり方として統一的なデータベースではなく、小規模なデータベースを局在化させ、それぞれが目的を絞った専門的な材料データベースを目指し、しかもおのおのがデータの相互転送をすることができるシステムを構築することが注目されている。また、標準データがそれほど多く存在していない現状では、信頼できるファクトデータをいかにして多量収集できるかに複合材料ファクトデータの価値がかかっている。このため、単独のデータベースのみならず、複数のデータベースのファクトデータを必要とする場合がある。この様に材料データベースにおいては今後データベース間のデータ交換作業が必要となることが予想されている。この際に材料データベース間での互換性の障害が出現してくる。既存のデータベース間のデータの互換性の障害が解消されないと、今後大きなファクトデータベースへの発展が困難となり、既存のデータの活用が不可能となる恐れがある。

このような問題に対しての対応の方法として、データベース間のデータそのものの互換性の確立と平行して、既存データベースの種類や特徴の情報を利用者が収集できるシステムの確立が必要となってくる。そこで、次に、この2側面からの対応策について述べる。

(a) データの互換性

材料データベース間でのファクトデータのやり取りの機能をそれぞれのデータベースソフトウェアにもたせることはデータベースの種類が多様であることから考えて、非効率であり、また、現実の可能性が低い。このため、既存データベース側においては、データの構造をできるだけ公表し、また、検索結果を一定のフォーマットに則ったユニ

バーサルファイルに出力できるような機能を付加することによって対応することが、効率的であると考えられる。

この手法によりデータベース利用者側は、この統一的なフォーマットに従ってデータを加工、リンクでき多数のデータベースのファクトデータが統一的に取り扱えるようになる。

(b) データベースに関する情報

材料データベースの開発がそれぞれ単独に進みつつある現在、各種のデータベースにおいてのその特徴が判別し難くなってきている。今後において、ハードウェア・ソフトウェア双方において、各種開発中のデータベース間での互換性の障害が解消される可能性が低いことを考えると、材料データベースの利用者にとっての問題の一つに、どのデータベースを利用すれば良いかの判断が次第に困難となり、また材料データベース自体の情報を入手することが難しくなることが挙げられる。このため、開発されている材料データベース自体の特徴、能力、データ数等の情報を一括管理して、利用者に提供するデータベースのデータベース化を今後一層充実させて、材料研究者が容易に使用目的にあったデータベースを選択できるシステムを確立すべきである。

(2) 国際化に向けての提言

複合材料のファクトデータベースの国際化に向けては材料自身が国際的に開発が進んでいる現状から、避けては通れない状況にあるといえる。材料の表記法、試験法等の標準化が各国の専門委員会で進んでいることから、データベースに関する国際的標準化の動向を十分反映させた形でデータベース開発が必要となろう。現在、VAMAS、CODATA、ASTM等において複合材料に関する国際的な標準ファクトデータベースの構築作業が進められている。これらの作業内容の流れに沿った形でデータベース開発が必要と考えられる。これらの標準データベースはすべての要項についての検討を行っているため、前述したようにかなり大規模なデータベースになることが予想される。実際これらのデータベースを完全に模倣したようなデータベースを本研究で対象とするデータベースとすることは非効率であると思われる。このためより小規模でしかも国際的な情報交換が可能であるシステムとすることを考慮にいたしたデータベース構築が必要であると考えられる。実際に小規模複合材料用ファクトデータベースの国際化に対しての必要な要項としてはファクトデータの記述言語を英語としておく必要がある。今日まだ自動翻訳が一般化されていない現状では言語の違いがデータの互換性の大きな障害になることが予想されるため、国際的な標準言語である英語による記述が

望まれる。さらにデータベースの構造については国際的な標準データベースとの互換性を考慮に入れ、基本的には標準データベース構造に準拠し細部の相違点はデータ交換の際の変換ソフトウェアを作製することにより対応することが効率的であると考えられる。

2. 2 複合材料データベース入力項目例の研究 (ASTMの事例研究)

複合材料のデータベース構築に関しての標準化に対する努力が各国で行われている。アメリカにおいても各団体において委員会を設置しファクトデータベースに対する標準化が盛んに行われている。米国試験材料学会 (American Society for Testing and Materials : ASTM) においてはファクトデータベースの標準化に向けて E 49 委員会を設置し、ファクトデータベースの入力要項試案を作製しつつある。本事業においても複合材料データベースの国際化に向けての参考資料としてこの委員会が作製したデータ入力項目試案を用い、国際標準データ入力項目試案を作製した。この試案は国際化に向けての要項であるため英語で記載されている。参考とした E 49 委員会の資料としては、下記に示すものを用いている。

材料識別ガイドライン E 49. 01

003-R05 高分子に関する一般ガイドライン

006-R04 複合材料に関する一般ガイドライン

010-R02 強化材・充填材・添加材に関する一般ガイドライン

試験データ記録フォーマット 49E. 02

001-R06 引張試験データ記録フォーマット

002-R04 圧縮試験データ記録フォーマット

009-R03 圧縮試験データ記録フォーマット

010-R03 引張試験データ記録フォーマット

013-R01 剪断試験データ記録フォーマット

これらの資料を参考にし入力項目の試案を作製した。この入力項目試案は階層構造を構成しており、大項目として材料クラスと試験クラスに分かれ、それぞれが

材料クラス└成形クラス

└強化材クラス

└マトリックスクラス

└充填材クラス

└芯材クラス

└前駆体クラス

試験クラス└試験法クラス

└試験片クラス

└試験条件クラス

└試験結果クラス

に分かれている。このサブクラスの下にさらに項目が分かれ、その各々に

入力項目が設定されている。表 2. 2-1 入力項目試案を示す。

表 2. 2-1 の項目はかなり詳細な記述となっているが、一般の文献等から抽出できるファクトデータは限られることが予想される。このため、実際のデータベースにおいてはその性質を考慮し、表記のデータ項目の内のある部分を使用したデータベースを構築するケースが多くなると考えられる。この際、より大きなデータベースシステムでの検索を可能とするため、表記のフォーマットによる記述が必要になるものと思われる。

表 2. 2 - 1 国際標準ファクトデータ入力項目試案

1-0:Material Class	Alphanumeric String
PMC	
MMC	
CMC	
1-1: Fabrication Class	
1-1-1: Fabrication Type	Alphanumeric String
Hand lay up molding	
Resin injection molding	
Injection molding	
Press molding(SMC)	
Press molding(BMC)	
Pultrusion molding	
Extrusion molding	
Filament winding molding	
Autoclave molding	
Vacuum bag molding	
Others(specify)	
1-1-2: Fabrication Equipment	Alphanumeric String
Oven	
Press	
Autoclave	
Filament Winder	
Extruder	
Pultruder	
Injection Molder	
Other (specify)	
1-1-3: Fabrication Stage Conditions	Alphanumeric String
1-1-4: Fabricator	Alphanumeric String
1-1-5: Fabrication Date	Alphanumeric String
1-2: Reinforcement Class	
1-2-1: Subclass	Alphanumeric String
Continuous	
Discontinuous	
Staple	
Milled	
Whisker	
Pulp	
Other (specify)	
1-2-2: Chemical Class	Alphanumeric String
Alamid	
Glass	
Carbon	
Silicon Carbide	
Aluminum Oxide	
Alumiumm	
Boron	
Other (specify)	
1-2-3: Common Name	Alphanumeric String
1-2-4: Additional Name Information	Alphanumeric String
1-2-5: Specification Organization	Alphanumeric String
1-2-6: Specification Number	Alphanumeric String

1-2-7: Specification Version	Alphanumeric String
1-2-8: Specification Designation	Alphanumeric String
1-2-9: Specific Gravity (N/mm ³)	Floating Point
1-2-10: Class Section Type	Alphanumeric String
Circular	
Rectangular	
Oval	
Irregular	
Other (specify)	
1-2-11: Dimension Type	Alphanumeric String
Length	
Width	
Inside Diameter	
Outside Diameter	
Thickness	
Wall Thickness	
Cell Size	
Denier	
Filament Count	
Fiber Yield	
Other (specify)	
1-2-12: Dimension Value	Floating Point
1-2-13: Dimension Distribution Parameter Type	Alphanumeric String
Standard Deviation	
Range(+/-)	
Coefficient of Variation (%)	
Other (specify)	
1-2-14: Dimension distribution parameter Value	Floating Point
1-2-15: Manufacturer	Alphanumeric String
1-2-16: Manufacturer's Identification	Alphanumeric String
1-2-17: Lot number	Alphanumeric String
1-2-18: Manufacture Date	YYMMDD
1-2-19: Process Condition	Alphanumeric String
1-2-20: Surface Treatment	Alphanumeric String
Chemical Oxidation	
Plasma Etching	
Adhesion Promoting	
Sizing	
Anti-corrosion	
Finish Free	
Lubricant	
Release Treatment	
Other (specify)	
1-2-21: Surface Treatment Detail	Alphanumeric String
1-2-22: Sample Form	Alphanumeric String
Tow	
Impregnated Tow Strand	
2D-Fabric	
3D-Fabric	
Mat	
Braid	
Yarn Roving	
Other (specify)	
1-2-23: Preparation Detail	Alphanumeric String

1-2-24:Processor	Alphanumeric String
1-2-25:Additional Information	Alphanumeric String
1-3: Matrix Class	
1-3-1: Subclass	Alphanumeric String
Thermoplastic	
Thermoset Plastic	
Rubber	
Other (specify)	
1-3-2: Chemical Class	Alphanumeric String
Acrylonitrile-Butadiene-Styrene	
Acrylonitrile-Butadiene-Styrene/Chlorinated Polyethylene	
Acrylonitrile-Butadiene-Styrene/Polyamide	
Acrylonitrile-Butadiene-Styrene/Polycarbonate	
Acrylonitrile-Butadiene-Styrene/Poly(vinyl Chloride)	
Acrylonitrile-CPE-Styrene	
Allyl Diglycol Carbonate	
Acrylonitrile-EPDM-Styrene	
Acrylonitrile-Styrene-Acrylate	
Cellulose Acetate	
Cellulose Acetate-Butyrate	
Cellulose Acetate-Propionate	
Cresol Formaldehyde	
Cellulose Nitrate	
Cellulose Propionate	
Chlorinated Polyethylene	
Chlorinated Poly (Vinyl Chloride)	
Chloroprene	
Chlorsulfonated Polyethylene	
Cellulose Triacetate	
Diallyl Phthalate	
Ethylene-Acrylic Acid	
Ethyl Cellulose	
Ethylene-Chlorotrifluoroethylene	
Ethylene-Ethyl Acrylate	
Ethylene-Methyl Acrylate	
Ethylene-Methacrylic Acid	
Epoxy-Epoxy	
Ep Rubber	
Ethylene-Tetrafluoroethylene	
Polyether Urethane Rubber	
Ethylene-Vinyl Acetate	
Perfluoro(Ethylene-Propylene) Copolymer	
Futan-Formaldehyde	
Fluoroelastomer	
Fluorosilicone Rubber	
High Density Polyethylene	
High Impact Polystyrene	
Low Density Polyethylene	
Linear Low Density Polyethylene	
Linear Medium Density Polyethylene	
Medium Density Polyethylene	
Melamine-Formaldehyde	
Polyamide-6	
Polyamide-66	

Polyamide-69
 Polyamide-610
 Polyamide-612
 Polyamide-11
 Polyamide-12
 Poly(Acrylic Acid)
 Polyarylate
 Polyarylether
 Polyamide-Imide
 Polyester Alkyd
 Polyacrylonitrile
 Polyarylsulfone
 Polybutene-1
 Polybutylene Terephthalate
 Polycarbonate
 Polycarbonate/Polybutylene Terephthalate
 Polycarbonate/Styrene-Maleic Anhydride
 Polymonochlorotrifluoroethylene
 Polyetheretherketone
 Polyetherimide
 Polyethersulfone
 Polyethylene Terephthalate
 Polyethylene Terephthalate-Glycol Comonomer
 Phenol Formaldehyde
 Perfluoro (Alkoxy Alkane)
 Phenol Furfural
 Polyimide
 Poly (Methyl Methacrylate)
 Poly (4-Methylpentene-1)
 Polyoxymethylene
 Polyoxymethylene Copolymer
 Polypropylene
 Polypropylene Copolymer
 Polyphthalate Carbonate
 Polyphenylene Ether/High Impact Polystyrene
 Polyphenylene Ether/Polyamide
 Polyphenylene Ether/Polybutylene Terephthalate
 Poly(Phenylene Sulfide)
 Polyester
 Polysulfone
 Polysulfone/ABS
 Polytetrafluoroethylene
 Polyurea
 Polyurethane
 Poly(Vinyl Acetate)
 Poly(Vinyl Alcohol)
 Poly(Vinyl Butyral)
 Poly(Vinyl Chloride)
 Poly(Vinyl Chloride-Acetate)
 Poly(Vinylidene Chloride)
 Poly(Vinylidene Fluoride)
 Poly(Vinyl Fluoride)
 Poly(Vinyl Formal)
 Styrene-Acrylonitrile

Silicone Plastics	
Stylene-Maleic Anhydride	
Stylene-Maleic Anhydride/Acrylonitrile-Butadiene-Styrene)	
Stylene-Methyl Methacrylate	
Polysulfide Rubber	
Thermoplastic Elastomer, Ether-Ester	
Thermoplastic Elastomer, Olefinic	
Thermoplastic Elastomer, Styrenic	
Thermoplastic Polyurethane	
Ultra High Molecular Weight Polyethylene	
Urea-Formaldehyde	
Unsaturated Polyester	
Vinyl Ester	
Other (specify)	
1-3-3: Commercial Name	Alphanumeric String
1-4: Filler Class	
1-4-1: Subclass	Alphanumeric String
Particulate	
Platelet	
Hollow Sphere	
Hollow Cylinder	
Other (specify)	
1-4-2: Chemical Class	Alphanumeric String
Calcium Carbonate	
Kaolin Clay	
Titanium Dioxide	
Mica	
Talc	
Other (specify)	
1-4-3: Common Name	Alphanumeric String
1-4-4: Additional Name Information	Alphanumeric String
1-4-5: Specification Organization	Alphanumeric String
1-4-6: Specification Number	Alphanumeric String
1-4-7: Specification Version	Alphanumeric String
1-4-8: Specification Designation	Alphanumeric String
1-4-9: Specific Gravity (N/mm ³)	Floating Point
1-4-10: Dimension Type	Alphanumeric String
Cell Size	
Other (specify)	
1-4-11: Dimension Value	Floating Point
1-4-12: Dimension Distribution Parameter Type	Alphanumeric String
Standard Deviation	
Range(+/-)	
Coefficient of Variation (%)	
Other (specify)	
1-4-13: Dimension distribution parameter Value	Floating Point
1-4-14: Manufacturer	Alphanumeric String
1-4-15: Manufacturer's Identification	Alphanumeric String
1-4-16: Lot number	Alphanumeric String
1-4-17: Manufacture Date	YYMMDD
1-4-18: Process Condition	Alphanumeric String
1-4-19: Surface Treatment	Alphanumeric String
Chemical Oxidation	
Plasma Etching	

Adhesion Promoting	
Sizing	
Anti-corrosion	
Finish Free	
Lubricant	
Release Treatment	
Other (specify)	
1-4-20:Surface Treatment Detail	Alphanumeric String
1-4-21:Sample Form	Alphanumeric String
Powder Plied Yarn	
Slurry	
Other (specify)	
1-4-22:Preparation Detail	Alphanumeric String
1-4-23:Processor	Alphanumeric String
1-4-24:additional Information	Alphanumeric String
1-5: Core Class	
1-5-1: Subclass	Alphanumeric String
Honeycomb	
Foam	
Other (specify)	
1-5-2: Chemical Class	Alphanumeric String
Glass Reinforced	
Aluminum	
Alamid Reinforced	
Poly Vinyl Chloride	
Balsa Wood	
Other (specify)	
1-5-3: Common Name	Alphanumeric String
1-5-4: Additional Name Information	Alphanumeric String
1-5-5: Specification Organization	Alphanumeric String
1-5-6: Specification Number	Alphanumeric String
1-5-7: Specification Version	Alphanumeric String
1-5-8: Specification Designation	Alphanumeric String
1-5-9: Specific Gravity (N/mm ³)	Floating Point
1-5-10:Class Section Type	Alphanumeric String
Circular	
Rectangular	
Oval	
Irregular	
Other (specify)	
1-5-11:Dimension Type	Alphanumeric String
Length	
Width	
Inside Diameter	
Outside Diameter	
Thickness	
Wall Thickness	
Cell Size	
Denier	
Filament Count	
Fiber Yield	
Other (specify)	
1-5-12:Dimension Value	Floating Point
1-5-13:Dimension Distribution Parameter.Type	Alphanumeric String

Stabdard Deviation	
Range(+/-)	
Coefficient of Variation (%)	
Other (specify)	
1-5-14:Dimension dispribution parameter Value	Floating Point
1-5-15:Manufacturer	Alphanumeric String
1-5-16:Manufacturer's Identification	Alphanumeric String
1-5-17:Lot number	Alphanumeric String
1-5-18:Manufacture Date	YYMMDD
1-5-19:Process Condition	Alphanumeric String
1-5-20:Surface Treatment	Alphanumeric String
Chemical Oxidation	
Plasma Etching	
Adhesion Promoting	
Sizing	
Anti-corrosion	
Finish Free	
Lubricant	
Release Treatment	
Other (specify)	
1-5-21:Surface Treatment Detail	Alphanumeric String
1-5-22:Sample Form	Alphanumeric String
Block	
Other (specify)	
1-5-23:Preparation Detail	Alphanumeric String
1-5-24:Processor	Alphanumeric String
1-5-25:Additional Information	Alphanumeric String
1-6:Precursor Class	
1-6-1: Precursor Type	Alphanumeric String
Prepreg	
Prelam	
Preimpregnated Tow	
BMC	
SMC	
XMC	
Other(specify)	
1-6-2: Precursor Commercial Name	Alphanumeric String
1-6-3: Precursor Manufacture	Alphanumeric String
1-6-4: Precursor Production Date	YYMMDD
1-6-5: Precursor Lot Number	Alphanumeric String
1-6-6: Precirsor Specification Organization	Alphanumeric String
1-6-7: Precursor Specification Number	Alphanumeric String
1-6-8: Precursor Specification Version	Alphanumeric String
1-6-9: Precursor Specification Designation	Alphanumeric String
1-6-10:Precursor Dimension Type	Alphanumeric String
Length	
Outside Diameter	
Width	
Thickness	
Inside Diameter	
Fiber	
Wall Thickness	
Other(specify)	
1-6-11:Precursor Dimension Value (mm)	Floating Point

1-6-12:Precursor Reinforcement Content, by Wt (%)	Floating Point
1-6-13:Precursor Reinforcement Orientation (degree)	Alphanumeric String
1-6-14:Precursor Additional Information	Alphanumeric String
1-6-15:Precursor Reinforcement Areal Weight	Floating Point
1-6-16:Precursor Volatile Content, by Weight (%)	Floating Point
1-6-17:Volatile Content Test Conditions	Alphanumeric String
1-6-18:Precursor Matrix Flow, by Weight (%)	Floating Point
1-6-19:Matrix Flow Test Condition	Alphanumeric String
1-6-20:Precursor Matirx Gel time (sec)	Floating Point
1-6-21:Matrix Gel Time Test Conditions	Alphanumeric String
2-0: Test Method Class	
2-0-1: Type of test	
Tensile	Alphanumeric String
Flexural	
Compression	
Shear	
ILSS	
Other(specify)	
2-0-2: Meterial	Alphanumeric String
2-0-3: Meterial reference number	Alphanumeric String
2-1: Test Method Subclass	
JIS, ASTM, ISO or other applicable	
standard method number	
ISO	
JIS	
ASTM	
BS	
DIN	
NF	
Other(specify)	
3-0: Specimen class	
3-0-1: Type of specimen	Alphanumeric String
3-0-2: Specimen preparation method	Alphanumeric String
Molded	
Machined	
Machined and ground	
Other(specify)	
3-0-3: Preparation condition	Alphanumeric String
3-0-4: Machine used	Alphanumeric String
3-0-5: Cooling condition	Alphanumeric String
3-0-6: Specimen reference number	Alphanumeric String
3-0-7: Referance or source	Alphanumeric String
3-0-8: Inspection method	Alphanumeric String
X-ray	
C-scan	
Other(specify)	
None	
3-0-9: Inspection results	Alphanumeric String
Passed	
Extensive microcracks	
Excessive voids	
Delamination	
3-0-10: Width data	

