



材料力学教育資料調査分科会報告*

材料力学教育資料調査分科会**

1. ま え が き

材料力学教育資料調査分科会は、第一企画部会所属の材料力学委員会において計画され、第一企画部会所属分科会として昭和44年6月に設置された。

材料力学は、機械工学の基礎学問であって大学の機械工学科では必ず講義が行なわれている。多くの大学でどのような講義をどの学年で行なっているかなど、現状をよくはあくしそれによって将来のみとおしのできるのではないかという観点から、現状の調査に主力を置いた。

この間10回の会議を開催し、目的に沿うごとく審議を行なったが、その結果の概要をつぎに述べて本分科会の報告とする。

2. 分科会の活動内容

2.1 概況 大学の数の増加は当然学生数の増加となった。一方科学・技術の急速なる進歩により、われわれの生活している社会は多様化した。したがって、機械工学科に学ぶ学生の卒業後の活躍分野も当然幅広いものとなった。このことは、価値観の多様化としてあらわれ、大学は考え方の異なる多数の学生の教育をせざるを得なくなった。

2.2 分科会会議の状況 会合を容易にするために構成員を地域的に限定せざるを得なかったが、構成員はすべて材料力学の専門家で、材料力学教育の実状あるいは長年の経験による教育に関する意見などを提供しあい、材料力学教育全般についての意見の交換より開始した。

3. 調査研究事項

3.1 概説 材料力学は工学の基礎で、特に機械工学では必ず修得しなければならない重要な科目となっ

* 原稿受付 昭和46年11月8日。

** 主査 中山秀太郎(上智大学)、幹事 林 邦夫(上智大学)、委員 岡村弘之(東京大学)、国尾 武(慶応義塾大学)、桑原辰夫(職業訓練大学校)、小井土正六(法政大学)、小玉正雄(埼玉大学)、中村康治(横浜国立大学)、長坂舜二(工学院大学)、林 邦彦(早稲田大学)、前澤成一郎(山梨大学)、吉野利男(武蔵工業大学)、吉峯 鼎(山梨大学)。

ている。したがって、機械工学科では材料力学を必ず講義し学生はその単位をとらなければならない。最近わずかの学校で材料力学を必修科目としていないところがでてきたが、これは例外といってよいであろう。

現在、各大学で材料力学がどのような形でまたどのような内容で講義されているかの実状をはあくするために調査が必要であるということになり、全国の機械系学科を対象にアンケートをとることとなった。

アンケートをとる前に、各委員がそれぞれどのような形で講義しているかの実状を話してもらい、アンケートの参考にすることにした。

3.2 アンケート調査

3.2.1 アンケート項目の決定 現状はあくのための全国の大学の機械系学科の実状を調査することとし、機械工学科においていかなる形で材料力学の授業が行なわれているかを知るために、まず調査項目として材料力学に関連する学科目配当表をつくり、これに記入してもらうこと、その他講義名、時間数、単位、受講学生数、担当教員数、必修選択の別、講義内容などにつき調査してみることにした。

3.2.2 アンケート調査様式の決定 委員間での予備調査に基づき、アンケート項目の最終決定を行ない、アンケート調査用紙の形式を表1のごとく定めた。なおこの用紙の送付先は機械工学科のほか精密工学科、生産工学科、産業機械工学科、船用機関学科など日本機械学会の対象となる関連学科にも送ることにした。

3.2.3 アンケート調査の集計

(i) 発送、回収数、回収率

アンケート調査は昭和45年4月～6月に行なわれた。その発送数、回収数、回収率は表2のとおりである。なお回収されたアンケートの学科名別の数を表3に示す。時間数の記入のないものなど不備なものが7学科(国公立4、私立3)あったため、以下の集計ではこれらを除き国公立49学科、私立40学科、合計89学科について行なったものを示す。

(ii) 材料力学関係の学科目の開講時間数

材料力学という科目は同じ科目名でも内容は異なる

ときもあり、また異なった科目名でも内容は同じであるという場合もあってまちまちである。ここでは材料力学関係の学科目をアンケートに書いてあった学科目名、教科書、講義内容を参考にして次の4種類に分類した。すなわち(1)材料力学、(2)弾塑性学、構造力学、(3)材料強度学、(4)材料試験法の4種類である。

