

# 土木材料の現状とその展望

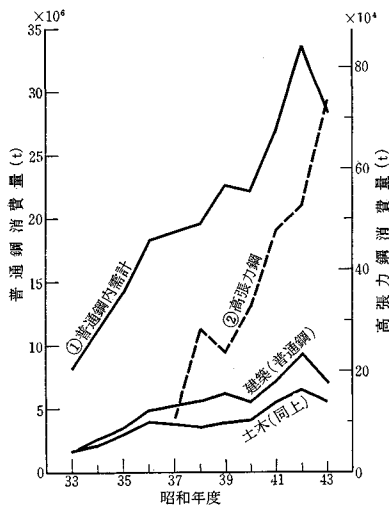
## 2.1 鉄 鋼

西 村 昭\*

### 1. 概 説

1856年、ベッセマー転炉の発明により近代製鋼法の基礎が確立されて以来すでに百数十年、その間わが国の鉄鋼生産量は、10年前には世界第6位であったものが、現在では、アメリカ、ソビエトに次いで世界第3位を占めるに至っている。このような高度の成長は、国内での旺盛な需要に裏付けされた新鋭設備、大規模生産による

図一 普通鋼材、高張力鋼消費量の推移<sup>1)</sup>



\* 正会員 工博 神戸大学教授 工学部土木工学科

コストダウンなど、国際市場での優位性に負うところが大きい。

土木部門について見るならば、工事での鋼の利用の比重が急速に上昇しているのが目立つ。図一はここ10年間における鋼材の消費量の推移を示したもので、土木・建築部門での内訳と、引張強さ 50 kg/mm<sup>2</sup> 以上の高張力鋼消費量の推移も併記した。また表一は昭和43年

表一 昭和43年度普通鋼材内需の内訳<sup>1)</sup>

区 分	消費量 (t)	百分率
土木	5 532 × 10 <sup>3</sup>	19.5
建築	7 195	25.2
産業機械	2 134	7.5
電気機器	1 163	4.1
家庭用事務用機器	889	3.1
造船	2 781	9.7
自動車	2 898	10.2
鉄道車両	312	1.1
自転車	111	0.4
容器	912	3.2
二次製品	3 389	11.9
その他諸成品	1 167	4.1
内 需 合 計	28 483 000	100.0

度について内需を示したものであるが、このように、普通鋼材の消費量は土木・建築をあわせると実に44.7%に達し、鋼の需要先として建設部門がいかに重きをなすかを知ることができる。さらに、表二は昭和43年度における高張力鋼の用途別使用量の内訳を示したもので、ここでは特に土木部門の占める割合の大きいことが注目される。このような建設部門での消費量の著しい伸びの根拠には、構造物の急速施工、巨大化に対処するのに、鋼が他の材料に比して本質的に優れていることがあげられる。目覚ましい製鋼技術の発達には、土木技術の進歩に平行して、今後とも、新たな使用面を有する鋼材、あるいは使用目的に適合する新鋼種の開発を生むことにならう。

構造物材料として鋼が確固たる信頼を得ているのは、それが有する降伏現象により破壊までのエネルギー吸収が非常に大きいことと、品質の安定とが、構造物に要求される安全性の向上にきわめて有効であることに立脚していることをあげることができる。これは、従来の構造用軟鋼についての長年にわたる使用経験に裏付けられている。従って、構造物材料として従来の軟鋼と異なった機械的性質を有する新鋼種を採用する場合には、従来の構造