3-0-10-1:Specimen width - average(mm)	Floating point
3-0-10-2:Specimen width - standard deviation(mm)	Floating point
3-0-11:Thickness data	
3-0-11-1:Specimen thickness - average(mm)	Floating point
3-0-11-2:Specimen thickness - standard deviation(mm)	Floating point
3-0-12:Length data	
3-0-12-1:Specimen length - average(mm)	Floating point
3-0-12-2:Specimen length - standard deviation(mm)	Floating point
3-0-13:Gage length data	
3-0-13-1:Specimen gage length - average(mm)	Floating point
3-0-13-2:Specimen gage length - standard deviation	Floating point
3-0-14:Specimen cross - sectional area(mm**2)	Floating point
3-0-14-1:average	
3-0-14-2:standard deviation	
3-0-15:Tab	
3-0-15-1:Tab material	Alphanumeric String
3-0-15-2:Tab length(mm)	Floating point
3-0-15-3:Tab thickness(mm)	Floating point
3-0-15-4:Tab taper(degrees)	Floating point
3-0-15-5:Tab adhesive	Alphanumeric String
3-0-16:Specimen conditioning method	Alphanumeric String
3-0-16-1:Conditioning temperature(°C)	Floating point
3-0-16-2:Conditioning humidity(%)	Floating point
3-0-16-3:Conditioning time(hours)	Floating point
3-0-16-4:Conditioning environment	Alphanumeric String
3-0-17: Specimen Manufacturer	Alphanumeric String
3-0-18: Specimen Production Date	YYMMDD
4-0 Test condition	
4-0-1: Material	Alphanumeric String
4-0-2: Material reference number	Alphanumeric String
4-0-3: Test condition reference number	Alphanumeric String
4-0-4: Specimen reference number	Alphanumeric String
4-0-5: Test date	YYMMDD
4-0-6: Test engineer	Alphanumeric String
4-0-7: Test facility - laboratory	Alphanumeric String
4-0-8: Test facility - city	Alphanumeric String
4-0-9:Test facility - state	Alphanumeric String
4-0-10:Test facility - country	Alphanumeric String
4-1-1: Test temperature(°C)	Floating point
4-1-2: Test humidity(%)	Floating point
4-1: Test environment	
4-1-1: Test temperature(°C)	Floating point
4-1-2: Test humidity(%)	Floating point
4-1-3: Test atmosphere	Alphanumeric String
vacuum	
air	
argon	
water	
other(specify)	
4-2: Test machine	
4-2-1: Type of grips	Alphanumeric String
Wedge	
Hydraulic	
IITRI	

Celanese	
4 point bend	
4-2-2: Type of fixture	Alphanumeric String
4-2-3: Type of testing machine	Alphanumeric String
4-2-4: Loading rate	Floating point
4-2-5: Loading rate procedure	Alphanumeric String
Strain rate	
Cross-head speed	
4-2-6: Type of strain instrumentation	Alphanumeric String
Strain gage	
Extensometer	
Other(specify)	
4-2-7: Was bending strain measured?	Alphanumeric String
4-2-8: Data collection method	Alphanumeric String
Analog	
Digital	
4-2-9: Sampling rate(per minute)	Alphanumeric String
4-3: source	Alphanumeric String
5-0: Test results	
5-0-1: Test result class	
numerical	
graph	
5-0-2: Test result identifier	
5-0-3: Material	Alphanumeric String
5-0-4: Material indentifier	Alphanumeric String
5-0-5: Type of test	Alphanumeric String
Tensile	
Flexural	
Compression	
Shear	
ILSS	
Other(specify)	
5-0-6: Test method reference number	Alphanumeric String
5-0-7: Specimen reference number	Alphanumeric String
5-0-8: Test condition reference number	Alphanumeric String
5-1 Test data	
5-1-1: Number of specimens	Floating point
5-1-2: Moisture content before testing(%)	Floating point
5-1-3: Moisture content after testing(%)	Floating point
5-1-5: Rate of loading(mm/min)	Floating point
5-1-6: Maximum load data(N)	
5-1-6-1: Maximum load - average(N)	Floating point
5-1-6-2: Maximum load - standard deviation(N)	Floating point
5-1-6-3: Maximum load - coef. of variation(%)	Floating point
5-1-7: Strength data(MPa)	
5-1-7-1: Strength - average(MPa)	Floating point
5-1-7-2: Strength - standard deviation(MPa)	Floating point
5-1-7-3: Strength - coef. of variation(%)	Floating point
5-1-8: Strain data(mm/mm)	
5-1-8-1: Strain at failure -average(mm/mm)	Floating point
5-1-8-2: Strain at failure -standard deviation(mm/mm)	Floating point
5-1-8-3: Strain at failure - coef. of variation(%)	Floating point
5-1-8-4: Max. transverse strain (average)(mm/mm)	Floating point
5-1-8-5: Max. transverse strain (standard deviation)	

(mm/mm)	Floating point
5-1-8-6:Max. transverse strain (coef. of variation)	
(%)	Floating point
5-1-9:Proportional limit strain(mm/mm)	Floating point
5-1-10:Percent bending strain	Floating point
5-1-11:Modulus data(GPa)	
5-1-11-1:Modulus - average(GPa)	Floating point
5-1-11-2:Modulus - standard deviation(GPa)	Floating point
5-1-11-3:Modulus - coef. of variation(%)	Floating point
5-1-12:Poisson's ratio data	
5-1-12-1:Poisson's ratio - average	Floating point
5-1-12-2:Poisson's ratio - standard deviation	Floating point
5-1-12-3:Poisson's ratio - coef. variation of(%)	Floating point
5-1-28:Method of calculating elastic constants	Alphanumeric String
Least squares	
Chord per ASTM E 111 (secant)	
Graphical - linear region	
Initial region	
5-1-29:Initial strain(mm/mm)	Floating point
5-1-30:Final strain(mm/mm)	Floating point
5-1-31:Failure location	Alphanumeric String
Center half of specimen	
End quarter of specimen	
Outside gage section	
Inside of tab	
5-1-32:Failure mode	Alphanumeric String
Regular fracture surface	
Fiber pull-out	
Irregular fracture surface	
Brooming	
Fiber micro-buckling	
Fiber crushing	
Delamination	
Other(specify)	
5-1-34:Data quality indicator	Alphanumeric String
5-1-35:Graphical resurt reference number	Alphanumeric String
5-1-36:Maximun load vs variable	Alphanumeric String
Temperature	
Fiber fraction	
Moisture content	
Loading rate	
Specimen size	
Other(specify)	
5-1-37:Strength vs variable	Alphanumeric String
Temperature	
Fiber fraction	
Moisture content	
Loading rate	
Specimen size	
Other(specify)	
5-1-38:Strain vs variable	Alphanumeric String
Temperature	
Fiber fraction	
Moisture content	

Loading rate	
Specimen size	
Other(specify)	
5-1-39:Modulus vs variable	Alphanumeric String
Temperature	
Fiber fraction	
Moisture content	
Loading rate	
Specimen size	
Other(specify)	
5-1-40:Poisson's ratio vs variable	Alphanumeric String
Temperature	
Fiber fraction	
Moisture content	
Loading rate	
Specimen size	
Other(specify)	
5-1-41:Raw data test source	Alphanumeric String
5-1-42:Numerical results reference number	Alphanumeric String
5-1-43:Other results	Alphanumeric String
5-1-44:Footnotes	Alphanumeric String
5-1-45:Coment	Alphanumeric String

2. 3 平成元年度アンケート結果の解析

平成元年度にアンケートを行い、国内の複合材料の製造者、利用者、研究者からの回答200通を集計し、この種のデータベースに対するニーズとデータ提供のシーズを分析した。

上記の関係者を 1.素材メーカー、2.素材ユーザー、3.成形・加工業、4.加工や計測設備の製作業、5.学・協会・研究検査機関、6.大学関係に分類し、早急に利用したいデータソース、アプリケーション、サービス内容などの種類について利用希望の項目の調査を行った。即ち、データソースの種類の中で最も希望するデータは学术论文であった。また、データベースが内包すべきアプリケーションの種類の中で希望の多かったものは複合材料構造評価に関するもの及び特性値データの統計処理についてのものであった。また、サービス内容については各関係者が共通的に第一に希望しているものはファクトデータの量が多いことであった。

図2. 3-1に集計結果を示す。

アンケートに関して、もう一つの報告は複合材料の特性値項目に関するニーズとシーズに関するものである。特性値の項目を理化学基礎特性(18項目)、力学特性(30)、熱特性(9)、化学的特性(7)、電気特性(5)、磁気特性(2)、光学特性(7)、成形加工性(6項目)に分類し、更に各項目を低温・室温・高温の別にニーズとシーズの回答数を集計した。これを各項目の回答数の多少により三つのグレードに分類し、利用希望項目の重要度と関係者のデータ提供可能項目の難易度を把握した。

表2. 3-1に集計結果をしめす。

上記の二つの分析により、当該データベースに求められているシステムと収録すべきデータの方向性が得られている。

図 2. 3 - 1

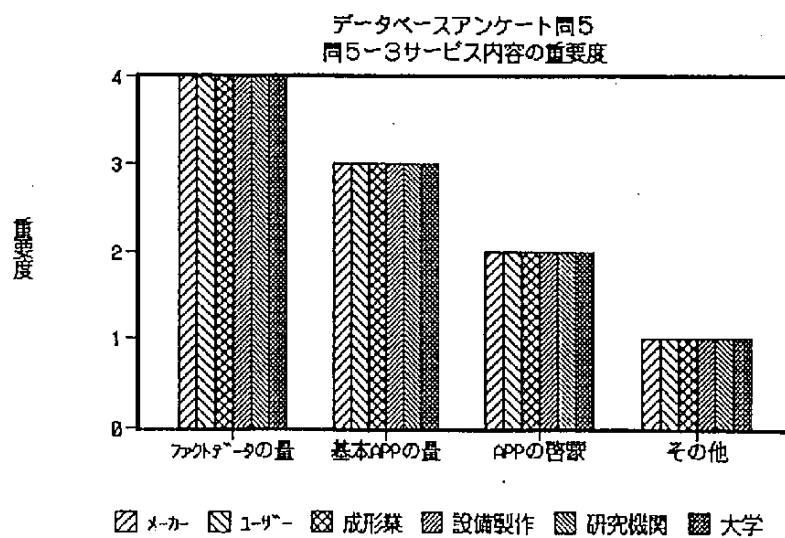
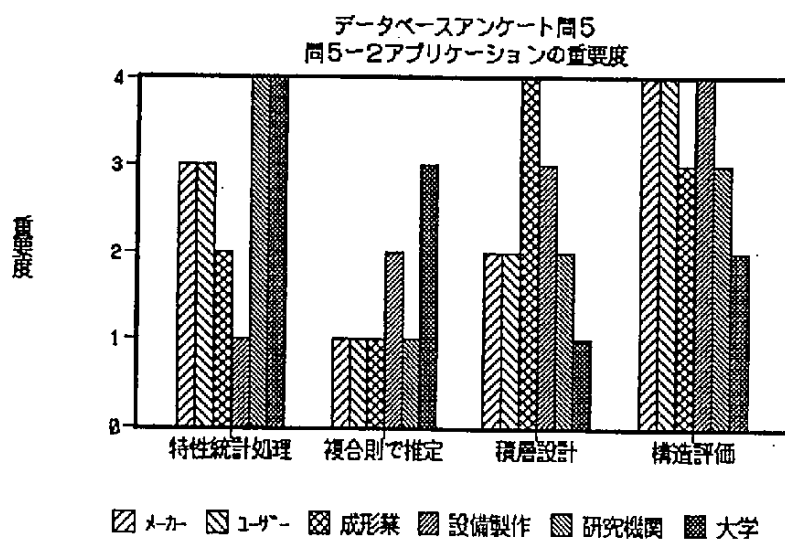
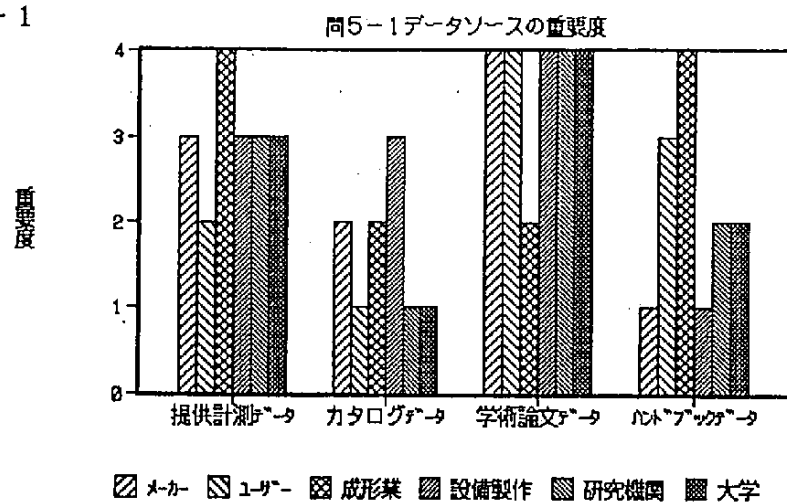


表 2. 3 - 1

問8. その1		ニ ー ズ 調 査				シ ー ズ 調 査			
物 性 分 類	収録物性項目	問8-1 貴部門で 最低必要なデータ			問8-2 貴部門がB欄項目に 追加を希望する重要な項目 (具体項目名ご記入欄)	問8-3 貴部門から 提供可能なデータ			問 8 - 4 ご意見 注 記 欄
		低温	室温	高温		低温	室温	高温	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
理化学基礎	比 重	1	3	1	(省略)	1	1	1	(省略)
	比 容 積	1	1	1		1	1	1	
	静 摩 擦 係 数	1	1	1		1	1	1	
	動 摩 擦 係 数	1	2	1		1	1	1	
	テーパー摩耗量	1	1	1		1	1	1	
	粘 度	1	1	1		1	1	1	
	粒度・分布	1	1	1		1	1	1	
	比 熱	1	2	2		1	1	1	
	融 点	1	2	2		1	1	1	
	溶 融 熱	1	1	1		1	1	1	
	熱 伝 導 度	1	3	2		1	2	1	
	熱 膨 張 率	2	3	3		1	2	2	
	電 気 伝 導 度	1	2	1		1	2	1	
	吸 湿 率 解 析	1	1	1		1	1	1	
	*I値-E _d	1	1	1		1	1	1	
	*フクター-D ₀	1	1	1		1	1	1	
	*定数a	1	1	1		1	1	1	
	*定数b	1	1	1		1	1	1	
	水蒸気透過率	1	1	1		1	1	1	
力学特性	引 張 強 度	2	3	3	(省略)	2	3	2	(省略)
	引張破断伸び	2	3	3		2	3	2	
	引張弾性率	2	3	3		1	3	2	
	圧 縮 強 度	2	3	2		1	2	2	
	圧縮破断伸び	1	3	2		1	2	2	
	圧縮弾性率	2	3	2		1	2	1	
	せん断強度	2	3	2		1	2	1	
	せん断破断伸び	1	2	1		1	2	1	
	せん断弾性率	1	3	2		1	2	1	
	層間せん断強度	1	3	2		1	2	1	
	曲 げ 強 度	2	3	2		1	3	1	
	曲げ破断伸び	1	2	2		1	2	1	
	曲げ弾性率	1	3	2		1	2	2	
	硬 度	1	3	2		1	2	1	
	破壊靱性値	1	3	2		1	2	2	
	クリープ破壊強さ	1	3	2		1	1	1	
	エネルギー解放率	1	2	1		1	1	1	

* 注 記) 吸 湿 率 解 析 デ ー タ

拡散定数 $D = D_0 \cdot \exp(-E_d/R \cdot T)$: R = 気体定数 $[J/(mol \cdot K)]$, T = 絶対温度 $[K]$ 平衡吸湿率 $m \infty = a(RH)^b$: RH = 相対湿度 $[\%]$

問 8. その 2		ニ ー ズ 調 査				シ ー ズ 調 査				
物 性 分 類	収録物性項目	問8-1 貴部門で 最低必要なデータ			問8-2 貴部門がB欄項目に 追加を希望する重要な項目 (具体項目名ご記入欄)	問8-3 貴部門から 提供可能なデータ			問 8 - 4 ご意見 注記欄	
		低温	室温	高温		低温	室温	高温		
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
力学特性続き	ポアソン比	1	3	2	(省略)	1	2	1	(省略)	
	応力歪速度	1	2	1		1	1	1		
	亀裂進展	1	2	1		1	1	1		
	衝撃強さ	1	3	2		1	2	1		
	貫通エネルギー	1	1	1		1	1	1		
	応力比	1	1	1		1	1	1		
	最大応力	1	2	1		1	1	1		
	破断パラメータ	1	1	1		1	1	1		
	疲れ限度	1	2	2		1	1	1		
	耐熱衝撃性	1	2	2		1	1	1		
	耐DMAダンピング	1	1	1		1	1	1		
	環境特性	1	1	1		1	1	1		
熱 特 性	ガラス転移点	1	2	1	記号 回答数 1 1 ～ 50 2 51 ～100 3 101 ～189	=>	1	1	1	
	結晶化温度	1	2	1		1	1	1		
	拡散係数	1	1	1		1	1	1		
	熱変形温度	1	2	2		1	2	1		
	軟化温度	1	2	1		1	1	1		
	脆化温度	1	2	1		1	1	1		
	凝固収縮率	1	1	1		1	1	1		
	連続耐熱温度	1	1	1		1	1	1		
	燃 焼 性	1	1	1		1	1	1		
	化学的特性	吸 水 率	1	2		1		1	1	1
平衡吸水率		1	2	1	1	1		1		
透 湿 度		1	1	1	1	1		1		
酸素透過度		1	1	1	1	1		1		
窒素透過度		1	1	1	1	1		1		
水素透過度		1	1	1	1	1		1		
腐 食 速 度		1	1	1	1	1		1		
電 気 特 性	体積抵抗率	1	2	1		1	1	1		
	誘 電 率	1	2	1		1	1	1		
	誘 電 損 失	1	1	1		1	1	1		
	絶縁破壊強さ	1	1	1		1	1	1		
	表面抵抗率	1	1	1		1	1	1		

問8. その3

ニ ー ズ 調 査

シ ー ズ 調 査

物 性 分 類 A	収録物性項目 B	問8-1 貴部門で 最低必要なデータ			問8-2 貴部門がB欄項目に 追加を希望する重要な項目 (具体項目名ご記入欄) F	問8-3 貴部門から 提供可能なデータ			問 8 - 4 ご意見 注 記 欄 J								
		低温 C	室温 D	高温 E		低温 G	室温 H	高温 I									
磁 気 特 性	磁 化 率	1	1	1	(省略)	1	1	1	(省略)								
	透 磁 率	1	1	1		1	1	1									
光 学 特 性	屈 折 率	1	1	1	<= <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <th>記号</th> <th>回答数</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1 ~ 50</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>51 ~ 100</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>101 ~ 189</td> </tr> </table>	記号	回答数	1	1 ~ 50	2	51 ~ 100	3	101 ~ 189	1	1	1	
	記号	回答数															
	1	1 ~ 50															
	2	51 ~ 100															
	3	101 ~ 189															
	透 過 率	1	1	1		1	1	1									
	反 射 率	1	1	1		1	1	1									
色 差	1	1	1	1	1	1											
光 弾 性 定 数	1	1	1	1	1	1											
グェルデ定数	1	1	1	1	1	1											
ソーラリゼーション	1	1	1	1	1	1											
成形加工性	熱 処 理 温 度	1	2	2	=> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <th>記号</th> <th>回答数</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1 ~ 10</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>11 ~ 40</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>41 ~ 72</td> </tr> </table>	記号	回答数	1	1 ~ 10	2	11 ~ 40	3	41 ~ 72	1	1	1	
	記号	回答数															
	1	1 ~ 10															
	2	11 ~ 40															
	3	41 ~ 72															
	繊 維 含 有 率	1	2	1		1	2	1									
成 形 温 度	1	3	2	1	2	1											
成 形 圧 力	1	3	2	1	2	1											
成 形 収 縮 率	1	2	1	1	2	1											
溶 融 粘 性	1	2	1	1	1	1											

3. 内外複合材料構造設計用データベースの研究

3. 1 研究対象

開発すべき先進複合材料データベースの基本構想を確立するため、国内外のパソコン用の複合材料向け構造設計用ソフトを調査・比較した。調査したソフトウェアを表3-1に示す。

表3-1 調査したソフトウェア

名称	販売元
1. COMPCAL : Composite Calculations	TECHNOMIC Publishing Co.
2. CYLAN : Cylinder Analysis	TECHNOMIC Publishing Co.
3. CEMCAL : Composite Experimental Mechanics Calculations	TECHNOMIC Publishing Co.
4. Hyper Composites	THINK COMPOSITES
5. MECHA-Tool	東洋情報システム, 丸善, 情報処理振興事業協会

以下に、これらのソフトウェアの概要と、ここで開発すべきデータベースに参考となる項目を述べる。

3. 2 COMPCAL : Composite Calculations

3. 2. 1 概要

このソフトはIBM社のパソコンIBM-PCおよびその互換機で動作し、微視力学と巨視力学に基づく複合材料の力学的および物理・化学的特性の計算を行う。微視力学に関する計算では、一方向複合材料の弾性定数、熱膨張係数、および水分吸収などの輸送問題に関する計算が可能である。繊維とマトリックスの特性に関するデータベースも付随しており、代表的なデータが含まれているほかユーザのデータも格納できる。一方、積層板に関する計算では、ハイブリッド材料を含む対称積層板の巨視的特性の計算、すなわち、積層板の面内弾性定数、曲げ弾性定数、熱膨張係数、水分吸収、プライ応力およびひずみ、2次破損規準による強度、および残留応力の計算ができる。材料データベースとしてはプライの特性に関するものが含まれている。さらに、他の材料データを追加することもできる。