なお、時間数の算定は毎週50分1回を半年(15週)間行なうものを基準とし、それを1で表わした。

(a) 材料力学関係学科目の総時間数 材料力学関

表1 アンケート調査用紙

材料力学及びその関連分野の教育についてのアンケート		調査者	
対象学年及び期別(該当欄に○印)			
学年	1	2	3
期	前	後	後
時間数(週)	分×	演習を別に行っている場合	
単位		時間数(週)	分×
受講学生数	名	補助者の人数	名
講義担当者数	名	関連する実習について	
必修選択の別	必、選	実験テーマ	
教科書使用の場合教科書名及び著者			
演習をきくか否か	合、否	その他意見	
試験方法	筆記、レポート、他		
評価方法	筆記、レポート、他		
講義内容			
大学学部学科名	大学	学部	学科

表2 アンケート調査の発送数、回収数、回収率

		発送	回収	回収率 %
国公立	大学数	50	39	78
	学科数	89	53	60
私立	大学数	52	36	69
	学科数	64	43	67
計	大学数	102	75	74
	学科数	153	96	63

表3 回収されたアンケートの学科名別の数

学 科 名	数
機械工学科	83
生産機械工学科	4
産業機械工学科	3
船用機械工学科	1
精密機械工学科	1
交通機械工学科	1
農業機械工学科	2
機械物理工学科	1
計	96

係学科目の総時間数は国公立とも7~12の段階が最も多く全体のようすは表4のとおりである。

(b) 材料力学関係学科目の必修時間数 材料力学関係学科目を必修としているところは多く、必修時間数は3~8段階が多い。また最近全科目を選択にするところがでてきたが、それにともなって材料力学も必修としないものがでてきた(表5)。

(c) 材料力学の時間数 前記(a)では材料力学関係学科目の集計であったがそのなかでいわゆる「材料力学」と呼ばれているものを抜きだしてみたのが表6である。その時間数は3~8のあたりが最も多い。すなわち1週2~4時間で1年間つづく講義が最も多いということになる。

(d) 材料強度関係の講義を開講している学科数 最近材料の破壊問題を取りあげ、材料強度学と名づけた学科目が出てきた。材料強度学という科目名で講義を行なっている学科の数は表7のとおりである。

表4 材料力学関係学科目の総時間数

総時間数	国公立	私立	計
4	1	2	3
5	0	0	0
6	5	3	8
7	3	0	3
8	6	10	16
9	2	0	2
10	9	6	15
11	4	0	4
12	6	8	14
13	0	0	0
14	5	3	8
15	0	0	0
16	1	4	5
17	1	0	1
18	5	3	8
19	0	0	0
20	0	1	1
計	45	40	85
(平均)	11.0	11.1	11.0

表5 材料力学関係学科目の必修時間数

必修時間数	国公立	私立	計
0	8	2	10
1	0	0	0
2	2	1	3
3	0	0	0
4	12	16	28
5	1	0	1
6	9	4	13
7	4	0	4
8	7	12	19
9	0	0	0
10	5	3	8
11	1	0	1
12	0	2	2
平均	5.2	6.0	5.6

表6 「材料力学」の時間数

時間数	国公立	私立	計
0	1	0	1
1	0	0	0
2	3	1	4
3	1	0	1
4	13	13	26
5	1	0	1
6	16	3	19
7	1	1	2
8	9	14	23
9	0	0	0
10	3	2	5
11	0	0	0
12	1	6	7
平均	5.8	7.1	6.4

(e) 材料試験法関係の講義を開講している学科数
材料試験法などを講義している学科は半数以下（表
8）であるが、これは必ずしも講義としての形態をと
らずに、実験などで説明しているためであろう。

(f) 材料力学を始める時期 多くの大学で材料力
学は2年次より開始している（表9）が、大学にはい
ってすぐに機械工学の専門科目に接したほうがよいと
いう考えもしいたに多くなりつつある。私立では、わ
ずかであるがそれを実行している。国立でもそのよう
な傾向がみられる。