表—2 昭和 43 年度高張力鋼材用途別受注量<sup>1)</sup>

鋼種別 用途別	溶接性高張力鋼		耐 候 性 鋼		低 温 用 鋼		耐 海 水 性 鋼	
	重 量 (t)	%	重 量 (t)	%	重 量 (t)	%	重 量 (t)	%
土 木	167 303	33.8	67 139*	45.0	3 909	31.2	5 134	37.1
建 築	102 723	20.7	1 340	0.9	3	0.0	7	0.1
そ の 他 建 設	12 375	2.5	6 957	4.7	1 209	9.6	476	3.4
産 業 用 機 械 器 具	51 916	10.5	19 768	13.2	2 210	17.6	19	0.1
船	41 559	8.4	1 111	0.7	1 477	11.8	—	—
自 動 車	52 392	10.6	1 763	1.2	—	—	—	—
鉄 道 車 両	3 967	0.8	20 863	14.0	—	—	—	—
輸 出	16 858	3.4	6 762	4.5	921	7.3	7 433	53.7
そ の 他	46 461	9.3	23 532	15.8	2 804	22.5	780	5.6
合 計	495 554	100.0	149 235	100.0	12 533	100.0	13 849	100.0

注：\*1) 橋梁用はこのうち 55 038 t である。

2) 引張強さについて 60 kg/mm<sup>2</sup> 以上のもの、および低合金鋼で引張強さ 50 kg/mm<sup>2</sup> 以上のもの。

用軟鋼に対する経験をそのまま適用することはできず、慎重な配慮が必要である。

## 2. 最近の鋼材

1966 年 7 月の大幅な JIS 改正により、一般構造用圧延鋼材、ならびに溶接構造用圧延鋼材の二規格に、前者には SS 55 が、後者には SM 50 Y, SM 53, SM 58 の三者が新たに加えられ、構造用材料として高張力鋼がますます重要度を深め、汎用されるに至った。しかし、土木部門の工事の公共性から、それに使用される鋼材材料については、使用に先立つ十分な研究・実証が要求されるため、そのような材料の急激な質的变化は見られない。近時の鋼構造物と溶接とは不可分の関係にあることから、ここでは溶接用高張力鋼について、二、三補足しておく。

JIS 規定によれば、SM 50 Y は引張強さは SM 50 と同一であるが、降伏点がそれより 4 kg/mm<sup>2</sup> 高く、SM 53 と同等のもので、いわゆる高降伏点鋼である。この製造には Nb, V の添加、In 処理などが用いられるが、Nb, V 添加の場合はセミキルド鋼で製造することができ、鋼材価格も一般にキルド鋼である SM 50 より安くすることができ、しかも設計上、SM 53, すなわち 55 キロ級と同等に取扱われるなどの有利性がある。これは、降伏点を基準に、許容応力度を定めていることに由来する。この高降伏点鋼と同等の機械的性質を有する鋼を外国の規格から拾うと、ASTM A 572 (Gr 55), A 441, A 242 (アメリカ); BS 968-1962 (イギリス); DIN 17100 : ST 52-3 (ドイツ); ISO/DR 918-1966 : Fe 50 などがあり、各国ともこの鋼種の経済的優位性を積極的に利用しようとする傾向が認められる。しかし、降伏比 ( $\sigma_y/\sigma_B$ ) の高い材料は、変断面材の場合、伸び能力が減少すると<sup>2)</sup>の研究があることに注目する必要がある。従って、この種の鋼材の使用に際しては、このような事実

を考慮して、構造物の安全性を害することのないような配慮が特に必要である。

次に SM 58 は降伏点が 46 kg/mm<sup>2</sup> 以上、引張強さが 58~73 kg/mm<sup>2</sup> で、この鋼種についてのみ、溶接熱影響部の硬化性を押える意味から、炭素当量が規定されて 0.44% 以下に制限されている。