特性データの単位はSIあるいはフート・ポンド系の両方が使用できる。最初にどちらかを選択しておくことにより、以後の入出力はその単位系で

行われる。

3. 2. 2 一方向材の微視力学

最初に微視力学に関する計算について述べる、微視力学に関する計算は、一方向材の弾性定数、熱膨張係数、および輸送特性の計算である。以下にその詳細を記す。

(1) 弾性定数

一方向材の有効弾性定数を、繊維とマトリックスの特性、および繊維の体積含有率から求める。繊維とマトリックスは横方向等方性と仮定する。このため、それぞれについて5つの独立な弾性定数がある。繊維方向のヤング率とポアソン比は単純な複合則により計算する。他の定数は、円形断面の繊維のまわりに円筒形状のマトリックスが取り囲むモデルを用いて得られる閉形式の解から求める。

(2) 熱膨張係数

一方向材の有効熱膨張係数を繊維とマトリックスの特性、および繊維の体積含有率から求める。繊維とマトリックスは横方向等方性と仮定する。このため、それぞれについて2つの熱膨張係数を入力する。さらに、繊維とマトリックスのヤング率も必要である。繊維方向の熱膨張係数は単純な複合則により計算する。他の方向の定数は、(1)と同様に円形断面の繊維のまわりに円筒形状のマトリックスが取り囲むモデルを用いて得られる閉形式の解から求める。

(3) 輸送特性

一方向材の有効輸送特性を繊維とマトリックスの輸送特性及び繊維の体積含有率から求める。繊維とマトリックスは横方向等方性と仮定する。このため、それぞれについて2つの輸送特性を入力する。輸送特性として電気伝導度、熱拡散、水分拡散係数などがある。繊維方向の輸送特性は単純な複合則により計算する。他の方向の定数は(1)と同様に円形断面の繊維のまわりに円筒形状のマトリックスが取り囲むモデルを用いて得られる閉形式の解から求める。輸送特性に関する入力済みのデータベースはない。

3. 2. 3 対称積層板の力学的解析

古典的積層平板の理論に基づく種々の計算を行う。扱える積層数は記憶容量に依る。積層板は対称で、片側だけの積層構成を入力する。もし、片側の積層数が奇数であれば、中央の層が自動的に半分になる。たとえば、全体で9層なら上半分の5層を入力すればよい。最上層が1番となる。なお、積層数はいつも全積層数を入力する。x軸はプライ配向角に対する基準の軸である。プライ配向角はそのx軸に対して逆時計回りを正とする。

ハイブリッド複合材料では使用するプライ特性をすべて入力し、積層構

成はそのプライ番号と配向角を入力する。プライ特性は、データベースから入力することも、キーボードから入力することもできる。

(1) 弾性定数

積層板の面内荷重および曲げ荷重に対する有効弾性定数をプライの特性と積層順序から計算する。面内の定数は積層順序に依存しない。曲げの定数は積層順序に依存する。 x 、 y 軸に関するヤング率、面内せん断弾性定数、面内のポアソン比 ($x-y$, $x-shear$, $y-shear$ のそれぞれのカップリング係数) が計算できる。

(2) 熱膨張係数

有効熱膨張係数をプライの弾性定数、熱膨張係数、および積層構成から計算する。プライの熱膨張係数は、縦および横方向のものが必要である。計算されるものは、積層板の x および y 方向の熱膨張係数と、 $x-y$ の熱膨張カップリング係数である。吸湿による膨張を計算したい場合には、単に熱膨張係数の代わりに吸湿による膨張係数を入力すればよい。

(3) 輸送特性

有効輸送特性をプライの輸送特性および積層構成から計算する。プライの輸送特性は、縦および横方向のものが必要である。計算されるものは、積層板の x および y 方向の輸送特性と、 $x-y$ の輸送特性カップリング係数である。

(4) プライの応力およびひずみ

与えられた積層構成と面内の外力 (x および y 方向の垂直応力, $x-y$ 方向のせん断応力) からプライの応力とひずみを計算する。熱応力を解析に含めることもできる。その場合には、温度差、およびプライの熱膨張係数が必要である。プライの応力とひずみはプライの主軸方向と x , y 方向の両方の座標系で出力される。

(5) 強度解析

与えられた積層構成と面内の荷重比から各プライの強度を計算する。たとえば、 x 方向の単軸強度が必要なら $LX = 1$ 単位, $LY = LXY = 0$ とする。2軸荷重下で、その比が $2:1$ なら $LX = 2$ 単位, $LY = 1$ 単位, $LXY = 0$ とする。出力は次に示す種々のものが得られる。

- a. 各プライにおける破損を引き起こす積層板のひずみ

(積層板荷重の最低の組み合わせを持つプライが初期破損プライである)

- b. 積層板の x , y 座標系での各プライの破損応力
- c. プライの材料主軸座標系での各プライの破損応力
- d. 積層板の x , y 座標系での各プライの破損ひずみ

e. プライの材料主軸座標系での各プライの破損ひずみ

ここで注意しなければならないことは、プライ応力とひずみの各組は、それぞれ別の積層板荷重に対応していることである。これは各プライの破損が異なる荷重で生じるからである。なお、この解析に熱残留応力を含めることができる。破損規準は T s a i 規準である。

(6) 残留応力による破損

ここでの計算は上の強度解析での熱残留応力計算と異なり、各プライが熱残留応力で破損する温度差を計算する。このため、初期破損を生じさせる最大の硬化温度が決定できる。外力は 0 とする。

3. 2. 4 材料特性データベース

データベースユーティリティを起動させると、次の六つの仕事ができる。それらは、項目の追加、項目の削除、項目の検査、デフォルトドライブの設定、データベースのバックアップ、データベースのリストアである。

データは三つのファイルに分かれている。プライ特性のための P L Y . D A T、マトリックス特性のための M A T . D A T、そして繊維特性のための F I B E R . D A T である。データのアクセスはランダムアクセスである。

プライデータのデータ構造は、一つの材料に 85 バイトで、それは 37 バイトの材料名と、4 バイト×12 の特性である。繊維とマトリックスのデータ構造は同じで、23 バイトの材料名と 4 バイト×7 の特性である。これらの特性を表 3-2 に示す。

表 3-2 C O M P C A L における材料特性データベースの特性項目

プライデータ		繊維／マトリックスデータ
1	L (縦方向) 弾性率	L (縦方向) 弾性率
2	T (横方向) 弾性率	T (横方向) 弾性率
3	L T - せん断弾性率	L T - せん断弾性率
4	L T - ポアソン比	L T - ポアソン比
5	プライ厚さ	T T - せん断弾性率
6	L - 熱膨張係数	L - 熱膨張係数
7	T - 熱膨張係数	T - 熱膨張係数
8	L - 引張強度	
9	L - 圧縮強度	
10	T - 引張強度	
11	T - 圧縮強度	
12	L T - せん断強度	

3. 3 C Y L A N : C y l i n d e r A n a l y s i s

3. 3. 1 概要

このソフトはIBM社のパソコンIBM-PCおよびその互換機で動作し、複合材料円筒殻に関する、応力、ひずみ解析、初期破損解析、自由振動解析、および座屈解析などが行える。荷重条件は、軸方向荷重、内圧、およびねじり荷重の組み合わせが考慮できる。積層構成は、対称積層、非対称積層、ハイブリッド積層などが可能である。応力解析とひずみ解析においては円筒殻は薄肉として考え、厚さ方向のひずみは無視する。このプログラムでは6種類のプライ材料のデータがすでに入力されている。材料データの追加は自由に行える。

プライ特性として、縦方向弾性定数、横方向弾性定数、面内せん断弾性定数、面内主軸方向ポアソン比、厚さ方向弾性定数、厚さ方向ポアソン比、縦方向熱膨張係数、横方向熱膨張係数、厚さ方向熱膨張係数、縦方向引張強度、縦方向圧縮強度、横方向引張強度、横方向圧縮強度、面内せん断強度が必要である。積層順序の入力やハイブリッドに関しては前述のCOMPCALと同様である。

3. 3. 2 応力解析

(1) 解析方法

このソフトは、軸荷重、内圧、およびねじりせん断の組み合わせ荷重のもとでの応力解析が可能である。解析はVlasov-Ambartsumyanの積層殻理論を用いる。これは厚さ方向の垂直ひずみの影響も考慮している。これを無視すると、特に熱応力の解析で大きな相違が生じる。破損はTsai規準を用いる。

(2) プライ応力とひずみ

与えられた積層構成と荷重（軸応力、内圧、ねじりせん断応力）のもとで、平均的なプライ応力とひずみを計算する。熱応力を考慮する場合にはプライの熱膨張係数と温度差を入力する。プライ応力とひずみは積層板とプライの両方の座標系で出力される。熱応力を考慮する場合には、力学的ひずみと全ひずみが出力される。

(3) 残留応力破損

与えられた円筒形状のもとで、残留応力によって各プライが破損する温度差を計算する。この場合、外力は0とする。出力は以下のように種々の形式となる。それらは、各プライの破損を引き起こす温度差、 $x-y$ 座標系での各プライの破損応力、プライ座標系での各プライの破損応力、 $x-y$ 座標系での各プライの破損に対応する全ひずみ、プライ座標系での各プライの破損に対応する全ひずみ、 $x-y$ 座標系での各プライ

の破損に対応する力学的ひずみ、プライ座標系での各プライの破損に対応する力学的ひずみ、である。各応力やひずみの組は異なる破損状態に対応している。これは各プライの破損は異なる条件で生じるからである。

(4) 初期プライ破損

与えられた円筒形状と荷重比のもとで、初期プライ破損を引き起こす荷重の組み合わせを計算する。入力は3. 2. 3節の(5)項と同様である。

(5) プライごとの強度解析

これは(3)項の強度解析と類似であるが、ここでは破損を引き起こす外力が決定できる。

3. 3. 3 座屈と振動解析

(1) 概要

この解析は臨界座屈荷重と基本固有振動数を求めるものである。解析方法はDonnell型の殻理論に基づいている。一般的な場合には、この解は支配方程式を満足するが、古典的境界条件は満足しない。このため、長い円筒では境界条件の影響を受けにくいので、解の精度が上がる。0, 90度の配向角を持つか、あるいは、ねじり荷重の無い対称積層円筒では解は単純支持境界条件に対して正確である。この理論は厚さ方向のひずみは考慮していない。また、熱応力も考慮しない。

出力は、臨界座屈荷重と基本固有振動数に対応する軸方向波数、周方向波数を含む。ここで、周方向波数は積層構成や外力条件の組み合わせによっては正にも負にも成り得ることに注意する必要がある。

(2) 座屈解析

軸方向応力、内圧、およびねじりせん断応力のもとでの臨界座屈荷重を計算する。軸方向応力とせん断応力は比の形式で入力し、内圧は特定の値で入力する。

(3) 振動解析

与えられた円筒形状のもとで基本固有振動数を計算する。このとき、予応力を計算に含めることができる。

(4) 材料データベース

これは前述のCOMPCALのものと同様である。

3. 4 CEMCAL: Composite Experimental Mechanics Calculations

3. 4. 1 概要

このソフトウェアはIBM社のパソコンIBM-PCおよびその互換機で動作し、5つのプログラムからなっている。

統計解析では、データを正規分布、対数正規分布、ワイブル分布に適合させ、それぞれの分布のパラメータを解析する。分布の適合状態を見るために、グラフィック処理が可能である。自由端応力解析では、積層板が一軸の引張荷重を受けたときの自由端に生じる応力を推定する。プライの材料定数は、材料データベースから得ることも、また、ユーザーが入力することもできる。また、熱応力解析も可能である。円孔のある積層板の強度解析においては、一軸引張条件下での強度を、種々の規準で解析する。剝離の破壊力学的解析では、DCB(Double Cantilevered Beam)試験片の実験データなどから臨界ひずみエネルギー解法率を計算する。

3. 4. 2 データの統計解析

(1) 正規分布

データを入力するとその平均、標準偏差、変動係数、累積分布関数のデータおよび推定理論分布をグラフで表示する。

(2) 対数正規分布

もとのデータの自然対数を正規分布で考える。グラフ表示は正規分布と同様。

(3) ワイブル分布

2母数のワイブル分布を考える。形状母数と尺度母数を求める。グラフ表示は正規分布と同様。

3. 4. 3 自由端応力解析

このプログラムは積層板がx方向の単軸引張応力を受けたときの自由端での応力を推定する。熱応力を解析に含めることができる。古典的積層理論によるプライひずみも計算する。解析対象は対称で、かつバランス構成（あるプライで $+\theta$ があれば $-\theta$ が存在すること）とする。これは積層板が直交異方性であることを保証している。解析方法はPaganとPipesによって提案された方法で、自由端部の力の釣り合いを基礎としている。

3. 5 HyperComposites

このソフトウェアは、Apple社のパソコンMacintoshで動作するもので、ハイパーカードという視覚的データベースプログラム上で動作する。これはカードに書かれた図形、文字などの集合体であり、カー

ド上のボタンと呼ばれる機能により、あるカードから別のカードへ情報の意味を辿りながら移動することができる。HyperCompositesはこの機能を最大限に利用して、複合材料の様々な特性を表示するもので、プライの剛性と強度、積層板の微視力学と巨視力学、剛性と強度、積層板の設計などが可能である。

図3-1はこのハイパーカードのスタック（データベースのこと）を起動した最初の画面である。ここで、マウスで必要なところを指定すると（マウスのボタンを押すと）それぞれのスタックが起動される。たとえば、1. Introductionを起動すると、図3-2に示すようないくつかの図がマウスの指定により次々に現れる。他も同様である。これは極めて説得力のある電子紙芝居といえる。このシステムでは、約500枚の図が格納されている。なお、具体的な計算などはできない。

3. 6 MECHA-TOOL

これはNECのPC-9801シリーズで利用できるパソコンによる機械設計便覧情報システムであり、設計のための種々のデータベースと設計計算が組み合わされたものである。ここでは、そのうち非金属材料に関するものを調査した。これは、高分子材料、セラミックス材料、および複合材料のデータベースと、複合材料設計計算のプログラムからなっている。材料データベースは工業材料誌の材料データファイルから収録されている。ユーザの持つ材料特性値もデータベースに追加できる。また、複合材料設計計算では、3. 2節であげたソフトウェアと同等の計算が可能である。

複合材料データベースのデータ構造は図3-3に示すようになっている。このデータベースは通常の検索および文字出力のほかに、任意の二つの材料特性値を選んで図を作成することができる。図3-4はこうして得られた図である。

図3-1 HYPER COMPOSITES 起動画面

図3-2 INTRODUCTION における画面の例

図3-3 複合材料のデータ構造（その1）

図3-3 複合材料のデータ構造（その2）

図3-3 複合材料のデータ構造（その3）

図3-4 データベースからの図の作成

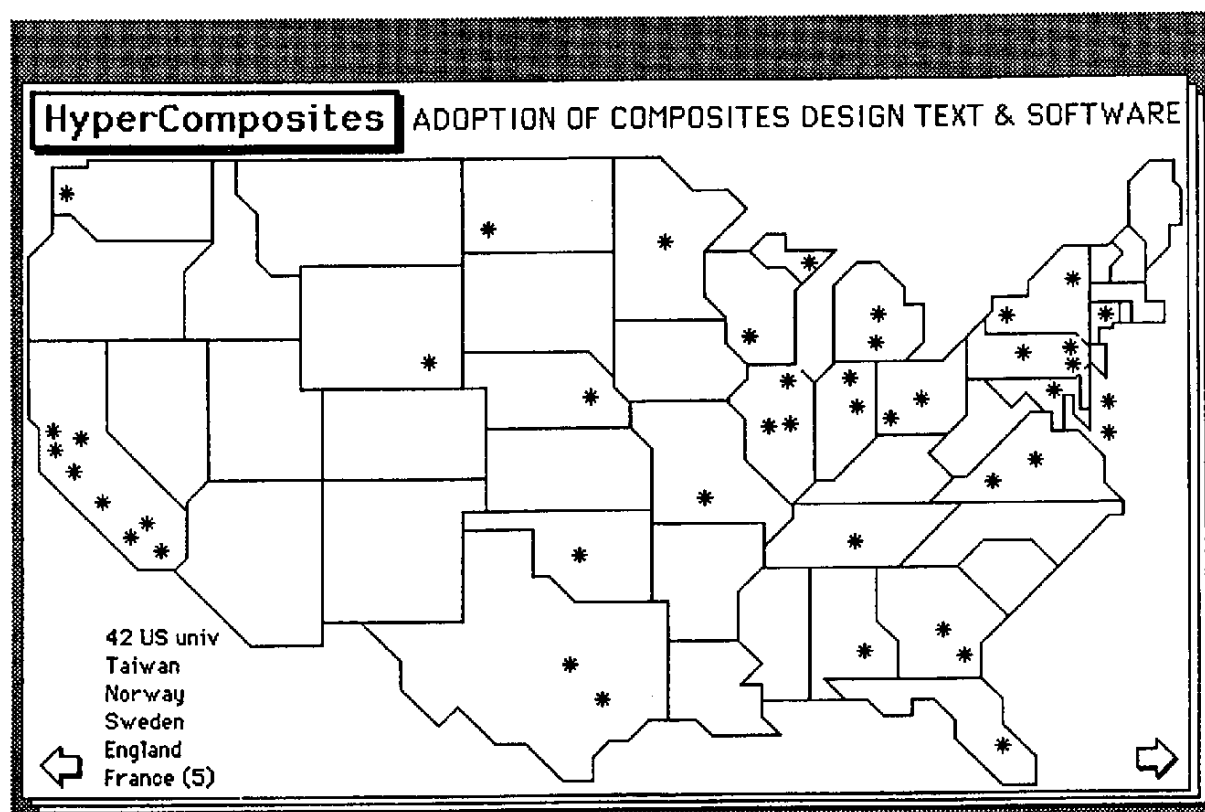
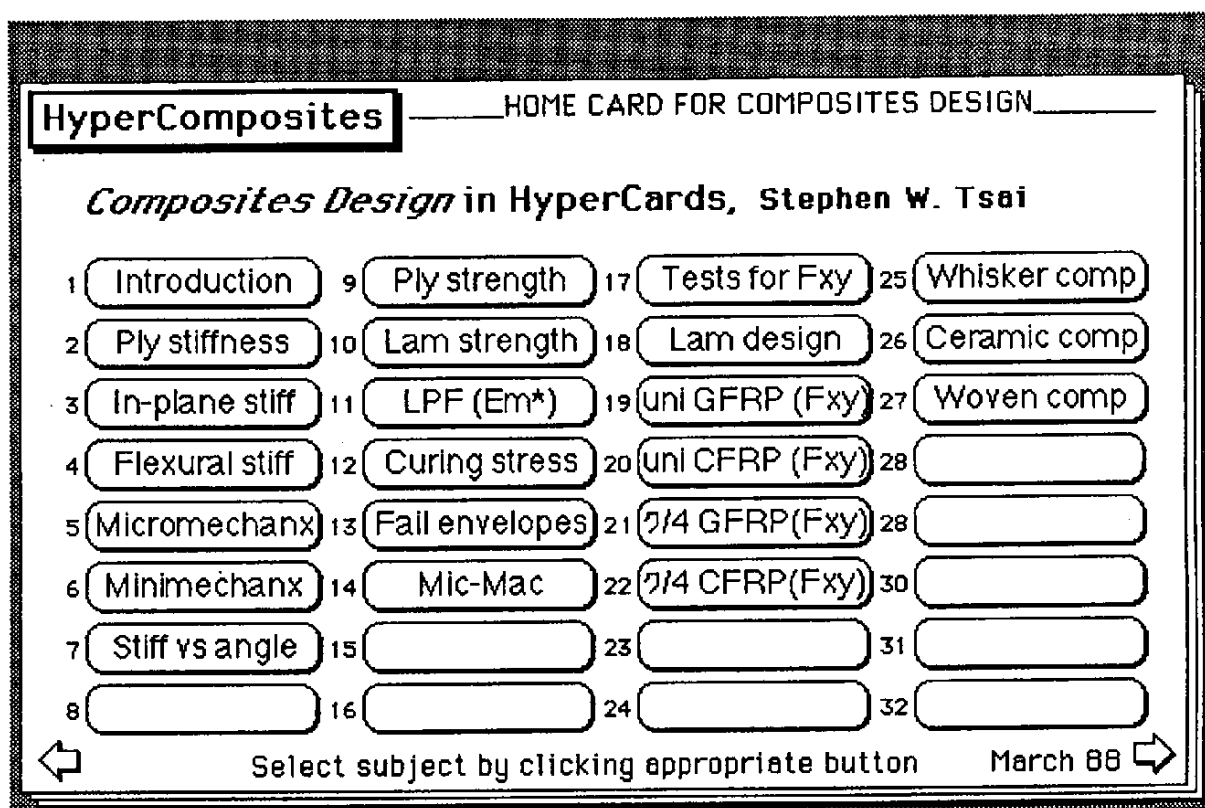


圖 3 - 1 HYPER COMPOSITES 起動畫面

HyperComp-sect 1 — INTRODUCTION TO COMPOSITES DESIGN —
Ever expanding opportunities

As composite materials for structural applications enter the third decade of development, opportunities abound:

Aerospace applications continue to expand for numerous reasons, which include specific strength and stiffness, corrosion and fatigue resistance, reduction in part and fastener count, and others.