(iii) 講義内容

(a) 材料力学の講義では、教科書を使用している場
合が多い。使用されている教科書をみればその講義内
容もよく分かると思われるので実際に使用されている
教科書名を列挙すると表10のとおりである。

(b) 回収されたアンケートのなかで、東北大学工学
部機械工学科、同第二学科、大阪大学基礎工学部機械
工学科における材料力学関係の教育は、他のものと異
なっている。今後の教育に対して参考になると思われ

表 7 材料強度学関係の講義
を開講している学科数

国 公 立	14	29%
私 立	4	10%
計	18	20%

表 8 材料試験法関係の講義
を開講している学科数

私 立	14	35%
国 公 立	23	47%
計	37	42%

表 9 材料力学を始める時期

	国公立	私立	計
1年 前期	2	7	9
後期	1	2	3
2年 前期	24	26	50
後期	20	3	23
3年 前期	2	2	4
後期	0	0	0
計	49	40	89

表 10 使用されている教科書（五十音順）

著 者	教科書名	著 者	教科書名
鶴 戸 口	材 料 力 学	平 修二	現 代 材 料 力 学
川田・倉西	材 料 力 学	津村・小玉	材 料 力 学
大串 雅信	材 料 力 学	ティモシェンコ	材 料 力 学 (上)(下)
大久保 整	材 料 力 学	ティモシェンコ・ヤング	材 料 力 学 要 論
太田 友弥	材 料 力 学	中沢・小泉	固 体 の 力 学
奥田 克己	材 料 力 学	中沢・水野・宮川	材 料 力 学 I
川田 雄一	材 料 力 学	中山秀太郎	大 学 課 程 ・ 材 料 力 学
河本 実	材 料 力 学	中原 一郎	材 料 力 学 (上)
黒木剛四郎	材 料 力 学	樋口・斎藤	弾性および材料力学
桜井 忠一	材 料 力 学	福田 秀雄	設計のための材料力学
清水 篤磨	材 料 力 学	吉織・金沢	材 料 力 学 明 解
Singer, F.L.	Strength of Materials		

るので表 11, 12 でその一例を示す。

(iv) 実験との関連

材料力学に関係ある実験としては多くの大学で引張
試験、圧縮試験、曲げ試験、ねじり試験、かたさ試験、
衝撃試験を行なっている。伸びの測定にひずみゲージ
を使用しているところもあるが、実験はどこもだいた

表 11 東北大学工学部機械工学科における材料力学
関係の教育

科 目 名	履 修 学 年				必 選	内 容
	1	2	3	4		
内力および弾性学第1		←			必	棒の引張り、圧縮、ねじり、2軸応力、はりの静定曲げ、極限解析など材力の基礎。
内力および弾性学第2			←		必	ひずみ（座標変換、ひずみ二次曲面、適合条件式）、応力（運動方程式、モール円、応力関数）、等方弾性体の平衡（フック則、ひずみエネルギー関数、解の唯一性）、Saint-Venant のねじり問題、棒の引張り、曲げなど弾性論一般。
材料力学および力学挙動学		←→			必	転位論、Griffith の破壊の理論、熱力学および統計論的取扱など材料強度に関する基礎論。
応用力学演習第1(A)			←→		必	(Timoshenko and Young)
材料強度および変形学			←→		選	ぜい性破壊、延性破壊、疲労、クリープ、降伏、塑性変形などに関する基礎論。
応力解析学				←→	選	光弾性、X線によるひずみ解析を含む応力、ひずみ解析一般、結晶方位の決定。
塑性加工学				←→	選	剛塑性体の平面ひずみ問題（Hencky の定理、すべり線）、上下境界定理、衝撃による塑性波の伝ば、平面弾塑性問題とそのマトリックス法による解法。
(第二学科)						
材料力学および挙動学		←→			必	(横堀：材料強度学)(岩波書店)
機械材料工学		←→			必	金属材料の組織、平衡状態の理論と実際、熱処理の理論と実際、各種材料試験法、非破壊検査法。
弾性および固体の力学		←→			必	単純応力、組合せ応力、真直はりのせん断力と曲げモーメント、応力と変形、はりの複雑な問題、ねじり、曲げとねじり、ひずみエネルギー、ばね、長柱、応力集中。
弾性論		←→			必	応力、ひずみ変形の理論、二次元弾性理論。
材料強度および変形学			←→		必	設計と材料試験（横堀：材料強度学）。
応力解析学				←→	必	二次元弾性問題の解法、うす板の曲げ問題の解法、かく（殻）問題の解法、熱応力問題の解法。