以上は主として溶接性の要求を満たすことを主目的としているのに対し、特定目的用の低合金鋼も、土木の分野では重要である。すなわち、耐摩耗性鋼、耐候性鋼、耐海水性鋼、圧力容器用高張力鋼などがあるが、建設部門との関連からすれば、耐候性鋼をまずあげねばならない。耐候性鋼は、大気中での耐食性、すなわち耐候性を普通鋼の 2~6 倍に増加させ、しかも一般鋼材と同等またはそれ以上の材質、加工性、溶接性を与え、かつ価格も余り高くないよう考慮された構造用鋼である。耐候性鋼では表面の錆が安定した酸化膜となって固着し、その後の表面腐食の進行を阻止する一種の自己塗装性を巧みに利用したものである。1933 年、U.S. Steel 社で開発された Cor-Ten 鋼に始まり、耐候性鋼はわが国でも各製鋼メーカーから、それぞれの商品名で製造販売されている。その橋梁への使用例はすでに数多く、最近では完成後わが国最大のアーチ橋となる架設中の神戸大橋<sup>3)</sup>に全面的に耐候性鋼板が採用されている。それには 60 キロ級 (SMA 58) のものが最大厚さ 38 mm まで用いられている。

次に、最近各界の注目を集めている海洋開発に関連して、その機器、および構造物に対して、超高張力鋼、耐海水性鋼、低温用鋼が要求されている。この中で超高張力鋼は深海潜水艇用として、降伏点 100 kg/mm<sup>2</sup> 級の強靱鋼、あるいは 18% Ni マルエージング鋼、このほかに軽量・高強度のチタン・アルミ合金などが用いられている。また低温用鋼は、極寒気温下で流水の衝突の恐れのあるような使用環境を対象に要求されるものであるが、これはまた、LPG タンク用として一般に用いられてい

る。いずれの鋼種についても、溶接構造用として最低限の靱性と、海上などでの悪い作業条件に耐えうる良好な溶接性が要求される。

### 3. 鋼材に関する調査・研究の趨勢

構造物の安全性を支配する不確定要素の影響度は、構造工学の最近における長足の進歩に伴って、著しい変化を生じている。すなわち、従来における設計上の仮定、応力解析などの設計技術に起因する誤差は、著しく減少し、それに代って溶接の大幅な採用による構造の連続化と立体化は、より以上に構造物の脆性破壊に対する配慮を要求し、また、鋼材の品質、寸法、ならびに加工に伴う誤差がクローズアップされようとしている。これらの事実を念頭に置いて、鋼材に関する研究のすう勢を眺める必要がある。

#### (1) 鋼材試験方法に関する研究

構造物として必要な鋼材の性質は何かという本質的な問題が溶接用高張力鋼の出現につれて提起されている。降伏比の高い材料について設計上留意すべき点は前述したが、それに関連して、H型断面柱フランジにはりフランジに対応する平板を両側から溶接する供試体につき、板部分をつかんで引張荷重を加える試験が試みられている<sup>9)</sup>。この実験では HT 80 と SM 41 との対比が行なわれ、降伏点を基準にする設計法では降伏比の高いものほど実際には危険側にあり、また、破壊までの降伏域の

ひろがりをもって破壊に対する安全性を考えるならば、HT 80 は SM 41 に比し伸び能力小で、降伏ひずみ大という点で著しく安全性の劣ったものとなっている。このような鋼材の伸び能力を適確に判定するためには、試験片形状および寸法につき、従来の画一的方法の再検討の必要性が強調される<sup>9)</sup>。この観点から、日本鋼構造協会材料小委員会においては、まず鋼材の“引張試験法の再検討”が研究課題として採択され、必要な実験、文献調査、資料集めが完了し、すでに一部は発表されている<sup>10)</sup>。

引張試験法自身にも、① 降伏点の定義、② 試験速度と測定値との関係、③ 試験片のサンプリング、④ ミルシート値(M値)とチェックテスト結果(C値)との差の問題、⑤ 試験片形状と伸び測定値の関係の問題、などがあるが、現在④が一応のまとめを終了し、⑤についても、平行部長さ2000mmを最大とする大型試験片を含む試験を完了している。