Automotive applications have been limited to lightly loaded structures. But the percentage of composites utilization has increased from a very low base to a significant proportion.

Sporting goods have always associated composites with high performance, and have popularized composites better than all others.

There is no stopping now. Are we doing the right thing?

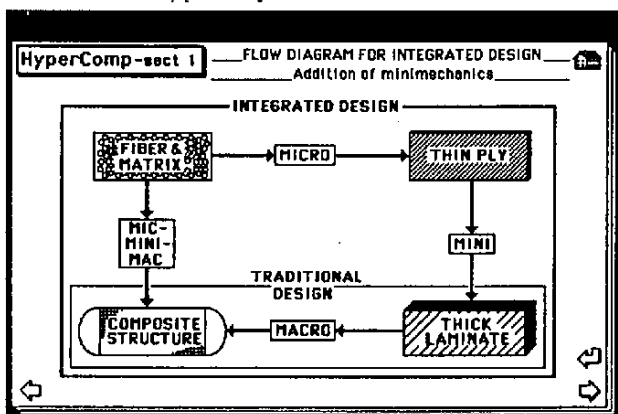
HyperComp-sect 1 — ADVANCES IN COMPOSITE MATERIALS —
But basic understanding is still lacking

What are some of the milestones?

After E- and S-glass, we have seen boron, graphite, Kevlar, pitch, silicon nitride, polyethylene, and other organic and inorganic fibers.

Equally giant steps have occurred in the development of matrix materials, starting with polyester and phenolic, followed by epoxy, high temperature organic matrices, metal matrix, and ceramic matrix.

The theory of composites has not successfully explained some of the fundamental mechanisms of reinforcement and those of failures. The role of the interface or interphase, the truth about fiber pullout, any synergism about hybrids, interlaminar failure, compressive failure (unusually low in many new composites), and others still await rational explanations.



HyperComp-sect 1 — THE MOST COMMON MATERIAL SYMMETRIES —
How many independent constants?

	Orthotropic	Transversely isotropic	Isotropic
Independent constants	9	5	2
3-dimen	E_x, E_y, E_z ν_x, ν_y, ν_z G_{xy}, G_{yz}, G_{zx}	E_x, E_y, E_z ν_x, ν_y, ν_z G_{xy}, G_{yz}, G_{zx}	E, ν G
2-dimen	4	4	2
	E_x, E_y ν_x, ν_y	E_x, E_y ν_x, ν_y	E, ν

* G_{xy} and G are not independent; i.e., $G_{xy} = \frac{E_y}{2(1+\nu_{xy})}$ and $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$

HyperComp-sect 1 — TRANSVERSELY ISOTROPIC MATERIAL —
Plane 2-3 is isotropic

$$\begin{bmatrix}
 S_{11} & S_{12} & S_{13} & 0 & 0 & 0 \\
 S_{21} & S_{22} & S_{23} & 0 & 0 & 0 \\
 S_{31} & S_{32} & S_{33} & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & S_{44} & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & S_{55} & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & S_{66}
 \end{bmatrix}$$

Isotropic plane

Fiber axis

$E_x = E_L = E_1 = 1/S_{11}$, $E_y = E_T = E_2 = E_3 = 1/S_{22}$
 Longitudinal shear = $E_s = G_{LT} = G_{12} = 1/S_{66}$
 Major Poisson's ratio = $\nu_x = -S_{21}/S_{11} = \nu_y = S_{22}/S_{11}$
 Transv. iso. plane: $\nu_{yz} = \nu_{zy} = \nu_{32} = -S_{23}/S_{22}$
 $G_{yz} = G_{zy} = G_{23} = 1/2(S_{22} - S_{23}) = 1/S_{44}$

HyperComp-sect 1 — MINIMECHANICS ANALYSIS OF 3D CONSTANTS —
Flatwise modulus and Poisson's ratio

Laminated with orthotropic plies Quasi-homogeneous and orthotropic

Compliance $\begin{bmatrix} a_{22} & a_{23} & a_{23} \\ a_{32} & a_{33} & a_{33} \\ a_{33} & a_{33} & a_{33} \end{bmatrix}$

Eng'g const $\begin{bmatrix} E_2 & E_3 & \nu_{23} \end{bmatrix}$

$\begin{bmatrix} ? & ? & ? & 0 & 0 & 0 \\ 22 & 23 & 33 & 0 & 0 & 0 \\ 33 & 33 & 33 & 0 & 0 & 0 \\ ? & ? & ? & 0 & 0 & 0 \\ ? & ? & ? & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

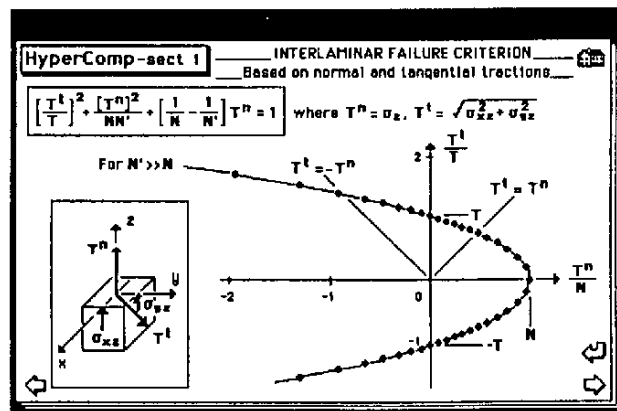
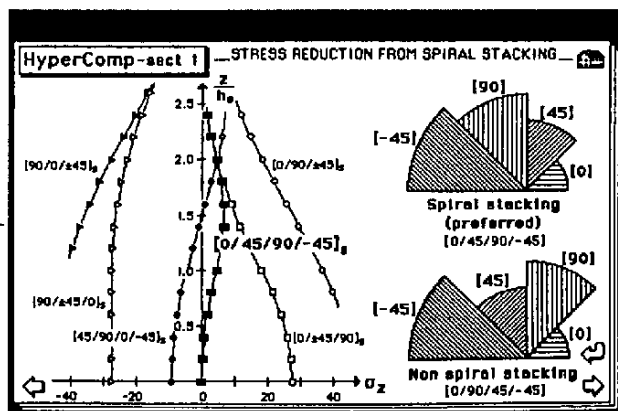
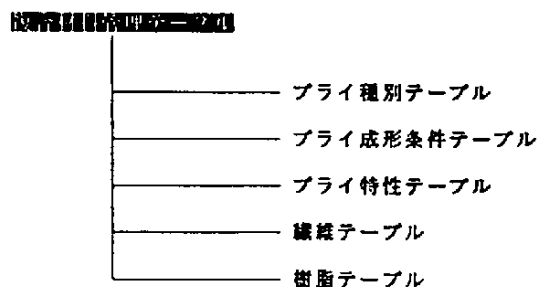


図 3-2 INTRODUCTION における画面の例

1 複合材料のテーブル構成

複合材料データベースのテーブル構成を以下に示します。



2 複合材料のテーブル仕様

(a) プライ種別テーブル

No	特 性 値			備 考
	項 目	Format	単 位	
1	番 号	I 3	—	1組の(a)(b)(c)で同番号
2	タイプ	C 5	—	CFRP、BFRP、GFRP… 等
3	メーカー名	A 1 0	—	
4	商品名／品番	A 1 0	—	
5	繊維体積含有率	R	%	
6	成形法	C 5	—	HL、SU、FW、CC、MD、CM、IM ¹⁾
7	試験条件	S	—	DRY、WET
8	試験温度	R	℃	
9	未使用			ユーザ定義項目(20 ^桁 以内)
10	未使用			ユーザ定義項目(20 ^桁 以内)
11	未使用			ユーザ定義項目(20 ^桁 以内)

略記号：

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 1) HL：手積み法(Hand Lay-up)、 | SU：スプレーアップ(Spray-Up) |
| FW：糸巻き法(Filament Winding) | CC：遠心法(Centrifugal Casting) |
| MD：マッチダイ成形法(Matched Die molding) | CM：圧縮成形法(Compression Molding) |
| IM：射出成形法(Injection Molding) | |

図 3 - 3 複合材料のデータ構造 (その 1)

(b) プライ成形条件テーブル

No	特 性 値			備 考
	項 目	Format	単 位	
1	成形温度 (最低、最高)	R	℃	
2	成形圧力 (最低、最高)	R	Pa	
3	成形サイクル (最小、最大)	R	min	
4	未使用			ユーザ定義項目(20桁以下)
5	未使用			ユーザ定義項目(20桁以下)
6	未使用			ユーザ定義項目(20桁以下)

(c) プライ特性テーブル

No	特 性 値			備 考
	項 目	Format	単 位	
1	厚 さ h_0	R	mm	
2	繊維軸方向弾性係数 E_x	R	GPa	
3	直角方向弾性係数 E_y	R	GPa	
4	ポアソン比 ν_x	R	-	
5	せん断弾性係数 E_s	R	GPa	
6	繊維軸方向引張り強度 X	R	MPa	
7	繊維軸方向圧縮強度 X'	R	MPa	
8	直角方向引張り強度 Y	R	MPa	
9	直角方向圧縮強度 Y'	R	MPa	
10	せん断強度 S	R	MPa	
11	繊維軸方向曲げ弾性係数 E_{sx}	R	GPa	
12	直角方向曲げ弾性係数 E_{sy}	R	GPa	
13	繊維軸方向曲げ強度 X_0	R	MPa	
14	直角方向曲げ強度 Y_0	R	MPa	
15	シャルピー衝撃強さ	R	J/m ²	
16	剛性マトリックス成分 Q_{xx}	R	GPa	E_x, E_y, ν_x, E_s より計算
17	剛性マトリックス成分 Q_{yy}	R	GPa	" "
18	剛性マトリックス成分 Q_{xy}	R	GPa	" "
19	剛性マトリックス成分 Q_{ss}	R	GPa	" "
20	未使用			ユーザ定義項目(20桁以下)
21	未使用			ユーザ定義項目(20桁以下)
22	未使用			ユーザ定義項目(20桁以下)
23	未使用			ユーザ定義項目(20桁以下)
24	未使用			ユーザ定義項目(20桁以下)
25	未使用			ユーザ定義項目(20桁以下)

図 3 - 3 複合材料のデータ構造 (その 2)

(d) 繊維テーブル

No	特 性 値			備 考
	項 目	Format	単 位	
1	名 称	C 5	-	CF、GF、ARF、SIC…等 ²⁾
2	メーカー名	A 1 0	-	
3	商品名/品番	A 1 0	-	
4	種 類	S	-	有機系、無機系
5	繊維の径	R	μm	
6	密 度	R	g/cm^3	
7	引張り強度	R	MPa	
8	弾性係数	R	GPa	
9	未使用			ユーザ定義項目(20桁以下)
10	未使用			ユーザ定義項目(20桁以下)
11	未使用			ユーザ定義項目(20桁以下)
12	未使用			ユーザ定義項目(20桁以下)
13	未使用			ユーザ定義項目(20桁以下)

(e) 樹脂テーブル

No	特 性 値			備 考
	項 目	Format	単 位	
1	名 称	C 5	-	UP、EP、PH、PI、PA…等 ³⁾
2	メーカー名	A 1 0	-	
3	商品名/品番	A 1 0	-	
4	種 類	S	-	熱硬化性、熱可塑性
5	ガラス転移温度	R	$^{\circ}\text{C}$	
6	密 度	R	g/cm^3	
7	引張り強度	R	MPa	
8	弾性係数	R	GPa	
9	未使用			ユーザ定義項目(20桁以下)
10	未使用			ユーザ定義項目(20桁以下)
11	未使用			ユーザ定義項目(20桁以下)
12	未使用			ユーザ定義項目(20桁以下)
13	未使用			ユーザ定義項目(20桁以下)

略記号:

2) CF:炭素
SIC:シリコンカーバイド
BF:ボロン

GF:ガラス
PF:全芳香族ポリエステル
AL₂O₃:アルミ

AF:全芳香族ポリアミド(アラミド)
GPF:黒鉛
SiO₂:シリカ

3) UP:ポリエステル
PI:ポリイミド
PBT:ポリブチレンテレフタレート
PEEK:ポリエーテルエーテルケトン

EP:エポキシ
PA:ポリアミド
PPS:ポリフェニレンスルファイド
PAI:ポリアミドイミド

PH:フェノール
PC:ポリカーボネイト
PES:ポリエーテルスルホン

図 3-3 複合材料のデータ構造(その3)

データベース検索画面 物性データの検索

検索条件: 材料名: 鉄, 検索範囲: 全データ

項目	単位
長さ	h0
縦軸方向弾性係数	Ex
横軸方向弾性係数	Ey
ポアソン比	νx
せん断弾性係数	Es
縦軸方向引張り強度	Xt
横軸方向引張り強度	Yt
縦軸方向圧縮強度	Xc
横軸方向圧縮強度	Yc
せん断強度	S
縦軸方向曲げ弾性係数	Ebx
横軸方向曲げ弾性係数	Eby
縦軸方向曲げ強度	Xb
横軸方向曲げ強度	Yb
シャルピー衝撃強度	
縦軸マトリックス	Qxx
横軸マトリックス	Qyy
せん断マトリックス	Qxy

※ スペース・キーで選択

再起動 前画面 終了 決定

■ 2 項目対比図表示例

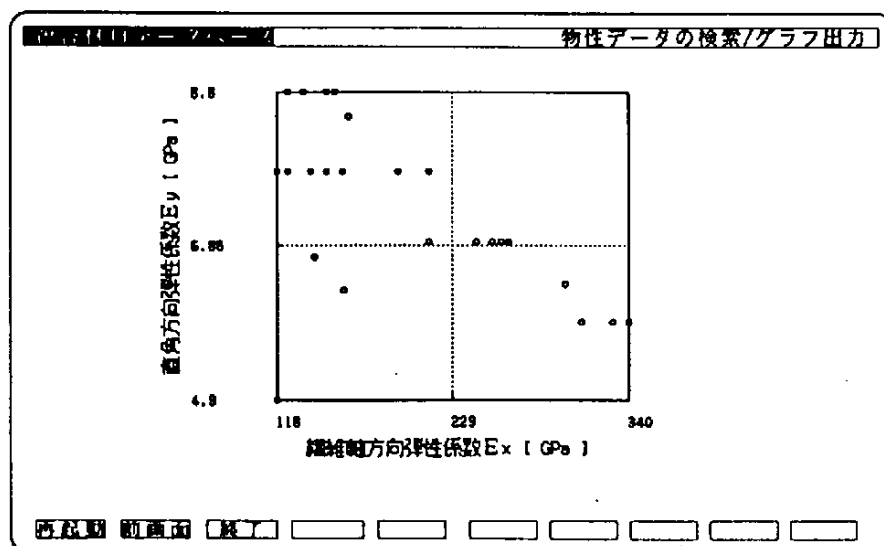


図 3 - 4 データベースからの図の作成

4. プロトタイプデータベースの構築

4. 1 プロトタイプ・ファクトデータベース

4. 1. 1 登録データソース概説

先進複合材料は、宇宙・航空関係の一次構造部材などの主要な分野に多用されつつあるのが現状だが、本複合材料は歴史の短い新素材であるため設計に供するデータが乏しく、本材料に関する種々の研究成果を有効に活用することが不可欠であると考えられ、先進複合材料の情報を系統的に収集するシステムを構築することが急務となっている。

今回このような観点から開発を進めている複合材料構造用データベースを有効に活用するためには、ユーザーの立場に立脚した使い勝手の良いシステムの開発と、設計に役立つデータソースの選定が重要な要因となることは言うまでもない。新素材の開発の手段の一つとして異種材料を組み合わせ、単体にはない特性を附加した複合構造体を取り扱う複合材料工学の進展は目を見張るものがあり、その研究発表件数も増加の一途をたどっている。国内では日本複合材料学会および（社）強化プラスチック協会を中心として、日本機械学会、日本材料学会、高分子学会、日本金属学会、日本繊維学会、日本繊維機械学会、プラスチック成形加工学会などでもそれぞれの年次大会で複合材料に関するセッションを設けるなどして活性化が図られている。

また複合材料に関する国際会議も、ICCM（国際複合材料会議）、SAMPE（先端材料会議）などを中心としてますます隆盛をきわめるに至っている。これらの研究の進展は、1981年より8ヶ年にわたる通産省工業技術院の次世代基盤産業研究開発プロジェクトの一つに先進複合材料が取り上げられたことにより、更に加速したことは周知のとおりである。

このような活発な研究成果の動向を、複合材料の設計データなどに有効に活用するための方策も種々取り上げてきた。特に、財団法人次世代金属・複合材料研究開発協会が行ってきた結晶制御合金・複合材料次世代技術調査事業の中で、複合材料技術動向調査研究が昭和1981年から始まり、学会、国立研究機関、民間企業の学識経験者等のグループが国内外の先端複合材料の技術動向や特許出願状況を継続的に調べ、これらの結果を調査分析してきた。これらの調査は先進複合材料の研究開発の動向を的確に捉え、将来の方向を見極めるのにきわめて有用であるが、本材料の設計などに直接利用するためには具体性に乏しいなどの短所を一方では有している。そこで複合材料の研究開発情報を系統的に収集するシステムが必要となり、同協会が昭和59年から行ってきた先進複合材料データシート集などの刊行もそれらの要求に答えるものであった。今回開発しようとしているデー

タ収集システムにおけるデータソースにこれまで長年蓄積してきた技術動向資料を加えることは誠に有用なことである。

そこで本システムではデータソースとして次の3つを取り上げている。

- ① 複合材料製造各社のカタログ
- ② 学術文献
- ③ 複合材料次世代技術動向調査研究

①のカタログファクトデータは日進月歩の複合材料における最新情報を把握する有用な手段の一つとして、複合材料製造に携わる内外のメーカーから出している技術データを収録するものである。

②の学術文献データは、複合材料の設計に有用な研究論文及び研究データを学・官界の学識経験者に選んでもらい、それからファクトデータを構築するものである。複合材料に関する研究成果を取り扱っている学術誌は多岐にわたっているため、今回利用したデータソースとしてJOIS、JARDAS及び最新の複合材料に関するハンドブックなどを用いた。

JOISは日本科学技術情報センター(JICST)が行っている日本で最大のデータベースの一つであり、複合材料に関する多数の情報を収録している。

JARDASは強化プラスチック協会が開発した強化プラスチックデータベースであり、FRPに関連する国内および国外の技術文献の調査・検索業務を、手持ちのパソコンおよび強化プラスチック協会誌、文献の原資料を連動させて、手軽に行わせようとするもので、強化プラスチック協会の行うデータサービスシステムの一環を構成するものである。調査対象は表4.1-1に示すように約40種類の複合材料に関する学術誌、国公立研究所所報、各種論文集などである。JARDASは独自の複合材料に限定された文献キーワードと抄録によって各論文の特徴付けがなされるなどユニークなデータベースであり現在既に6000件以上の情報を収録している。

次に、今回対象とした最新の複合材料に関するハンドブックとしては、日本複合材料学会が創立15周年の記念事業として1990年に刊行された「複合材料ハンドブック」と、次世代金属・複合材料研究開発協会によって編集され、日本規格協会から1990年に刊行された「次世代複合材料技術ハンドブック」である。前者の複合材料ハンドブックは、1971年に日科技連出版社より出された「複合材料工学」のあとを受けて、約20年ぶりにわが国で刊行された複合材料工学分野での大型ハンドブックである。本書の特色は、汎用から先進にいたる複合材料科学技術の新鮮で豊富な情報を体系的かつ的確に網羅しており、解説書というより必要に応じて引く事典として役立つことに編集の主眼が置かれているため、今回のデータベースとして適格であると考えられる。本書の内容を要約すると次の

ように表される。

- I 複合材料の力学：基礎理論、複合構造としての力学
- II 複合材料の物性：力学特性、電気的性質、磁氣的性質、
光学的性質、熱的性質、防振・制御、
化学的性質、界面物性、放射線特性
- III 材料と成形法：素材、界面、予備成形材料、成形法、各種
複合材料の特性
- IV 設計：設計法と複合材構造の設計
- V 試験・検査：各種試験法、非破壊検査法、試験データの
処理
- VI 応用：FRP, MMC, FRCの用途概要

③の複合材料次世代技術動向調査研究は次世代金属・複合材料研究開発協会によって編集され、日本機械工業連合会のもとで刊行された結晶制御合金・複合材料次世代技術調査研究報告書の中で下記に示すものをデータソースとするものである。

- 1. 昭和59年度 複合材料次世代技術動向調査研究別冊
- 2. 昭和60年度 複合材料次世代技術動向調査研究別冊
- 3. 昭和61年度 複合材料次世代技術動向調査研究別冊

更に、日本鉄鋼協会の中の新素材試験評価調査委員会が作成した下記のものを加えている。

- 4. 新素材試験評価調査委員会・繊維強化金属WG文献抄録集
(昭和61年3月刊行)