い同じことを行なっている。疲れ試験，X線やモアレ，光弾性，超音波などを使用し，応力の測定を行なっているところがわずかにある。また薄板の変形実験を行なっているところもあった。

3・2・4 集計結果の考察 102校の国公立大学に対して行なったこのアンケートの回収率は74%で，アンケートの回収率としてはよいほうであろう。材料力学教育に対する関心の深いことを表わしている。機械工学科という名前ではないが，内容はほとんど同じと思われる生産機械工学科，産業機械工学科，精密機械工学科など大学により名称が異なっているものも多いが，これらも集計に加えた。

多くの大学の材料力学はいわゆるティモシェンコ流のものが多く，この点では昔と大差ない。しかし，材料強度学とか固体力学というように，材料力学の内容はしだいに今後の科学，技術に対応するために変化していくようすがうかがえる。

3・3 材料力学関係者以外の意見 材料力学以外の専門科目を担当している人たちは企業に従事している人たちは，材料力学教育をどう考えているか，あるいは材料力学教育に何を望むかというようなことを聞くのも参考になると考え，数人の方たちから考えを述べてもらった。最近では疲労問題に関心が強く，疲

れ，破損，応力集中，切欠き係数，腐食などを教育してもらいたいなどの意見が多く，設計に役立つ基礎教育と考えている人もいた。また教員側の意見としては，学ぶものが興味をおぼえ，やる気になるような教育方法が望ましいという声もあったが，これは材料力学だけの問題ではなく教育一般においていえることであろう。

3・4 材料力学教育についての意見 アンケートのなかに記載されていた材料力学教育に関する意見をあげてみると次のようになる。材料力学はむずかしいといわれているが，これは教育方法に問題がありそうである。すなわち何のために習得しなければならないか，機械といかなる関係にあるか，設計との密接な関連など身近な具体例で説明するのがよい。機械工場における設計，製造の経験によると事故の80%は材料の疲れ破壊に起因している。応力集中理論，応力緩和などを教育する必要がある。材料力学とその基礎となる固体力学との関連について記述された著書があるとよい。要領よく要点をまとめて広範な基礎的諸学科目との関連においてみるめを養うことがもっとも必要である。

4. 材料力学教育についての今後の問題点

大学における材料力学の内容をいかにするかという問題は，一律にある型をきめてしまうのはきわめて危険で，各大学の教育にあたる教員が自主的にきめる問題であろう。現在材料科学，固体の力学，材料力学，弾性学，塑性学，材料強度学，レオロジーなどと呼ばれているものを適当に考慮にいれて，教育を開始する学年，時間を考えて教育内容を決定すればよいと思われる。

教育を開始する時期は材料力学のようなかなり一般性のある基礎科目は大学入学後すぐ，すなわち第1年次生からはじめるのが効果的ではないかと思われる。

変形する物体の力学としての材料力学は応力とかひずみの概念をよく理解させ，変形や破壊現象についての考え方を身につけるようにすべきであろう。

(文責 中山秀太郎)

表 12 大阪大学基礎工学部機械工学科における材料力学関係の教育

科目名	履修学年				必 選	内 容
	1	2	3	4		
機素静力学			↔		必	応力とひずみ，引張り圧縮，はり，ねじり，長柱，ひずみエネルギー，トラス，ラーメン。
材料強度学			↔		選	材料の強度について機械工学的立場と金属学的立場を包括。
弾性力学			←→		選	応力とひずみ，平面応力と平面ひずみ，うすい平板のたわみ，かく(殻)，三次元応力とひずみ，ねじり，曲げ，軸対称問題，平板の座屈，弾性波。
塑性力学				↔	選	降伏条件，応力ひずみ関係，すべり線場の理論，および上下界定理，塑性加工への応用。