④については、昭和42年の1年間にチェックテストされた鋼材につきM値とC値との対比資料を集め、統計的検定を通じてM値とC値との差を検討し、11鋼種(SS41; SM41A, B, C; SM50A, B, C; SM50YA, B; SM58; その他)、8試験社の総計61ケースの中で、M値とC値の統計量間に有意差が認められないものは降伏点で62.3%、引張強さで75.4%という結果が出ている<sup>9)</sup>。また、C値が平均的にM値を下回る場合は、61ケース中、降伏点で14.8%、引張強さで16.4%であったが、この調査でC値が規格値を割った例は、試験総数1618のうち1件もない。表-3は上記の調査資料にも

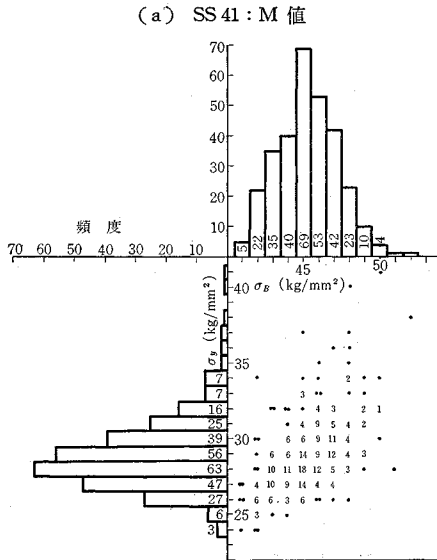
表-3 ミルシート値とチェックテスト値の統計量の比較

鋼種	機械的性質	ミルシート値				チェックテスト値			
		標本数	メジアン(t)	平均値(t)	標準偏差(t)	標本数	メジアン(t)	平均値(t)	標準偏差(t)
SS 41	降伏点 引張強さ $\sigma_y$ $\sigma_B$	305	28.3 45.0	28.99 45.27	2.48 1.99	329	29.0 44.5	29.98 45.15	3.53 2.22
SM 41 A	$\sigma_y$ $\sigma_B$	89	27.2 45.0	27.76 45.37	1.79 1.83	89	27.8 44.6	28.43 45.17	2.07 2.10
SM 41 B	$\sigma_y$ $\sigma_B$	60	28.5 45.0	29.15 45.65	2.44 2.90	60	28.6 44.4	29.07 45.43	2.29 2.55
SM 41 C	$\sigma_y$ $\sigma_B$	18	28.7 45.1	29.67 45.28	2.29 1.73	18	30.0 45.6	30.78 46.33	1.98 2.24
SM 50 A	$\sigma_y$ $\sigma_B$	463	36.7 54.0	37.53 54.56	2.97 2.33	472	37.0 54.0	37.29 54.62	2.82 2.33
SM 50 B	$\sigma_y$ $\sigma_B$	281	36.6 53.3	37.47 54.19	2.68 2.38	292	36.7 53.6	37.28 54.30	2.81 2.29
SM 50 C	$\sigma_y$ $\sigma_B$	32	36.8 52.8	37.16 53.16	2.17 1.88	33	36.6 52.8	37.21 53.33	2.60 2.34
SM50YA	$\sigma_y$ $\sigma_B$	73	42.0 54.2	42.21 55.29	2.94 2.19	92	42.7 54.4	43.42 54.89	3.20 2.77
SM50YB	$\sigma_y$ $\sigma_B$	13	40.2 54.8	40.31 55.00	2.19 2.83	15	37.4 53.0	38.67 53.60	3.32 1.78
SM 58	$\sigma_y$ $\sigma_B$	73	56.2 66.0	56.30 66.23	3.49 2.90	77	55.6 66.8	55.74 66.91	4.00 3.42
その他*	$\sigma_y$ $\sigma_B$	126	41.2 54.5	41.42 54.93	3.29 1.94	129	40.6 54.1	40.64 54.77	3.45 2.36