また、次世代金属・複合材料研究開発協会が8年間の次世代複合材料研究開発プロジェクトの結果をまとめたものとして

- 5. 次世代複合材料技術ハンドブック が刊行されている。

最初に3ヶ年にわたり刊行された複合材料次世代技術動向調査研究別冊は次世代金属・複合材料研究開発協会が進めてきた複合材料次世代技術調査研究を補う形で刊行されたものである。技術調査研究の方は学識経験者によって先進複合材料の研究開発の動向を的確に捉え、将来の方向の示唆するのにきわめて有用であったが、本材料の設計などに直接利用するためには具体性に乏しいなどの短所を指摘されていた。そこで、これらの短所を補うものとして、先進複合材料の技術の発展及び設計に寄与すると考えられる文献を選択し、そこに記載されている図表をデータシートの形式で系統的に収録する別冊が刊行された。

昭和59年度複合材料次世代技術動向調査研究別冊は先進複合材料のデータ収集の初年度として樹脂系複合材料の静的特性と疲労特性に関係した

文献を中心として収録されている。対象文献は昭和58年度次世代複合材料技術動向調査において取り上げた論文を軸にして選定されている。収録論文集は43件である。

昭和60年度複合材料次世代技術動向調査研究別冊は昭和59年度別冊に引き続き、昭和59年度次世代複合材料技術動向調査で取り上げた文献の中から樹脂系複合材料の静的特性、疲労特性、衝撃特性、クリープ特性に属する主要な文献を選びそこに含まれる図表をデータシート集の形式で収録されている。収録論文集は40件である。

昭和61年度複合材料技術動向調査研究別冊では金属系複合材料のデータ収集を行っており、昭和56年度～昭和58年度の次世代技術動向調査報告書に挙げられた文献及び昭和59年度から現在までのJICST文献を軸に選び出し、そこに記載されている図表をこれまでの別冊と同じデータシート集の形式で収録している。収録論文集は48件である。

次に新素材試験評価調査委員会・繊維強化金属WG文献抄録は、鉄鋼協会の中に設けられた「新素材試験評価調査委員会」の中の繊維強化金属ワーキンググループの、昭和60年度の活動の一環として生まれた成果である。文献は主として日本科学技術情報センター（JICST）に収録されている文献のうち、試験法に関係があると思われるものを抽出し、抄録したものである。構成は、静的試験、疲労特性など11項目に分けて試験項目を分類している。強化繊維は20種類、マトリックスは6種類にわっており、収録されている件数は373件である。

次に「次世代複合材料技術ハンドブック」は次世代金属・複合材料研究開発協会が通商産業省の設けた“次世代複合材料研究開発プロジェクト”の遂行によって得られた成果をもとに編集されたものである。このプロジェクトでは、航空宇宙、自動車工業が要求する高耐熱性先端複合材料の研究開発に重点を置き、対象を高分子マトリックス系複合材料と金属マトリックス系複合材料の二つとして、1981年から8ヶ年にわたる産官学の密接な組織的協力の下に実施された。研究開発予算約46億円のもとに当初の高温引張強さのターゲットを見事にクリアーするなど多くの独創的成果を得ている。本書は下記のような構成から成っている。

I 総説

II 樹脂系複合材料：高性能FRP素材、成形加工技術

III 金属系複合材料：高性能FRM素材、成形加工技術

IV 構造設計技術：素材開発指標設定、最適設計プログラム、 複合材料品質評価技術

VI データベースの構築

01 強化プラスチック	35 Adhesive Age
02 日本複合材料学会誌(Q) (欧文誌も含む)	36 Journal of Adhesion
	37 NASA (TP. CR. TM. TN)
	38 Plastics Engineering
	39 Plastics Technology
	40 A I A A J.
11 Composites(Q)	41 機械技術研究所所報
12 Composites Science and Technology	42 製品科学研究所所報
13 Journal of Composite Materials(Q)	43 繊維高分子材料研究所所報
14 Reinforced Plastics	
15 Journal of Reinforced Plastics and Composites	45 建築研究所所報
16 Composite Structures	46 土木研究所所報
17 SAMPE (Q)	47 航技研所報
18 ASME Applied Mechanics	48 化学技術研究所所報
21 日本材料学会誌「材料」	51 FRP 総合講演会
22 日本機械学会誌および論文集	52 複合材料シンポジウム
23 日本航空宇宙学会誌	53 FRP シンポジウム
24 材料システム	54 SPI
25 繊維機械学会誌	55 SAMPE シンポジウム
26 繊維学会誌	56 ICCM
27 高分子	57 SPE Annual Conference
28 高分子論文集	58 ICCS
30 Experimental Technology	
31 Experimental Mechanics	
32 Journal of Material Science	
33 Kunststoffe	
34 Modern Plastics International	

表4. 1-1 JARDAS データベースにおける対象データソース

4. 1. 2 強化プラスチック

(1) ガラス繊維強化樹脂系複合材料 (GFRP)

高分子系の繊維強化複合材料は実用化され始めてから約50年の歴史を有し、わが国でも年間約50万トン台の生産量を示すようになっている。その間の技術の進展は素晴らしいものであるが、図4.1-1に示すように3つの世代に分類できると思われる¹⁾。その中で第1世代の主流がGFRPである。

本世代の材料は軽量性の改善を目指したものが多くの特徴である。大量生産向きのモールディング・コンパウンド法では成形法の制約から繊維含有量は50%以下の比較的低いものが多く、顕著な比強度、比剛性（引張弾性率／密度）をもつ成形材料は望めない。例外としてFW法では繊維含有量が50%以上の高い材料が製作可能のため、比強度が6～8 ($\times 10^4$ m)もある高性能の材料が得られるが、比剛性は2 ($\times 10^6$ m)程度どまりとなっている。

GFRPは強化繊維であるガラス繊維の優れた力学的特性と低コストの特色を生かし、強化材としてガラス繊維単体または先端繊維とのハイブリッドの形で用いられることにより、優れた特性を引き出すことができる。また、マトリックス材料の方も熱硬化性樹脂はもちろん第3世代の熱可塑性樹脂の数多くの組み合わせが考えられ、繊維／樹脂界面の界面制御技術の進歩とともに、GFRPの汎用から先端の工業用用途はますます伸びるものと期待される。

GFRPに関する文献はJARDASデータベースに系統的に数多く収録されており、本データソースの一つであるJARDASからGFRPの有用なファクトデータが収録することができる。

(2) 炭素繊維強化樹脂系複合材料 (CFRP)

CFRPは第2世代を代表する複合材料である。1970年代に入り炭素繊維、アラミド繊維など多くの優れた強化材が実用化に入り、これらの繊維をベースにした高性能の高分子系複合材料が宇宙、航空をはじめ多くの分野に進出した。

本世代の材料は高剛性、高強度の特性を重視する立場から、マトリックスは粘度が低く、強化材とよく濡れ、成形後は耐熱性や固さなどが良好な熱硬化性樹脂であるエポキシ樹脂が主として用いられている。本材料の繊維含有量は一般に50%以上と高く、プリプレグシートをハンドレイアップ法やFW法で成形したり、引き抜き法を用いている。しかし熱硬化性樹脂は硬化反応を伴うため本材料の作業性や生産性は必ずしも良くない。

CFRPの強化繊維として、今日PAN系とピッチ系が主流をなしており、高剛性・高強度を目指した性能向上の開発が急ピッチである。またマトリックスもエポキシ樹脂に代表される熱可塑性樹脂を用いたCFRPも開発され、耐熱性、耐衝撃性、耐疲労性などの向上がはかられ、今後ますます用途拡大がなされるものと考えられる。

CFRPに関するファクトデータは先進複合材料を主として取り扱ったデータシート集である次世代技術動向調査研究別冊に系統的に収録されており、次世代複合材料ハンドブックにも数多く含まれている。その他、複合材料ハンドブックにもCFRP、GFRPのファクトデータが多く含まれている。

参考文献

- 1)前川善一郎，機械の研究，43,1(1991) PP15-22.

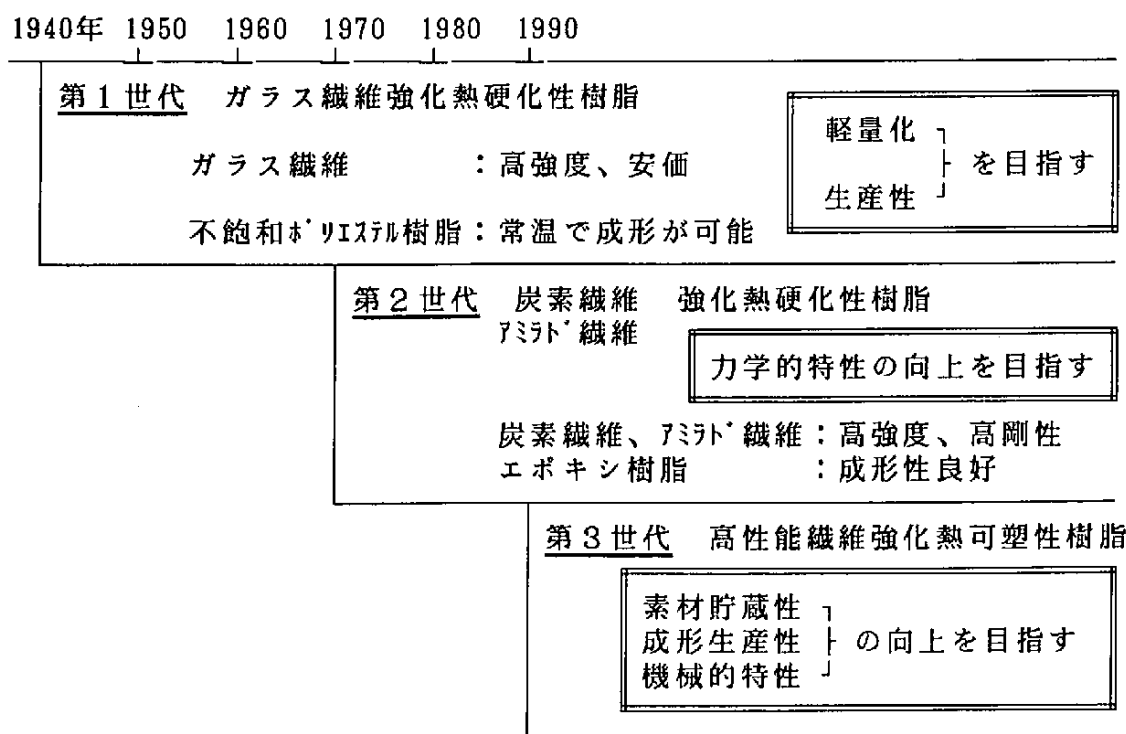


図4. 1-1 高分子系繊維強化複合材料の発展の歴史

4. 1. 3 強化金属

(1) 繊維強化金属系複合材料(FRM)

FRMのデータを抽出した文献は前述4.1.1項の文献のうち、主として昭和61年度先進複合材料特性データシート第3集および昭和61年度新素材試験評価調査委員会・繊維強化金属WG文献抄録である。

上記文献類に記載されている文献数を強化繊維別・母材別に類分け

すると表4. 1. 3-1 および表4. 1. 3-2 の様になる。

		母 材				計
		Al	Ti	Mg	Cu	
強 化 材 纖 維	CVD 纖維	7	3			11
	C	7		2	1	10
	Al ₂ O ₃	5		2		7
	pc Sic	4				4
	ウイカ短纖維 粒子	11				11
計		34	3	4	1	42

表4. 1. 3-1 先進複合材料特性データシートFRM文献数

		母材										計	
		Al	Al / Cu	Al / Li	Al / Ti	ア ロ イ	Cu	Cu / Sn	Mg	Ni	S U S		Ti
強化材 繊維	Al ₂ O ₃			3	13				1				17
	B	48			2							8	58
	C	17	1			1	3	2	1				25
	ガラス	2											2
	pc Sic	14										2	16
	w Sic	16											16
	Steel	2											2
	S U S	2											2
	Tac									2			2
	W					6	2			2	2		12
	Y203									1			1
計		101	1	3	15	7	5	2	2	5	2	10	153

表4. 1. 3-2 新素材試験評価調査委員会 繊維強化金属WG文献抄録数

特記：UD-共晶に関する文献は上記の表以外で、5件を収録している。

(2) 酸化物分散強化合金 (ODS)

金属の強化法のなかで高温強度の強化に最も適しているのが粒子分散強化であり、1940年代のSAPの開発や1960年代のTD-Niの開発等、その歴史は古い。一般に分散強化合金は表4. 1. 3-3⁽¹⁾に示すように種々の方法での作製が試みられており酸化物、窒化物、炭化物など高温で安定な微細粒子をマトリクス金属中に均一に分散させ、室温強度を高める

とともに高温での強度低下を少なくすることを目的としている。しかし、性能、経済性、安全性等の問題より本格的な実用化には至らなかった。

最近のメカニカルアロイング法等の新しい技術の開発によりこれらの問題も解決されそうであり、酸化物分散強化合金 (Oxide Dis-persion Strengthened Alloy; ODS Ally) を中心とした研究開発が進んでいる。

分離	方法	実施例
粉末混合法		一般的
固相変態法		Mg-ZrB ₂ , Al-FeAl ₃
気相・固相 反応法	内部酸化法 表面酸化法 還元法 or 酸化還元法 気相メッキ法	Cu-Al ₂ O ₃ , Ag-MgO, Ni-Al ₂ O ₃ SAP Fe-Al ₂ O ₃ , Cu-BeO Au, Ni, Crメッキ
気相・液相反応法		Ni-Al ₂ O ₃
液相・液相 反応法	共沈法 水溶液法 電気メッキ法	TD-Ni, TD-Ni-Cr Fe-Al ₂ O ₃ Ni-Al ₂ O ₃
液相・液相反応法		Al-FeAl ₃

表4. 1. 3-3 分散強化合金製造方法の分類

最もよく知られているODS鋼であるMA957鋼は粉末混合法のうち、米国INCO社で開発されたメカニカルアロイング (MA) 法⁽²⁾によって作製されたものである。MA法は近年注目を集めつつある新プロセス技術の一つであり、学会誌等でも関連記事が多くなっている。⁽³⁾ MA957鋼で高温強度を実現するための分散相として用いられているY₂O₃はNi基超合金におけるγ'や一般の炭化物と比べて表4. 1. 3-4のように高温まで非常に安定な化合物であり、高温強化には非常に有利である。しかしながらイットリウムは鋼に添加、溶製するとスラグとして分離してしまうので、MA法が開発される以前にはその利用は不可能であった。

相	1273Kにおける生成自由エネルギーの 概略値 (KJ/mol)
γ'	105
炭化物	170
Y ₂ O ₃	920

表4. 1. 3-4 各種強化相の安定性

現在の研究の主流はニッケル基、鉄基合金であり、アルミ基や銅基合

金のODS合金の研究も増えつつある。

ODS合金に関する研究はプロセッシングに関する個別的な問題を取扱ったものから、材料系の基礎物性について取扱うもの、製品の各種特性の評価を行なうもの等に大別されており、

"New Materials by Mechanical Alloying Techniques",

"Mechanical Behaviour of Materials",

"Advances in Powder Metallurgy",

"Solid State Powder Processing"

"SAMPE"等の国際会議を始めとして、材料系の国際会議において多くの報告が行なわれている。更に、材料関連の学術誌には多くの基礎的な問題をも含めた論文が発表されており、容易に入手出来る文献としても毎年1000編近いものが発表されている。

今回の材料データベースにおいてはこれらの膨大なデータの中より、工学的に重要でありかつデータ取得の経過がある程度明らかにされている論文を選びデータベースに採用する事とした。本来、材料データベースには過去の歴史的な意味でも重要であった文献を採用すべきであるが、材料の進化の速度の早さや時間的な余裕の欠如の為、身近かな所で注目された限られた個数のデータ入力になってしまっている。

今後、幅広く情報検索を行ない、基本的なデータは網羅するように努める予定であり、数値データに限定せず、画像情報等も積極的に取入れるように計画している。又、応用範囲も限定せず、耐環境性耐熱材料としてのあらゆる用途にたいして必要なデータを供給出来るようなデータベースを構築する予定である。

参考文献

- (1) 山田銑一、複合材料技術集成、産業技術センター、(1976)p.513.
- (2) J.S.Benjamin,"Dispersion strengthened superalloys by mechanical alloying",Metallurgical Transactions, 1(1970)2943-2951.
- (3) 例えば日本金属学会会報, Vol.27(1988),No.10.
- (4) K.Asano,Y.Kohno,A.Kohyama,T.Suzuki and H.Kusanagi, "Microstructural evolution of an oxide dispersion strengthened steel under charged Particle irradiation",Journal of Nuclear Materials, 155-157(1988)928-934

4. 1. 4 強化セラミックス

(1) 繊維強化セラミックス系複合材料 (FRC)

セラミックスをマトリックスとする複合材料 (FRC) は、主として、1) 金属/セラミックス、2) セラミックス/セラミックスの組合せが用いられるのが一般的である。通常 FRC には炭素やセメントをマトリックスとするものは含めないことが多いので、ここでもこれらを除外することとする。セラミックス基複合材料の成形・加工法は現時点では確立されているわけではなく、研究開発の途上にある。基本的には従来からのセラミックスの種々の成形方法をうまく組み合わせて利用されることが多く、成形方法は多岐にわたる。そこではじめに FRC の素材構成及び成形法の現状¹⁾について概説し、その後実際に蓄積したプロトタイプデータベースについて述べることにする。

① マトリックス

セラミックス基複合材料のマトリックスに用いられる材料は、1) ガラス、2) ガラスセラミックス、3) 酸化物セラミックス、4) 窒化物セラミックスに大別される。

ガラス材料としては、ほう珪酸、アルミノ珪酸、高珪酸がある。ガラスセラミックス材料 (結晶化ガラス) のうち FRC のマトリックスに用いられるものとして、リチウムアルミノシリケート (LITHIUM-ALUMINOSILICATES, LAS) カルシウムアルミノシリケート (CALCIUM-ALUMINOSILICATES, CAS), マグネシウムアルミノシリケート (MAGNESIUM-ALUMINOSILICATES, MAS) などがある。これらの材料の特徴は、熱膨張係数が小さく、比重がアルミニウム程度と小さいことである。

酸化物系セラミックスには多くの種類があるが、中でもアルミナ (Aluminium Oxide, ALUMINA; Al_2O_3) やマグネシア (Magnesium Oxide, MAGNESIA; MgO) やムライト (MULLITE) がマトリックス材料として古くから検討されている。酸化物系セラミックスは、イオン結合性が強いために高温では軟化しやすく金属材料のように大きな延性を示す材料である。

窒化物系セラミックスの代表として、 Si_3N_4 、 TiN 、 AlN 、 $SiAlON$ などがある。 SiC は炭化物系の代表であり、共有結合性は 90% と高温強度は現状のエンジニアリングセラミックス中最も高いクラスに入る。 Si_3N_4 と比較すると、破壊靱性が低く、また難焼結材料であるため、焼結助材を添加して易焼結性を付与することが多い。

その他のエンジニアリングセラミックスとして、ジルコニア (Zir-

conium Oxide, ZIRCONIA; ZrO_2) が注目されている。工業材料としてのジルコニアには、1) 安定化ジルコニア (Fully Stabilized Zirconia, FSZ)、2) 部分安定化ジルコニア (Partially Stabilized Zirconia, PSZ) がある。

②強化材

FRC用の強化繊維を大別すると、1) 高融点系の金属繊維、2) セラミックス系の繊維、3) セラミックス系のウスカ、4) セラミックス系のフレーク・粒子などがある。

高融点系金属繊維にはTa, Mo, W, Nb, Ni系の繊維およびステンレス繊維が用いられている。高伸度、高電気絶縁性が特徴で、比重が大きいのが欠点である。複合化による破壊エネルギーの向上には効果がある。

セラミックス系繊維を直径で大別すると、直径が $140\mu m$ 前後のCVD法によりつくられるBやSiC繊維と、直径 $10\mu m$ 前後のSiC, Al_2O_3 , SiO_2 および Si_3N_4 などの繊維がある。セラミックス系繊維の利点は言うまでもなく、高温まで室温での強度や弾性率を保持できるという点である。

強化素材としてのウスカには主に、セラミックスと炭素系がある。現在よく用いられているものには、SiC, Si_3N_4 , Al_2O_3 , B_4C およびグラファイトのウスカがある。直径が小さくなると、理論強度に近い強度が期待できるのが特徴である。

フレーク状の強化材として、SiC, BN, グラファイトなどが用いられており、異方性の大きな強化素材の一つである。また、セラミックス粒子としてはSiC, Si_3N_4 , Al_2O_3 などが用いられおり、寸法や粒度分布を任意に変えうるが、複合化後の応力集中には注意を要する。

③製造方法

セラミックス基複合材料の製造方法は図4. 1. 4-1 に示すように、1) 予備成形体の製造、2) 複合体の製造、およびⅢ) 複合材料の二次加工、の3段階の製造プロセスからなっている。