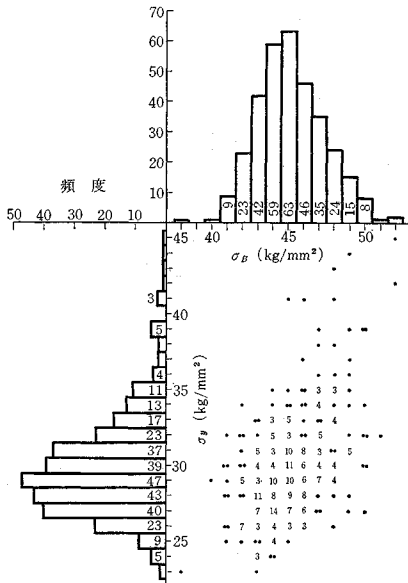
注：\* SM 50 相当の耐候性鋼

とづき、試験社に関係なく鋼種ごとに集計した結果で、それぞれの分布型は、標本数が少ない場合は必ずしも明白ではないが、標本数のかなり多い場合は、やや正にひずみ、対数正規分布型を示し、標本数が十分多いSS 41やSM 50 A の場合は典型的な対数正規分布を示す。これらは対数確率紙へのプロットにより確かめられる。またその際、あるいは上記以外の鋼種の場合でも、 $\sigma_B$  のプロットの方が  $\sigma_y$  のものよりもきれいに直線に乗り、対数正規分布の適合が良いことがわかる。分布型の代表例として、SS 41、および SM 50 A の M 値、C 値につき、

図-2  $\sigma_y, \sigma_B$  の頻度分布と相関



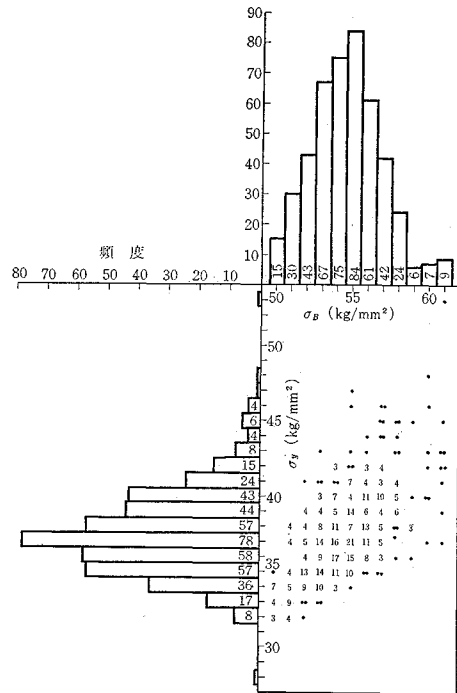
(b) SS 41 : C 値



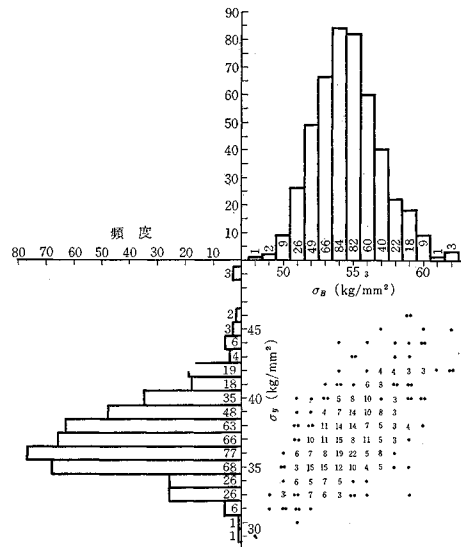
$\sigma_y$  と  $\sigma_B$  との相関図とあわせて 図-2, 3 に示した。構造物の安全性については、昨年の第 8 回国際橋梁構造会議<sup>9)</sup>、ならびに本年 9 月ロンドンで開催の同会議のシンポジウム<sup>10)</sup>のいずれにおいても主要課題として取り上げられているように、引き続いてこの種の資料の集積、統計の必要性を強調したい。

図-3  $\sigma_y, \sigma_B$  の頻度分布と相関

(a) SM 50 A : M 値



(b) SM 50 A : C 値



## (2) 構造用鋼材の使用上の問題点に関する研究

鋼材の内部欠陥の実用上の許容限度を選ぶための研究として、前述の材料小委員会においてラミネーションに関する文献調査<sup>11)</sup>と、故意にラミネーションを生ぜしめた60キロ級調質鋼に関する静的、ならびに疲労試験が行なわれている<sup>12)</sup>。ここにいうラミネーションとは、圧延面に平行に薄く層状に存在する内部欠陥であって、完全に分離していたり、内部に非金属介在物などを含んで強度的に弱い部分のことである。このような非金属介在物や偏析による不均質部の存在は、ある程度不可避であり、それが機械的性質、加工性、あるいは溶接性におよぼす影響は、従来の研究では必ずしも満足な解答を得ていない。今回の実験的研究は、従来不足している板厚方向の応力反復によるラミネーション材の疲労に関する資料を求めたもので、メーカー、ファブリケーター4社の共同研究である。結果としては、超音波探傷によって欠陥エコーのみが認められるようなものでは極端に短寿命であった以外、疲労寿命の差異は、健全材を含めてあまり顕著ではなかった。しかし、前者のような場合には需要者の手に渡る前に製造者側で処分されているため、実際上不都合を生ずることはないといえる。また、橋梁構造材としては、板を細かく切断工作することが多く、内部のラミネーションを検出しやすいのが実状である。

鋼材加工精度と構造物安全性との関係を知ることは、鋼構造物の生産合理化の一環として重要な意味を持つ。構造部材はそれぞれの機能に適合した品質（工作の仕上げ程度）を有することが必要であり、ここに部材の等級分けという考え方が生まれる。たとえば、道路橋における鋼床版リブ、鉄道橋における疲労を考慮する引張主要部材の自由縁、および同部材のすみ肉溶接のルート面などは、最重要部材として階級づけされる。その判断の基礎を与える資料として、ガス切断のまま使われる自由縁の場合については、静的強さに関しては一般的に見て問題はないようである。また、繰り返し荷重を受ける場合には、機械仕上げしたものとガス切断したものとでは、SS 41 (SM 41) や SM 50 の鋼材で 50 S にガス切断されていれば、従来の程度の機械仕上げのものに、ほとんど劣らない疲労強度が得られている<sup>13), 14)</sup>。

切断面の品質を左右するものは、表面あらさ、ノッチ、真直度、ベベル角度、開先深さ、錆の有無などであるが、これらが溶接の品質にいかにか影響するかは、表面あらさを除くと資料が十分でない。このようなときに、ガス切断面上のノッチが溶接の品質にいかにか影響を有するかを、すみ肉溶接、および突合せ溶接開先部に人工的ノッチを加工後溶接し、その際生ずる欠陥程度の判定を通じてノッチの深さ、幅、間隔などの条件に応じた適当な施

工法の採用が溶接の品質を左右することを明らかにしている<sup>15)</sup>のは意義深い。

## (3) 鋼材の動荷重下の性状に関する研究

80キロ級、あるいは耐候性の高張力低合金鋼についての通常の疲労試験<sup>16)~19)</sup>のほかに、各種鋼材の低サイクル疲労が多数の研究者によって取り扱われている。異色のものとしては、地震力による構造物の耐震計算に必要な資料をうる目的で、サーボバルブを利用した電気油圧型試作試験機を用い、軟鋼よりなる供試体について、静的強度と動的強度との関係、動的力-変位関係、定常的外力に対する挙動と過渡的外力に対する挙動の関係が求められている<sup>20)</sup>。実際構造物の終局強度の推定など、このくらいのデータの必要性は今後ますます増大してくるものと思われる。