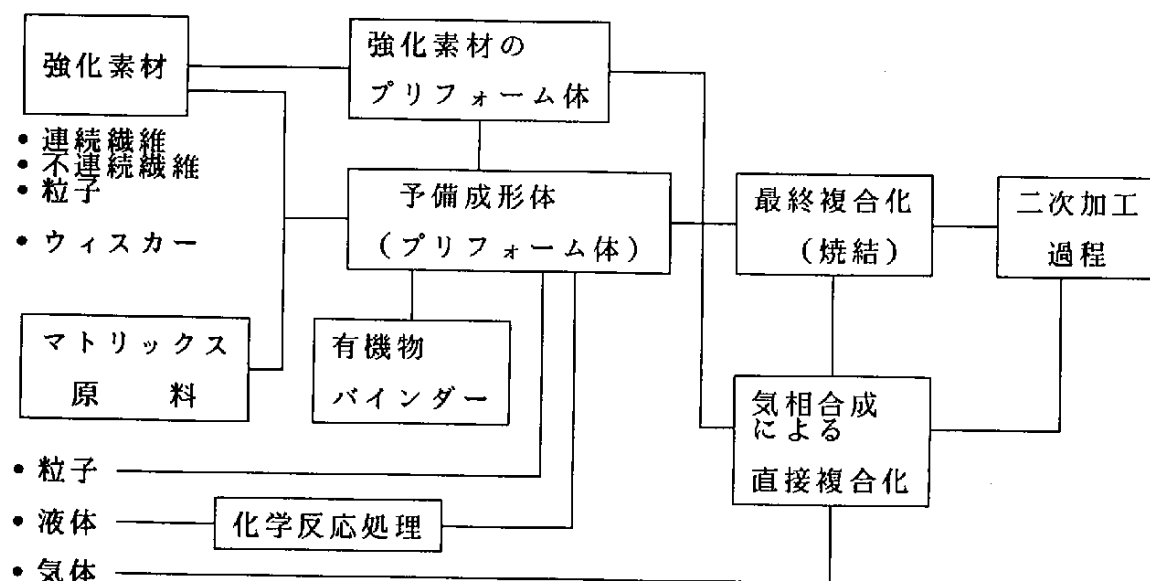


図4. 1. 4-1 FRC材の成形の流れ図

最終的な複合体を得るための製造方法として、1) 高温、高圧を利用する方法、2) 気体からの化学反応を利用する方法、3) 有機ポリマからの合成を利用する方法、4) 液相状態を用いる方法、5) 金属とセラミックス、あるいはセラミックスとセラミックス間の反応を利用する方法、などがある。

高温、高圧を利用する成形法の中で、常圧焼成は最も単純な成形方法であり、ウイスキー、フレーク、不連続繊維を強化材とする複合材料の成形に用いられる。強化素材とセラミックス粉末の複合体を金型やラバープレスあるいはCIP（冷間等方圧プレス）などにより目的とする形状に固めたものを大気中もしくは不活性ガス雰囲気中で焼成する。

加圧焼結はホットプレスを用いる方法が基本である。この方法は、予備成形した強化素材とセラミックス粉末の混合体を黒鉛などのモールドに入れて、高温下で高圧を加えることにより成形する。またHIP（熱間等方圧プレス）法は予備成形体をガラスやステンレスなどの密閉した容器の中に封入し、高温、高圧で成形する方法である。

CVD法は、原理的には反応装置中に原料となるガスを導入し、減圧されたガスを基板表面で化学反応させる方法である。マトリックスの種類としては、 SiC 、 Si_3N_4 、 B_4C 、 BN 、 TiB_2 、炭素などの系が試みられている。

CVI法が通常のCVD法と異なる点は、CVD法よりも短時間で成形できるとともに、プリフォーム体内部に析出させるので、厚さのあるものを成形できることである。基本原理は単純で、強化素材の予備成形

体に温度や圧力の勾配をつけて、予備成形体の内部にもマトリックスの析出を可能にしたものである。

有機ポリマからの合成を利用する方法は、ポリシラザン、ポリカルボシランやポリシラスチレンなどの有機ポリマからSiCやSi₃N₄を合成してマトリックスとする方法である。この方法では通常、有機ポリマに強化素材とセラミックス粉末を混合したものを適当な溶媒に溶かして、成形・焼成する。

その他、液体の化学反応により成形する方法として、ゾルゲル法が最近注目されている。この方法は、液体（前駆体ゾル）をマトリックスの原料として用い、常温付近で繊維に付着させたウスカ、粒子をゾル中に混合したものをゲル化させこれを最終的に焼結して成形する方法である。

(2) 登録データ

上述のようなFRCの素材、成形法の現状を踏まえ、文献データシートにおける素材構成および成形法を設定した。特に成形加工法が現時点では確立されておらず、暗中模索の段階であるということを鑑み、FRCについては強化材、強化材の形態および母材の種類の記号に”その他(0, OTHERS)”を設け今後の開発の展開に対応できるよう配慮した。

今回のプロトタイプ文献データベースを作製するにあたり、FRCに関してまとまった報告がなされた、第1回日本国際SAMPEシンポジウム(1st Japan International SAMPE Symposium, Nov. 28-Dec. 1, 1989)と第3回欧州複合材料会議(Third European Conference on Composite Materials, March 20-23, 1989)における研究報告²⁾を中心に文献を選択した。その際、できるだけ幅広いタイプのFRCを対象にするよう心掛けた。

実際に文献データとして採用した研究報告のFRC材料の内訳は、SiCウスカ強化窒化珪素(SC/Si₃N₄-W)、粒子分散型SiC/SiC(SC/SiC-P)、一方向SiC強化LASガラス複合体(SC/GLACE-C)、SiCウスカ強化MgO(SC/OTHER-W)、ジルコニア含有ムライト複合体(0/MULIT-P)、SiC/MgO ナノコンポジット(SC/OTHER-P)、強化材および母材がともにSi-Ti-C-Oの複合材(0/OTHER-C, 0/OTHER-C)である。この内、SiC/MgO ナノコンポジット(SC/OTHER-P)は便宜上、粒子分散型に分類したが、厳密には粒内強化（ナノ複合粒子）というFRP, FRMなどの他の複合材にはみられない新しいタイプの複合材である。また成形法の内訳は、常圧成形、加圧焼成が多く、そのほか熱間圧縮成形、限外濾過法、ゾルゲル法など最近の成形法なども取り上げた。

特にFRCのプロセッシングについては未だ十分に確立されておらず、種々の新しい成形法が今後続々と開発されるものと考えられる。

今後、できる限り幅広い文献ファクトデータを蓄積する必要があることは言うまでもないが、成形法に関する研究開発が日進月歩の勢いで進められているFRC材料の場合には同一の素材構成であっても、成形法の進歩と共にファクトデータそのものが変化してくると予想され、したがって、ファクトデータの蓄積・検索および解析にあたっては、製造年月が重要な情報となるであろう。またFRCにおいては、有機物バインダの種類、焼成温度、成形圧力、極微量元素、素材粉末製造履歴、粒度分布などが成形複合体の強度特性や各種機能性に及ぼす影響が大きいと考えられており、これらの情報を含んだデータベースにどのように発展させてゆくかが、今後の課題となるであろう。

参考文献

- (1) 香川豊、八多博志、セラミックス基複合材料、アグネ承風社。
- (2) 平成元年度先進材料次世代技術動向調査報告書(下巻)、P P. 164-173(1990)。

4. 1. 5 登録・検索システム

上記の抽出データを収録・蓄積・検索を可能とするための登録システムを下記の様に設定した。

(1) データの分類と登録様式の設定

文献データシート及び図表データシート(図4-2-2 その1, その2)を設定し、データ番号・特性値分類・出典名・材料種類等を記入した。各シートは画像としても収録できるものとした。このシート類はFRP・FRM・ODS・FRCに共通の様式であるが特性値分類は12項目について、又、材料種類については強化材・母材・強化材形態についての分類コードを設定している。

(2) データ登録要領

各地に分散するデータ提供者やデータベース入力作業者が登録作業を分担できるように、データ登録要領(表4. 1. 5-1)を定めた。この要領では各材料種類ごとにデータシートの記入要領を定めている。

(3) データの登録・検索

各データシートの登録・検索は4. 2. 2(6)項のイメージデータベースで収録・試行した。

表 4. 1. 5 - 1

データシート登録要領

(財)次世代金属・複合材料研究開発協会

この要領書は当協会のACMDB-PFDデータベースに登録する文献データシートの作成・登録処理の要領について定める。

1. 文献データシートの様式

(付-1)および(付-2)による。(省略)

2. 文献データシートの記入要領

複合材料の種類(FRP, FRM, ODS, FRC)ごとに設定し、強化材・母材・強化材の形態等は、その種類ごとに材料コード(付-3)を定める。(省略)

3. データ番号の記入

データ番号は当協会にて記入する。各識別コードは(付-4)による。(省略)

例) 91. P. { 001-01-0001 } { } 内は登録番号

↓ ↓ ↓ ↓ ↳ 記入者別帳票連続番号
西暦年度 | ↓ 記入者識別コード
↓ 記入元団体識別コード

複合材料の種類(P:FRP, M:FRM, D:ODS, C:FRC)

4. データ登録手順

	担当	担当作業
(1)	協会担当者	記入者へデータシート用紙と登録要領(本書)の配布。
(2)	記入者	データ記入後、協会へ原紙を返却(郵送)。
(3)	協会担当者	原紙に登録番号を朱印で記入し、複写後、入力作業者に原紙を送る。
(4)	協会担当者	データの記入者には写しを返送。(記入者の控え)。
(5)	入力作業員	(3)項で送付された原紙により、スキャナで読み取り光ディスクに登録する。 このディスクは定期的にバックアップしておく。 登録した全てのデータの計算機プリント出力と朱印のある原紙を協会担当者へ送る。
(6)	協会担当者	原紙は5年間保管する。

5. データ登録の注意点

各データシートはイメージスキャナで計算機に読み込まれるので、鮮明であること。
協会は記入者に不鮮明である計算機プリント出力を返却するので、記入者は計算機での出力状況が適切になるよう原紙記入要領に習熟して、協会に再度原紙を送り、登録改訂をする。登録改訂の手続きは初回と同様とする。

6. 登録データの検索は下記で可能とする。

検索可能な帳票

(1)データ番号の各識別記号と番号	データシートのみ
(2)分類の番号	データシートと 図表
(3)資料年度	データシートのみ
(4)材料の強化材・強化材形態と母材コード	データシートと 図表
(5)内容のコード	図表のみ
1)材料仕様	図表のみ
2)試験法	図表のみ
3)結果	図表のみ

4. 2 プロトタイプ・マネジメントシステム

4. 2. 1 材料特性データベース

(1) 基本コンセプト

先進複合材料の特性データに関するデータベースを構築するためのプロトタイプシステムを考える。世界の材料データベースを参考に、強化繊維、マトリックス、複合材料に関する国内使用の使いやすいデータベースとする。特性データは生のデータ以外に、平均値、下限値、あるいは範囲なども収録され、一方、複合材料設計に関する簡単な計算などが行えるものとする。企業、大学、高専、試験・研究機関などでの幅広い応用が可能なものとする。

(2) 設計目標

パソコンで動作し、データベースの基本システムはdBASEを採用する。周辺プログラムはBASICやC言語を用いて組み上げる。表記は、国内使用を考慮して日本語とする。工業技術院による次世代産業基盤技術研究開発制度で、すでに開発が終わった大型機用の同種のシステムPRODACOM(Property Database for Advanced Composite Materials)の基本的枠組を踏襲し、欠点であった検索の困難性を改めること、入力項目を材料開発の立場ではなく材料ユーザの立場で再編成すること、などの改良を行う。また、将来の知的データベースあるいは知識ベースへの発展を考慮して、オブジェクト指向による特性データベースの考え方も取り入れる。

複合材料構造の設計に際し必要となる簡単な計算としては次のもの考える。

プライ特性：弾性定数、熱膨張係数、輸送特性、

積層板特性：面内剛性、曲げ剛性、プライ応力、プライひずみ、強度

積層設計：必要な面内剛性、曲げ剛性、あるいは強度を有する積層構成

これらはBASIC言語を用いて開発し、必要な材料特性がデータベースから得られるようにする。なお、将来の知的データベースあるいは知識ベースへの発展を考慮して、オブジェクト指向の代表的言語であるSmalltalkによる各種の計算についても基礎的検討を行う。

(3) 入力項目の検討

世界の材料データベースの新しい構築方法の流れを勘案し、PRODACOMの骨格にASTM案の項目を可能なかぎり取り入れた。ひとつは、材料そのものの詳細な記述であり、もうひとつは、特性データを、

提供者側として最適な記述と、ユーザ側として最適な記述とに分離し、両者に妥協しない記述としたことである。この結果として格納データ量は大きくなるが、パソコンの進歩はそれを支援する環境を与えている。ここでは、強化繊維、マトリックス、そして複合材料そのものを記述する詳細な入力項目と、それらの特性データを記述する入力項目を検討した。

(a) データの基本構造

先進複合材料のための特性データの基本的構造を図4-2-1に示す。すなわち、材料データベースは材料データの集合であり(図4-2-1 a)、材料データは材料と試験データの組であり(図4-2-1 b)、試験データは平板試験データの集合であり(図4-2-1 c)、材料は積層構成を持つものと持たないものに分かれ、射出成形、SMC、あるいはBMCなどで製作される平板は、平板、繊維の集合、マトリックス、副資材、製作法、文献の場合の原典、そして材料注釈からなっている(図4-2-1 d)。積層平板の場合、積層平板、積層構成、製作法、文献の場合の原典、そして材料注釈からなっている(図4-2-1 e)。一方、平板試験データは試験方法、試験片、および試験片データの集合、グラフ、代表値データ、そして試験注釈の組である(図4-2-1 f)。また、試験片データは試験条件および生データから構成されている。ここであげた各項目はそれぞれいくつかのデータフィールドを有している。

(b) データの詳細構造

強化繊維のデータフィールドを表4-2-1に、試験条件のデータフィールドを表4-2-2に、試験片のデータフィールドを表4-2-3に、そして引張特性値のデータフィールドを表4-2-4に示す。また、引張特性代表値のデータフィールドを表4-2-5に、マトリックスのデータフィールドを表4-2-6に、非積層型複合材料平板のデータフィールドを表4-2-7に、積層型複合材料平板のデータフィールドを表4-2-7に示す。PRODACOMに比べてフィールド数が大幅に増加しているが、これはPRODACOMがかなり自由な形式での入力を許容していたことに対して、ここでは検索を効率的に行うため定型的なフィールドが多くなったことによる。数値データは値とその単位の組として記述し、測定時の生のデータとSI単位系に換算したものとの組とした。実験者にとっては試験機から直接得られる単位系のデータが記述しやすく、ユーザにとっては統一的に換算されたデータが有効である。換算は自動的に行う。

表 4 - 2 - 1 強化繊維のデータフィールド

単位:バイト

フィールド番号	項 目 名	データ型	フィールド長
1	参照番号	数値	5
2	材料主分類	文字	20
3	材料副分類	文字	20
4	化学的分類	文字	20
5	材料名	文字	20
6	材料追加情報	文字	20
7	製品規格機関	文字	20
8	製品規格番号	文字	20
9	製品規格更新番号	文字	20
10	製品規格名称	文字	20
11	密度単位(測定値)	文字	10
12	密度値仮数(測定値)	数値	5
13	密度値指数(測定値)	数値	3
14	密度単位(換算値)	文字	10
15	密度値仮数(換算値)	数値	5
16	密度値指数(換算値)	数値	3
17	断面形状	文字	20
18	次元型1	文字	20
19	次元値仮数1	数値	5
20	次元値指数1	数値	3
21	次元単位1	文字	10
22	次元型2	文字	20
23	次元値仮数2	数値	5
24	次元値指数2	数値	3
25	次元単位2	文字	10
26	次元型3	文字	20
27	次元値仮数3	数値	5
28	次元値指数3	数値	3
29	次元単位3	文字	10
30	次元分布母数型	文字	20
31	次元分布母数値仮数	数値	5
32	次元分布母数値指数	数値	3
33	次元分布母数単位	文字	10
34	製造者	文字	20
35	製造者識別名称	文字	20
36	ロット番号	文字	20
37	製造日	文字	10
38	プロセス条件	文字	40
39	表面処理方法	文字	40
40	表面処理詳細	文字	40
41	サンプル形態	文字	20
42	製作処理	文字	20
43	プロセス処理者	文字	20
44	付加的情報	文字	40
45	サンプル経歴	文字	20
46	材料注釈リンク	数値	5
	合計		708

表 4 - 2 - 2 試験条件のデータフィールド

単位:バイト

フィールド番号	項 目 名	データ型	フィールド長
1	材料リンク	数値	5
2	試験主分類	文字	20
3	試験副分類	文字	20
4	試験名	文字	20
5	試験追加情報	文字	20
6	試験規格機関	文字	20
7	試験規格番号	文字	20
8	試験規格更新番号	文字	20
9	試験規格名称	文字	20
10	試験日	文字	10
11	試験者名	文字	20
12	試験機関	文字	20
13	試験機関所在地	文字	20
14	試験機関国	文字	20
15	試験機形式	文字	20
16	試験機名	文字	20
17	グリップ形式	文字	20
18	負荷方法	文字	20
19	負荷速度次元型	文字	20
20	負荷速度次元値仮数	数値	5
21	負荷速度次元値指数	数値	3
22	負荷速度次元単位	文字	10
23	ひずみ計測装置	文字	20
24	曲げひずみの検討	文字	20
25	データ採取方法	文字	20
26	破壊強度計算方法	文字	40
27	弾性定数計算方法	文字	40
28	破壊ひずみ計算方法	文字	40
29	試験雰囲気	文字	20
30	試験雰囲気温度値 (測定値)	数値	5
31	試験雰囲気温度単位 (測定値)	文字	10
32	試験雰囲気温度値 (換算値)	数値	5
33	試験雰囲気温度単位 (換算値)	文字	10
34	試験雰囲気湿度値 (測定値)	数値	5
35	試験雰囲気湿度単位 (測定値)	文字	10
36	試験雰囲気湿度値 (換算値)	数値	5
37	試験雰囲気湿度単位 (換算値)	文字	10
38	試験片リンク	数値	5
39	試験片調整雰囲気 (測定値)	文字	20
40	試験片調整雰囲気温度値 (測定値)	数値	5
41	試験片調整雰囲気温度単位 (測定値)	文字	10
42	試験片調整雰囲気湿度値 (測定値)	数値	5
43	試験片調整雰囲気湿度単位 (測定値)	文字	10
44	試験代表値リンク	数値	5
45	試験結果グラフリンク	数値	5
46	試験注釈リンク	数値	5
		合計	703

表 4 - 2 - 3 試験片のデータフィールド

単位:バイト

フィールド番号	項 目 名	データ型	フィールド長
1	参照番号	数値	5
2	試験片規格	文字	20
3	試験片規格機関	文字	20
4	試験片形状	文字	20
5	試験片次元型 1	文字	20
6	試験片次元値仮数 1	数値	5
7	試験片次元値指数 1	数値	3
8	試験片次元単位 1	文字	10
9	試験片次元型 2	文字	20
10	試験片次元値仮数 2	数値	5
11	試験片次元値指数 2	数値	3
12	試験片次元単位 2	文字	10
13	試験片次元型 3	文字	20
14	試験片次元値仮数 3	数値	5
15	試験片次元値指数 3	数値	3
16	試験片次元単位 3	文字	10
17	試験片次元分布母数型	文字	20
18	試験片次元分布母数値仮数	数値	5
19	試験片次元分布母数値指数	数値	3
20	試験片次元分布母数単位	文字	10
21	試験片製造法	文字	20
22	試験片製造者	文字	20
23	試験片製造者識別名称	文字	20
24	試験片記号	文字	20
25	試験片製造日	文字	20
26	試験片プロセス条件	文字	40
27	試験片表面処理方法	文字	40
28	試験片製作処理	文字	20
29	試験片プロセス処理者	文字	20
30	試験片付加的情報	文字	40
31	試験片経歴	文字	20
32	試験片原資料	文字	40
33	試験片注釈	数値	5
		合計	542

表 4 - 2 - 4 引張特性値のデータフィールド

単位: N・t

フィールド番号	項 目 名	データ型	フィールド長
1	試験条件リンク	数値	5
2	試験片番号	文字	20
3	試験片付加情報	文字	20
4	試験雰囲気温度値 (測定値)	数値	5
5	試験雰囲気温度単位 (測定値)	文字	10
6	試験雰囲気温度値 (換算値)	数値	5
7	試験雰囲気温度単位 (換算値)	文字	10
8	引張破壊荷重値仮数 (測定値)	数値	5
9	引張破壊荷重値指数 (測定値)	数値	3
10	引張破壊荷重単位 (測定値)	文字	10
11	試験片断面積値仮数 (測定値)	数値	5
12	試験片断面積値指数 (測定値)	数値	3
13	試験片断面積単位 (測定値)	文字	10
14	引張強度値仮数 (測定値)	数値	5
15	引張強度値指数 (測定値)	数値	3
16	引張強度単位 (測定値)	文字	10
17	引張強度値仮数 (換算値)	数値	5
18	引張強度値指数 (換算値)	数値	3
19	引張強度単位 (換算値)	文字	10
20	引張破壊変位値仮数 (測定値)	数値	5
21	引張破壊変位値指数 (測定値)	数値	3
22	引張破壊変位単位 (測定値)	文字	10
23	引張破壊ひずみ (仮数)	数値	5
24	引張破壊ひずみ (指数)	数値	3
25	引張破壊ひずみタイプ	文字	10
26	引張弾性率値仮数 (測定値)	数値	5
27	引張弾性率値指数 (測定値)	数値	3
28	引張弾性率単位 (測定値)	文字	10
29	引張弾性率値仮数 (換算値)	数値	5
30	引張弾性率値指数 (換算値)	数値	3
31	引張弾性率単位 (換算値)	文字	10
32	破損様式	文字	20
33	試験片注釈	文字	20
34	試験条件リンク		
		合計	259

表 4 - 2 - 5 引張特性代表値のデータフィールド 単位:バット

フィールド番号	項 目 名	データ型	フィールド長
1	参照番号	数値	5
2	試験片代表番号	文字	20
3	試験片付加情報	文字	20
4	試験雰囲気温度値(測定値)	数値	5
5	試験雰囲気温度単位(測定値)	文字	10
6	試験雰囲気温度値(換算値)	数値	5
7	試験雰囲気温度単位(換算値)	文字	10
8	引張強度平均値仮数(測定値)	数値	5
9	引張強度平均値指数(測定値)	数値	3
10	引張強度標準偏差仮数(測定値)	数値	5
11	引張強度標準偏差指数(測定値)	数値	3
12	引張強度最低値仮数(測定値)	数値	5
13	引張強度最低値指数(測定値)	数値	3
14	引張強度最高値仮数(測定値)	数値	5
15	引張強度最高値指数(測定値)	数値	3
16	引張強度単位(測定値)	文字	10
17	引張強度平均値仮数(換算値)	数値	5
18	引張強度平均値指数(換算値)	数値	3
19	引張強度標準偏差仮数(換算値)	数値	5
20	引張強度標準偏差指数(換算値)	数値	3
21	引張強度最低値仮数(換算値)	数値	5
22	引張強度最低値指数(換算値)	数値	3
23	引張強度最高値仮数(換算値)	数値	5
24	引張強度最高値指数(換算値)	数値	3
25	引張強度単位(換算値)	文字	10
26	引張強度変動係数	数値	5
27	引張破壊ひずみ平均値仮数	数値	5
28	引張破壊ひずみ平均値指数	数値	3
29	引張破壊ひずみ標準偏差仮数	数値	5
30	引張破壊ひずみ標準偏差指数	数値	3
31	引張破壊ひずみ最低値仮数	数値	5
32	引張破壊ひずみ最低値指数	数値	3
33	引張破壊ひずみ最高値仮数	数値	5
34	引張破壊ひずみ最高値指数	数値	3
35	引張破壊ひずみ変動係数	数値	5
36	引張弾性率平均値仮数(測定値)	数値	5
37	引張弾性率平均値指数(測定値)	数値	3
38	引張弾性率標準偏差仮数(測定値)	数値	5
39	引張弾性率標準偏差指数(測定値)	数値	3
40	引張弾性率最低値仮数(測定値)	数値	5
41	引張弾性率最低値指数(測定値)	数値	3
42	引張弾性率最高値仮数(測定値)	数値	5
43	引張弾性率最高値指数(測定値)	数値	3
44	引張弾性率単位(測定値)	文字	10
45	引張弾性率平均値仮数(換算値)	数値	5
46	引張弾性率平均値指数(換算値)	数値	3
47	引張弾性率標準偏差仮数(換算値)	数値	5
48	引張弾性率標準偏差指数(換算値)	数値	3

(次ページに続く)

表 4 - 2 - 5 引張特性代表値のデータフィールド (続き)

フィールド番号	項 目 名	データ型	フィールド長
49	引張弾性率最低値仮数 (換算値)	数値	5
50	引張弾性率最低値指数 (換算値)	数値	3
51	引張弾性率最高値仮数 (換算値)	数値	5
52	引張弾性率最高値指数 (換算値)	数値	3
53	引張弾性率単位 (換算値)	文字	10
54	引張弾性率変動係数	数値	5
55	試験代表値グラフリンク	数値	5
56	試験代表値原資料	文字	20
57	試験代表値注釈	文字	20
58	試験条件リンク	数値	5
		合計	340

表 4-2-6 マトリックスのデータフィールド

単位:バイト

フィールド番号	項 目 名	データ型	フィールド長
1	参照番号	数値	5
2	材料主分類	文字	20
3	材料副分類	文字	20
4	化学的分類	文字	20
5	材料名	文字	20
6	材料追加情報	文字	20
7	製品規格機関	文字	20
8	製品規格番号	文字	20
9	製品規格更新番号	文字	20
10	製品規格名称	文字	20
11	密度単位 (測定値)	文字	10
12	密度値仮数 (測定値)	数値	5
13	密度値指数 (測定値)	数値	3
14	密度単位 (換算値)	文字	10
15	密度値仮数 (換算値)	数値	5
16	密度値指数 (換算値)	数値	3
23	ガラス転移温度 (度 F)	数値	5
24	ガラス転移温度 (度 C)	数値	5
25	引張強度平均値仮数 (原資料)	数値	5
26	引張強度平均値指数 (原資料)	数値	3
27	引張強度単位 (原資料)	文字	10
28	引張強度平均値仮数 (換算値)	数値	5
29	引張強度平均値指数 (換算値)	数値	3
30	引張強度単位 (換算値)	文字	10
31	縦弾性定数平均値仮数 (原資料)	数値	5
32	縦弾性定数平均値指数 (原資料)	数値	3
33	縦弾性定数単位 (原資料)	文字	10
33	縦弾性定数平均値仮数 (換算値)	数値	5
34	縦弾性定数平均値指数 (換算値)	数値	3
35	縦弾性定数単位 (換算値)	文字	10
36	せん断弾性定数平均値仮数 (原資料)	数値	5
37	せん断弾性定数平均値指数 (原資料)	数値	3
38	せん断弾性定数単位 (原資料)	文字	10
39	せん断弾性定数平均値仮数 (換算値)	数値	5
40	せん断弾性定数平均値指数 (換算値)	数値	3
41	せん断弾性定数単位 (換算値)	文字	10
42	ポアソン比平均値	数値	5
43	熱膨張係数平均値仮数 (原資料)	数値	5
44	熱膨張係数平均値指数 (原資料)	数値	3
45	熱膨張係数単位 (原資料)	文字	10
46	熱膨張係数平均値仮数 (換算値)	数値	5
47	熱膨張係数平均値指数 (換算値)	数値	3
48	熱膨張係数単位 (換算値)	文字	10
49	特性次元型 1	文字	20
50	特性次元値仮数 1	数値	5
51	特性次元値指数 1	数値	5
52	特性次元単位 1	文字	10
53	特性次元型 2	文字	20

(次ページに続く)

表 4-2-6 マトリックスのデータフィールド (続き)

フィールド番号	項 目 名	データ型	フィールド長
54	特性次元値仮数2	数値	5
55	特性次元値指数2	数値	3
56	特性次元単位2	文字	10
57	次元分布母数型	文字	20
58	次元分布母数値仮数	数値	5
59	次元分布母数値指数	数値	3
60	次元分布母数単位	文字	10
61	製造者	文字	20
62	製造者識別名称	文字	20
63	ロット番号	文字	20
64	製造日	文字	10
65	プロセス条件	文字	40
66	サンプル形態	文字	20
67	製作処理	文字	20
68	プロセス処理者	文字	20
69	付加的情報	文字	40
70	サンプル経歴	文字	20
71	材料注釈リンク	数値	5
		合計	726

表 4 - 2 - 7 非積層型複合材料のデータフィールド 単位:バイト

フィールド番号	項 目 名	データ型	フィールド長
1	参照番号	数値	5
2	材料主分類	文字	20
3	材料副分類	文字	20
4	化学的分類	文字	20
5	材料名	文字	20
6	材料追加情報	文字	20
7	製品規格機関	文字	20
8	製品規格番号	文字	20
9	製品規格更新番号	文字	20
10	製品規格名称	文字	20
11	繊維1リンク	数値	5
12	繊維1形態	文字	20
13	繊維1長さ平均値(原)	数値	5
14	繊維1長さ単位(原)	文字	10
15	繊維2リンク	数値	5
16	繊維2形態	文字	20
17	繊維2長さ平均値(原)	数値	5
18	繊維2長さ単位(原)	文字	10
19	マトリックスリンク	数値	5
20	副資材1形態	文字	20
21	副資材1物質名	文字	20
22	副資材2形態	文字	20
23	副資材2物質名	文字	20
24	副資材3形態	文字	20
25	副資材3物質名	文字	20
26	密度値仮数(測定値)	数値	5
27	密度値指数(測定値)	数値	3
28	密度単位(測定値)	文字	10
29	密度値仮数(換算値)	数値	5
30	密度値指数(換算値)	数値	3
31	密度単位(換算値)	文字	10
32	ガラス転移温度(度F)	数値	5
33	ガラス転移温度(度C)	数値	5
34	熱膨張係数平均値仮数(原資料)	数値	5
35	熱膨張係数平均値指数(原資料)	数値	3
36	熱膨張係数単位(原資料)	文字	10
37	熱膨張係数平均値仮数(換算値)	数値	5
38	熱膨張係数平均値指数(換算値)	数値	3
39	熱膨張係数単位(換算値)	文字	10
40	吸水率平均値仮数(原資料)	数値	5
41	吸水率平均値指数(原資料)	数値	3
42	吸水率単位(原資料)	文字	10
43	吸水率平均値仮数(換算値)	数値	5
44	吸水率平均値指数(換算値)	数値	3
45	吸水率単位(換算値)	文字	10
46	特性次元型1	文字	20
47	特性次元値仮数1	数値	5
48	特性次元値指数1	数値	5

(次ページに続く)

表 4-2-7 非積層型複合材料のデータフィールド (続き)

フィールド番号	項 目 名	データ型	フィールド長
49	特性次元単位 1	文字	10
50	特性次元型 2	文字	20
51	特性次元値仮数 2	数値	5
52	特性次元値指数 2	数値	3
53	特性次元単位 2	文字	10
54	次元分布母数型	文字	20
55	次元分布母数値仮数	数値	5
56	次元分布母数値指数	数値	3
57	次元分布母数単位	文字	10
58	成形方法	文字	20
59	成形温度値 1 (原)	数値	5
60	成形温度単位 1 (原)	文字	10
61	成形圧力値 1 仮数 (原)	数値	5
62	成形圧力値 1 指数 (原)	数値	3
63	成形圧力単位 1 (原)	文字	10
64	成形時間 1 (原)	数値	5
65	成形時間単位 1 (原)	文字	10
66	成形温度値 2 (原)	数値	5
67	成形温度単位 2 (原)	文字	10
68	成形圧力値 2 仮数 (原)	数値	5
69	成形圧力値 2 指数 (原)	数値	3
70	成形圧力単位 2 (原)	文字	10
71	成形時間 2 (原)	数値	5
72	成形時間単位 2 (原)	文字	10
73	成形温度値 3 (原)	数値	5
74	成形温度単位 3 (原)	文字	10
75	成形圧力値 3 仮数 (原)	数値	5
76	成形圧力値 3 指数 (原)	数値	3
77	成形圧力単位 3 (原)	文字	10
78	成形時間 3 (原)	数値	5
79	成形時間単位 3 (原)	文字	10
80	成形温度値 1 (換算値)	数値	5
81	成形温度単位 1 (換算値)	文字	10
82	成形圧力値 1 仮数 (換算値)	数値	5
83	成形圧力値 1 指数 (換算値)	数値	3
84	成形圧力単位 1 (換算値)	文字	10
85	成形時間 1 (換算値)	数値	5
86	成形時間単位 1 (換算値)	文字	10
87	成形温度値 2 (換算値)	数値	5
88	成形温度単位 2 (換算値)	文字	10
89	成形圧力値 2 仮数 (換算値)	数値	5
90	成形圧力値 2 指数 (換算値)	数値	3
91	成形圧力単位 2 (換算値)	文字	10
92	成形時間 2 (換算値)	数値	5
93	成形時間単位 2 (換算値)	文字	10
94	成形温度値 3 (換算値)	数値	5
95	成形温度単位 3 (換算値)	文字	10
96	成形圧力値 3 仮数 (換算値)	数値	5

(次ページに続く)

表 4 - 2 - 7 非積層型複合材料のデータフィールド (続き)

フィールド番号	項 目 名	データ型	フィールド長
9 7	成形圧力値 3 指数 (換算値)	数値	3
9 8	成形圧力単位 3 (換算値)	文字	1 0
9 9	成形時間 3 (換算値)	数値	5
1 0 0	成形時間単位 3 (換算値)	文字	1 0
1 0 1	製造者	文字	2 0
1 0 2	製造者識別名称	文字	2 0
1 0 3	ロット番号	文字	2 0
1 0 4	製造日	文字	1 0
1 0 5	サンプル形態	文字	2 0
1 0 6	製作処理	文字	2 0
1 0 7	プロセス処理者	文字	2 0
1 0 8	付加的情報	文字	4 0
1 0 9	サンプル経歴	文字	2 0
1 1 0	材料注釈リンク	数値	5
1 1 1	原資料リンク	数値	5
		合計	1 1 3 2

表 4 - 2 - 8 積層型複合材料のデータフィールド 単位:バイト

フィールド番号	項 目 名	データ型	フィールド長
1	参照番号	数値	5
2	材料主分類	文字	20
3	材料副分類	文字	20
4	化学的分類	文字	20
5	材料名	文字	20
6	材料追加情報	文字	20
7	製品規格機関	文字	20
8	製品規格番号	文字	20
9	製品規格更新番号	文字	20
10	製品規格名称	文字	20
11	プライ1参照番号	数値	5
12	プライ2参照番号	数値	5
13	プライ3参照番号	数値	5
14	マトリックス参照番号	数値	5
15	全積層数	数値	5
16	対称性	文字	10
17	積層順序	文字	50
18	密度値仮数 (測定値)	数値	5
19	密度値指数 (測定値)	数値	3
20	密度単位 (測定値)	文字	10
21	密度値仮数 (換算値)	数値	5
22	密度値指数 (換算値)	数値	3
23	密度単位 (換算値)	文字	10
24	ガラス転移温度 (度 F)	数値	5
25	ガラス転移温度 (度 C)	数値	5
26	縦熱膨張係数平均値仮数 (原資料)	数値	5
27	縦熱膨張係数平均値指数 (原資料)	数値	3
28	縦熱膨張係数単位 (原資料)	文字	10
29	横熱膨張係数平均値仮数 (原資料)	数値	5
30	横熱膨張係数平均値指数 (原資料)	数値	3
31	横熱膨張係数単位 (原資料)	文字	10
32	厚熱膨張係数平均値仮数 (原資料)	数値	5
33	厚熱膨張係数平均値指数 (原資料)	数値	3
34	厚熱膨張係数単位 (原資料)	文字	10
35	縦熱膨張係数平均値仮数 (換算値)	数値	5
36	縦熱膨張係数平均値指数 (換算値)	数値	3
37	縦熱膨張係数単位 (換算値)	文字	10
38	横熱膨張係数平均値仮数 (換算値)	数値	5
39	横熱膨張係数平均値指数 (換算値)	数値	3
40	横熱膨張係数単位 (換算値)	文字	10
41	厚熱膨張係数平均値仮数 (換算値)	数値	5
42	厚熱膨張係数平均値指数 (換算値)	数値	3
43	厚熱膨張係数単位 (換算値)	文字	10
44	特性次元型 1	文字	20
45	特性次元値仮数 1	数値	5
46	特性次元値指数 1	数値	5
47	特性次元単位 1	文字	10
48	特性次元型 2	文字	20

(次ページに続く)

表 4-2-8 積層型複合材料のデータフィールド (続き)

フィールド番号	項 目 名	データ型	フィールド長
49	特性次元値仮数2	数値	5
50	特性次元値指数2	数値	3
51	特性次元単位2	文字	10
52	特性次元型3	文字	20
53	特性次元値仮数3	数値	5
54	特性次元値指数3	数値	3
55	特性次元単位3	文字	10
56	次元分布母数型	文字	20
57	次元分布母数値仮数	数値	5
58	次元分布母数値指数	数値	3
59	次元分布母数単位	文字	10
60	成形方法	文字	20
61	成形機	文字	20
62	成形温度値1 (原)	数値	5
63	成形温度単位1 (原)	文字	10
64	成形圧力値1 仮数 (原)	数値	5
65	成形圧力値1 指数 (原)	数値	3
66	成形圧力単位1 (原)	文字	10
67	成形時間1 (原)	数値	5
68	成形時間単位1 (原)	文字	10
69	成形温度値2 (原)	数値	5
70	成形温度単位2 (原)	文字	10
71	成形圧力値2 仮数 (原)	数値	5
72	成形圧力値2 指数 (原)	数値	3
73	成形圧力単位2 (原)	文字	10
74	成形時間2 (原)	数値	5
75	成形時間単位2 (原)	文字	10
76	成形温度値3 (原)	数値	5
77	成形温度単位3 (原)	文字	10
78	成形圧力値3 仮数 (原)	数値	5
79	成形圧力値3 指数 (原)	数値	3
80	成形圧力単位3 (原)	文字	10
81	成形時間3 (原)	数値	5
82	成形時間単位3 (原)	文字	10
83	成形温度値1 (換算値)	数値	5
84	成形温度単位1 (換算値)	文字	10
85	成形圧力値1 仮数 (換算値)	数値	5
86	成形圧力値1 指数 (換算値)	数値	3
87	成形圧力単位1 (換算値)	文字	10
88	成形時間1 (換算値)	数値	5
89	成形時間単位1 (換算値)	文字	10
90	成形温度値2 (換算値)	数値	5
91	成形温度単位2 (換算値)	文字	10
92	成形圧力値2 仮数 (換算値)	数値	5
93	成形圧力値2 指数 (換算値)	数値	3
94	成形圧力単位2 (換算値)	文字	10
95	成形時間2 (換算値)	数値	5
96	成形時間単位2 (換算値)	文字	10
97	成形温度値3 (換算値)	数値	5

(次ページに続く)

表 4 - 2 - 8 積層型複合材料のデータフィールド (続き)

フィールド番号	項 目 名	データ型	フィールド長
98	成形温度単位 3 (換算値)	文字	10
99	成形圧力値 3 仮数 (換算値)	数値	5
100	成形圧力値 3 指数 (換算値)	数値	3
101	成形圧力単位 3 (換算値)	文字	10
102	成形時間 3 (換算値)	数値	5
103	成形時間単位 3 (換算値)	文字	10
104	製造者	文字	20
105	製造者識別名称	文字	20
106	ロット番号	文字	20
107	製造日	文字	10
108	プロセス条件	文字	40
109	サンプル形態	文字	20
110	製作処理	文字	20
111	プロセス処理者	文字	20
112	付加的情報	文字	40
113	サンプル経歴	文字	20
114	材料注釈リンク	数値	5
115	原資料リンク	数値	5
		合計	1146

(4) 強化用繊維のデータベースの構築

決定した入力項目を基に、第一歩として強化用繊維の特性データベースを試験的に構築した。ここで、特記すべき事項はオブジェクト指向的なデータ構造を採用したこと、数値に付随する単位の処理、および図形データの処理である。オブジェクト指向的なデータ構造では、項目を、データの内容とその数値の二つの組で表現するもので、これにより、詳細な記述が最小のスペースで可能となる。数値に付随する単位の処理では、一つのデータを二つの（数値、単位）の組で表現し、測定者側とユーザ側の双方にとって最適な単位が記述できるようにした。一方、図形データの処理ではC言語による周辺プログラムを開発し、単純なdBASEでは困難だった処理を可能にした。

4. 2. 2 イメージデータベース

(1) 基本コンセプト

出版された膨大な文献に記述された先進複合材料の特性データを計算機で扱えるようにする。この場合、数値データベースとすることは困難であるので、材料特性に関する表、グラフ、または図のイメージデータベースとする。

(2) 設計目標

文献に載せられた図表データを簡単に検索および出力できるパソコンのシステムとする。検索は、材料と特性の種類、および発行年度で可能とする。

(3) データ構造

イメージデータを検索するための文字データのフィールドを表4-2-9に示す。また、図表データベースのフィールドを表4-2-10に示す。

表 4-2-9 文献データシート of データフィールド 単位:バイト

フィールド番号	項 目 名	データ型	フィールド長
1	参照番号	数値	12
2	記入年月日	数値	6
3	西暦年度	数値	4
4	材料種別	文字	3
5	記入元団体識別コード	数値	3
6	記入者識別コード	数値	2
7	記入者別帳票連続番号	数値	4
8	特性分類1	数値	1
9	特性分類2	数値	1
10	特性分類3	数値	1
11	特性分類4	数値	1
12	特性分類5	数値	1
13	特性分類6	数値	1
14	特性分類7	数値	1
15	特性分類8	数値	1
16	特性分類9	数値	1
17	特性分類10	数値	1
18	特性分類11	数値	1
19	特性分類12	数値	1
20	図表枚数	数値	2
21	資料年度	数値	4
22	強化材1	文字	5
23	マトリックス1	文字	5
24	強化材形態1	文字	5
25	強化材2	文字	5
26	マトリックス2	文字	5
27	強化材形態2	文字	5
28	強化材3	文字	5
29	マトリックス3	文字	5
30	強化材形態3	文字	5
31	強化材4	文字	5
32	マトリックス4	文字	5
33	強化材形態4	文字	5
34	強化材5	文字	5
35	マトリックス5	文字	5
36	強化材形態5	文字	5
		合計	127

表 4-2-10 図表データシート of フィールド 単位:バイト

フィールド番号	項 目 名	データ型	フィールド長
1	参照番号	数値	1 2
2	特性分類 1	数値	1
3	特性分類 2	数値	1
4	特性分類 3	数値	1
5	特性分類 4	数値	1
6	特性分類 5	数値	1
7	特性分類 6	数値	1
8	特性分類 7	数値	1
9	特性分類 8	数値	1
10	特性分類 9	数値	1
11	特性分類 10	数値	1
12	特性分類 11	数値	1
13	特性分類 12	数値	1
14	内容	数値	5
15	図番	数値	5
16	強化材 1	文字	5
17	マトリックス 1	文字	5
18	強化材形態 1	文字	5
19	強化材 2	文字	5
20	マトリックス 2	文字	5
21	強化材形態 2	文字	5
22	強化材 3	文字	5
23	マトリックス 3	文字	5
24	強化材形態 3	文字	5
25	強化材 4	文字	5
26	マトリックス 4	文字	5
27	強化材形態 4	文字	5
28	強化材 5	文字	5
29	マトリックス 5	文字	5
30	強化材形態 5	文字	5
	合計		107

(4) システム開発

文献を調査して得られたデータを、A4の所定のフォーマットに編集し、検索に必要ないくつかのキーを付加して、パソコンに入力する。データは、文字情報およびイメージ情報とし、文字情報はdBASEで、また、イメージ情報はイメージスキャナで読み込み、独自に開発したプログラムで検索・出力する。

イメージスキャナ読み取りプログラムはASCII社のCANDY4 SCANNERを用いた。これはA4原稿を約900×1200で読み取り、精度はおおよそ100dpiである。記憶容量は1枚の原稿で約120KBとなる。CANDY4はこのデータをベクトルデータに変換して操作するが、ここではビットマップが必要なため、C言語でビットマップを直接操作する独自のプログラムを開発した。図表データは1枚ごとに独立したファイル名を与える。このファイル名をキーとして検索・出力プログラムがドットイメージの出力を行う。

(5) 試行結果

イメージデータの入出力に関する試験を行った。図4-2-2は、原稿であり、図4-2-3はこのシステムで読み込み、出力されたものである。また、図4-2-4は読み取りテストのためのチャートであり、図4-2-5はそれを出力したものである。いずれも、原稿より小さくなっているが、これは読み取った1ドットがレーザプリンタの1ドットに対応しているため、これを2×2=4ドットに対応させれば疑似的に拡大できて、見易くなるが、精度は不変である。

これより、実用化への見通しは得られた。しかし、現在利用できるイメージスキャナユーティリティーでは100dpi程度の解像度しかなく、10ポイント以下の文字は判読が困難になる。文献の図表はかなり細かく、300dpi程度が必要になるが、これでは記憶容量が膨大となり、データ圧縮の技法が必要となる。

図4-2-1 先進複合材料のデータ構造(続く)

図4-2-1 先進複合材料のデータ構造(続き)

図4-2-2(その1) 原図(1)

図4-2-2(その2) 原図(2)

図4-2-3 出力図

図4-2-4 読み込みチャート原図

図4-2-5 読み込みチャート出力図

(6) イメージの収録

上記(5)の弱点を補完し、実用的なものとするため、イメージの収録システムを市場品で試行した。今回は(株)クラレのシステムを採用した。このシステムの概要を以下に記す。

PC98シリーズ等の汎用パソコンにSCSI方式で光磁気ドライブを接続し、イメージスキャナー(オムロン製)での読みとり画像を高速に収録する。今回試行したシステムの特長はパソコンの拡張用スロットルに画像圧縮伸長専用のコントロールボードを挿入することである。(但し、この他に拡張用スロットルを2つ占有するが、現有のPC設備を活用して、安価な画像収録システムを構築したいユーザには致し方のない代償である)

当該試行システムではA4版サイズで、240dpiでの読みとりを行っている。

5. 今後の課題

現状では本格的なデータベースに画像データを活用する場合、データの数値化が必要となる。

画像データを収録する場合、解像度を良くするとメモリ量が増大するのでソフト・ハードによる圧縮伸長技術が付随する。

将来の構造設計方法の在り方によっては画像データをそのまま活用できる技術の開発も課題となるが、著作権を尊重することが必要となる。

本格的データベースでは、データの利用効率から見て、オンラインでの検索通信コストとCD-ROM利用によるオフライン検索コストの兼ね合いが今後の課題となる。

先進複合材料ファクトデータのミニデータベースとして、先端産業界や関連周辺産業が活用することにより、構造物の新商品を開発し、省エネ化に貢献せしめ、将来的には海外研究者との情報交換に供用され、国際協調へ貢献せしめることが大事となる。

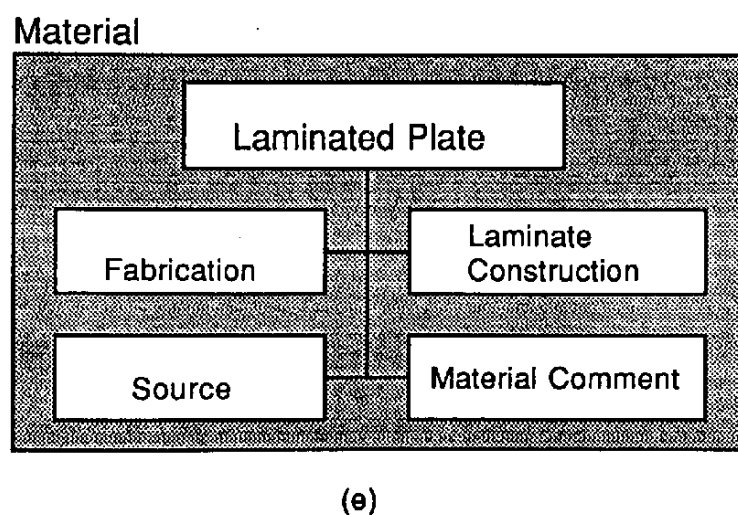
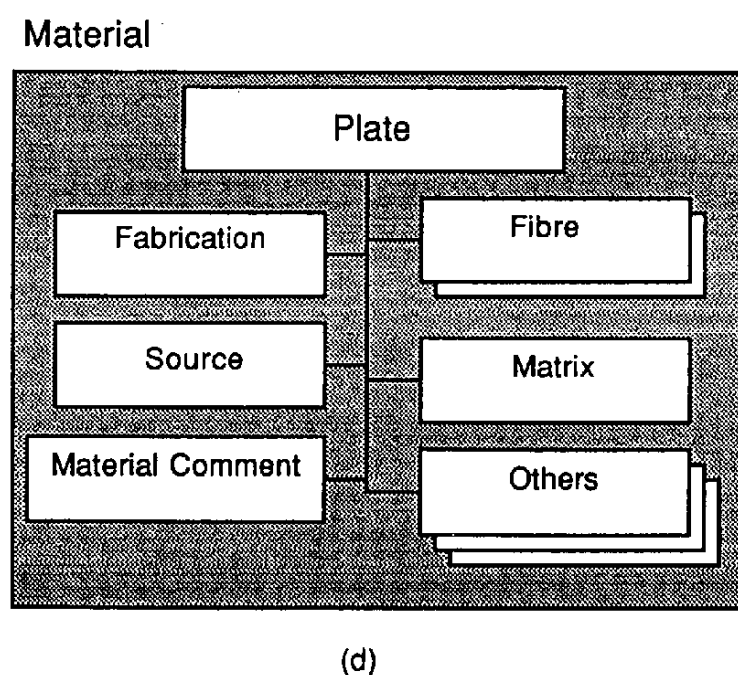
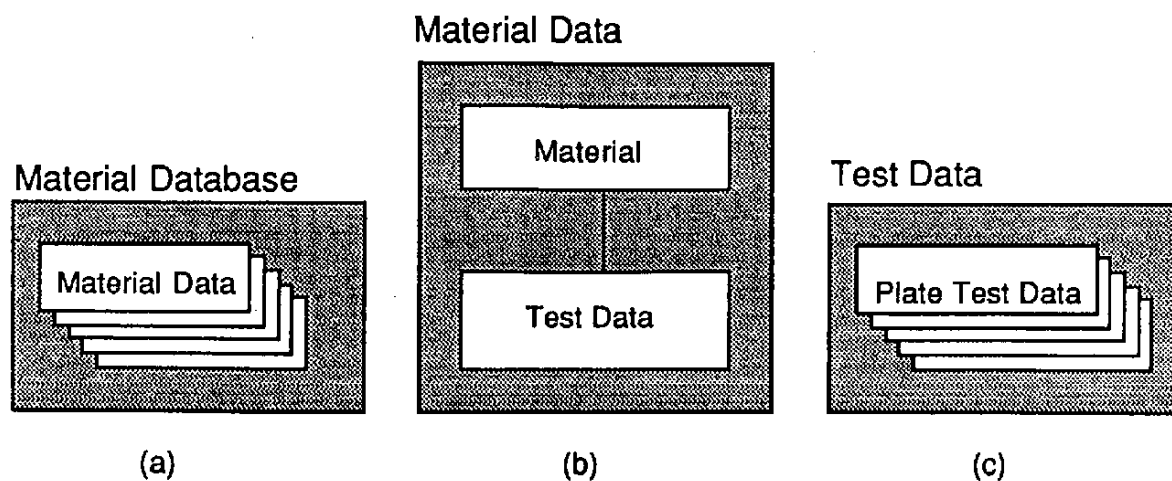
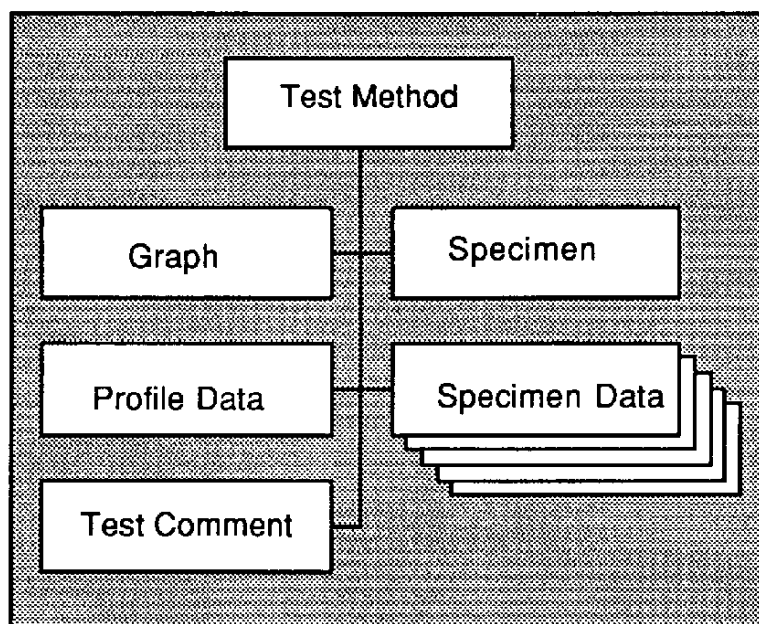


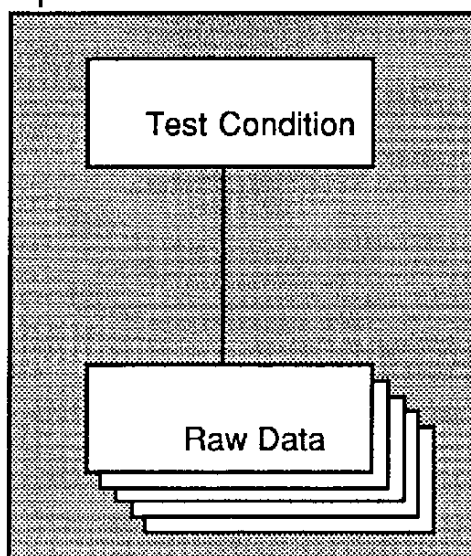
図 4 - 2 - 1 先進複合材料のデータ構造 (続く)

Plate Test Data



(f)

Specimen Data



(g)

図 4 - 2 - 1 先進複合材料のデータ構造（続き）

文献データシート

データ番号			記入年月日 1991 年 / 月 / 日			
分類	① 静的特性 2. 疲労特性 ③ 衝撃特性 4. クリープ特性 5. 摩耗・潤滑特性 6. 破壊力学特性 7. 機能的特性 8. 化学的特性 9. 非破壊特性 10. 成形加工 11. 応用 12. その他					
図表枚数	3枚	資料年度	1990年	3号	1巻	ページ 24 ~ 31
出展名	Journal of Thermoplastic Composite Materials					
題 目	Impact Failure Mechanisms in Carbon Fiber/PEEK Composite					
著 者 名	A.D. Curson (ICI Materials Centre, U.K.) D.C. Leach, D.R. Moore					
材 料	C/PEEK-C					
積層構成	組み合ひ積層					
試験体形状	短冊形					
成 形 法	ハットレイアップ					
実験項目	引張試験	重錘落下衝撃試験				
備 考						

図 4 - 2 - 2 (その 1) 原図 (1)

図表データシート

分類		静的特性	
内容		結果	
図番		1	
材 料	1	C/PEEK-C	
	2		
	3		
	4		
	5		

Property		AS4/PEEK	IM6/PEEK
Tensile Modulus	0°	134	176
(GPa)	90°	8.9	9.3
Tensile Strength	0°	2130	2700
(MPa)	90°	137	160
Strain at Fracture	0°	1.45	1.48
(%)			
Inter-Laminar Fracture Toughness		2.7	3.3
Stable Crack Growth			
(kJ/m²)			
Fiber Diameter		7	5
(μm)			

題目	Table 1. Mechanical properties of AS4/PEEK and IM6/PEEK.
----	--

分類		衝撃特性																
内容		結果																
図番		2																
材 料	1	C/PEEK-C																
	2																	
	3																	
	4																	
	5																	
		<table><tr><td>IMPACT ENERGY</td><td>TOP</td><td>BOTTOM</td></tr><tr><td>1 Joule 200μm</td><td></td><td></td></tr><tr><td>2-5 Joules 200μm</td><td></td><td></td></tr><tr><td>3 Joules 0.5mm</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>5 Joules 1mm</td><td colspan="2"></td></tr></table>		IMPACT ENERGY	TOP	BOTTOM	1 Joule 200μm			2-5 Joules 200μm			3 Joules 0.5mm			5 Joules 1mm		
IMPACT ENERGY	TOP	BOTTOM																
1 Joule 200μm																		
2-5 Joules 200μm																		
3 Joules 0.5mm																		
5 Joules 1mm																		
題目		Figure 2. Light micrographs of low energy impacted AS4/PEEK laminates. Lay-up [-45/0/+45/90] _n .																

図 4 - 2 - 2 (その 2) 原図 (2)

図表データシート

分類	静的特性																			
内容	結果																			
図番	1																			
材 料	1	C/PEEK-C																		
	2																			
	3																			
	4																			
	5																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Property</th><th>ASA/PEEK</th><th>IM6/PEEK</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tensile Modulus (GPa)</td><td>134</td><td>170</td></tr> <tr> <td>Tensile Strength (MPa)</td><td>2130</td><td>2700</td></tr> <tr> <td>Strain at Fracture (%)</td><td>1.65</td><td>1.48</td></tr> <tr> <td>Inter-Laminate Fracture Toughness (Stable Crack Growth (μJ/m²))</td><td>2.7</td><td>3.3</td></tr> <tr> <td>Fiber Diameter (μm)</td><td>7</td><td>5</td></tr> </tbody> </table>	Property	ASA/PEEK	IM6/PEEK	Tensile Modulus (GPa)	134	170	Tensile Strength (MPa)	2130	2700	Strain at Fracture (%)	1.65	1.48	Inter-Laminate Fracture Toughness (Stable Crack Growth (μJ/m²))	2.7	3.3	Fiber Diameter (μm)	7	5
Property	ASA/PEEK	IM6/PEEK																		
Tensile Modulus (GPa)	134	170																		
Tensile Strength (MPa)	2130	2700																		
Strain at Fracture (%)	1.65	1.48																		
Inter-Laminate Fracture Toughness (Stable Crack Growth (μJ/m²))	2.7	3.3																		
Fiber Diameter (μm)	7	5																		
		■ 目 Table 1. Mechanical properties of ASA/PEEK and IM6/PEEK.																		

分類	衝撃特性	
内容	結果	
図番	2	
材 料	1	C/PEEK-C
	2	
	3	
	4	
	5	
		■ 目 Figure 2. Light micrographs of low energy impacted ASA/PEEK laminates. Lay-up [-45/0 + 45/90]_s.

文献データシート

データ番号		記入年月日	1991 年	1 月	1 日	
分	① 静的特性	2. 疲労特性	③ 衝撃特性			
項	4. クリープ特性	5. 摩耗・潤滑特性	6. 破壊力学特性			
	7. 機械的特性	8. 化学的特性	9. 非破壊特性			
	10. 成形加工	11. 応用	12. その他			
図表枚数	3枚	資料年度	1990年	3号	1巻	ページ 24 ~ 31
出 版 名	Journal of Thermoplastic Composite Materials					
題 目	Impact Failure Mechanisms in Carbon Fiber/PEEK Composites					
著 者 名	A.D. Curson (ICI Materials Centre, U.K.) D.C. Leach, D.R. Murre					
材 料	C/PEEK-C					
積層構成	組込の積層					
試験体形状	短冊形					
成形法	ハイスプレッド					
実験項目	衝撃試験	衝撃による衝撃試験				
備 考						

18 point

イメージスキャナ読み込みのための試験的チャート

超耐環境性先進材料の開発 Database of Materials

Test Characters 01234567890 ABCDEFG-abcdefghijklmn

14 point

イメージスキャナ読み込みのための試験的チャート

超耐環境性先進材料の開発 Database of Materials

Test Characters 01234567890 ABCDEFG-abcdefghijklmn

12 point

イメージスキャナ読み込みのための試験的チャート

超耐環境性先進材料の開発 Database of Materials

Test Characters 01234567890 ABCDEFG-abcdefghijklmn

10 point

イメージスキャナ読み込みのための試験的チャート

超耐環境性先進材料の開発 Database of Materials

Test Characters 01234567890 ABCDEFG-abcdefghijklmn

9 point

イメージスキャナ読み込みのための試験的チャート

超耐環境性先進材料の開発 Database of Materials

Test Characters 01234567890 ABCDEFG-abcdefghijklmn

14 point

イメージスキャナ読み込みのための試験的チャート

超耐環境性先進材料の開発 Database of Materials

Test Characters 01234567890 ABCDEFG-abcdefghijklmn

12 point

イメージスキャナ読み込みのための試験的チャート

超耐環境性先進材料の開発 Database of Materials

Test Characters 01234567890 ABCDEFG-abcdefghijklmn

10 point

イメージスキャナ読み込みのための試験的チャート

超耐環境性先進材料の開発 Database of Materials

Test Characters 01234567890 ABCDEFG-abcdefghijklmn

9 point

イメージスキャナ読み込みのための試験的チャート

超耐環境性先進材料の開発 Database of Materials

Test Characters 01234567890 ABCDEFG-abcdefghijklmn

図 4 - 2 - 4 読み込みチャート原図

18 point

イメージスキャナ読み込みのための試験的チャート

超耐環境性先進材料の開発 Database of Materials

Test Characters 01234567890 ABCDEFG-abcdefghijkln

14 point

イメージスキャナ読み込みのための試験的チャート

超耐環境性先進材料の開発 Database of Materials

Test Characters 01234567890 ABCDEFG-abcdefghijkln

12 point

イメージスキャナ読み込みのための試験的チャート

超耐環境性先進材料の開発 Database of Materials

Test Characters 01234567890 ABCDEFG-abcdefghijkln

10 point

イメージスキャナ読み込みのための試験的チャート

超耐環境性先進材料の開発 Database of Materials

Test Characters 01234567890 ABCDEFG-abcdefghijkln

9 point

イメージスキャナ読み込みのための試験的チャート

超耐環境性先進材料の開発 Database of Materials

Test Characters 01234567890 ABCDEFG-abcdefghijkln

14 point

イメージスキャナ読み込みのための試験的チャート

超耐環境性先進材料の開発 Database of Materials

Test Characters 01234567890 ABCDEFG-abcdefghijkln

12 point

イメージスキャナ読み込みのための試験的チャート

超耐環境性先進材料の開発 Database of Materials

Test Characters 01234567890 ABCDEFG-abcdefghijkln

10 point

イメージスキャナ読み込みのための試験的チャート

超耐環境性先進材料の開発 Database of Materials

Test Characters 01234567890 ABCDEFG-abcdefghijkln

9 point

イメージスキャナ読み込みのための試験的チャート

超耐環境性先進材料の開発 Database of Materials

Test Characters 01234567890 ABCDEFG-abcdefghijkln

図 4 - 2 - 5 読み込みチャート出力図

———— 禁無断転載 ————

平成 3 年 3 月発行

発 行 財団法人 データベース振興センター
東京都港区浜松町二丁目4番1号
世界貿易センタービル7階
TEL 03-3459-8581

委託先 (財)次世代金属・複合材料研究開発協会
東京都港区港区虎ノ門三丁目17番1号
虎ノ門 平井ビル7階
TEL 03-3459-6900

印刷所 福々印刷株式会社
東京都文京区本郷二丁目5番2号