## 4. 鋼材を用いた施工の急速化・簡易化

工期の短縮が要求される場合の施工の迅速化、熟練労務者の不足を補うための施工の簡易化を目的として、鋼材への依存度は急激に高まっている。この急速施工に伴う社会効果、投資効果、経済効果の実証的考察を行なうため、陸上交通施設（鉄道・道路などの土木工事）、河川・港湾施設を対象に実施された調査<sup>21)</sup>によると、収録事例は前者に対し94、後者に対し81におよび、いずれの場合にも現場工期の短縮は程度の差はあっても、共通した利点となっている。また、工期短縮、施工簡易化は、それ自身のメリットと同時に、それらから副次的に生ずる工程の実施、および品質管理の確実化など、得られる効果は大きい。

一例として、道路橋などにおける床版コンクリートの打設は、橋梁工事における工事の急速化と簡易化の目標としてまず注目される場所である。これに対して、小型I型鋼と異形棒鋼を格子状に配した格子床版<sup>22), 23)</sup>や、デッキプレートを利用したもの<sup>24)~26)</sup>についての実験と実施例が発表されている。

その他、橋梁の長大化、鋼材の高級化に適合した橋梁部材現場継手用としての高力ボルト支圧接合が、実験室的研究段階を過ぎて、橋梁主桁の現場接合に対して本格の実用段階に入ろうとしている<sup>27)</sup>。

また、従来長大吊橋の主ケーブルの架設に用いられてきたエヤスピニング工法は、強風下での作業不能、被害などの不都合がある。これに対しワイヤを数十本平行にたばねて適当な間隔で結束してワイヤロープと同様に処理するプレハブ・パラレルワイヤ・ストランド工法が開発され、相当な工期の短縮の目途が得られている。アメリカではベスレヘム社によって中支間吊橋であるニュ

一ポート橋に、わが国においても小支間吊橋に二、三の適用例がある<sup>28)</sup>。それらの経験が第二関門橋に始まるわが国長大吊橋架設に、いかに生かされるか注目したい。

本文をまとめるにあたり、川崎製鉄(株)村田勝弘氏に資料のご提供を願った。ご協力に感謝申し上げます。

#### 参考文献・その他

- 1) 日本鉄鋼連盟資料による。
- 2) 加藤・青木：変断面材の伸び能力と降伏比に関する研究，日本建築学会関東支部第37回学術研究発表会，1966年6月
- 3) 安孫子・鳥居：神戸港ポートアイランドの計画，土木学会誌，54-7，pp. 52-58，1969.
- 4) 奥村・堀川・星埜：高張力鋼の構造特性について，土木学会第23回年次学術講演会講演概要集，I，pp. 543-546，1968年10月
- 5) 奥村・堀川：構造用鋼板の伸び能力について，土木学会論文集，No. 152，pp. 34-38，1968年4月
- 6) 堀川：鋼板の引張試験法の問題点，JSSC，Vol. 3，No. 21，pp. 43-46，1967
- 7) 日本鋼構造協会：鉄鋼の引張試験に関する文献リスト，JSSC，Vol. 4，No. 29，pp. 42-48，1968
- 8) 西村：ミルシート値とチェックテスト値との関係について，JSSC，Vol. 5，No. 38，pp. 3-26，1969.
- 9) IABSE：8th Congress，New York，Sept. 9-14，1968
- 10) IABSE：Symposium，Concepts of Safety of Structures and Methods of Design，London，Sept. 11-12，1969
- 11) 日本鋼構造協会：鋼板のラミネーションについて（文献調査），JSSC，Vol. 3，No. 21，pp. 26-42，1967.
- 12) 日本鋼構造協会：ラミネーションの鋼構造部材の強度に及ぼす影響，JSSC，Vol. 4，No. 30，pp. 1-22，1968
- 13) 田島：自動ガス切断試験片による疲労試験，土木学会誌，Vol. 46，No. 10，1961
- 14) 岡田・森脇：ガス切断が高張力鋼(50kg/mm<sup>2</sup>級)疲れ強さに及ぼす影響について，溶接学会誌，Vol. 32，No. 8，1963
- 15) 日本鋼構造協会工作基準小委員会：ガス切断面の品質標準案について，JSSC，Vol. 4，No. 30，pp. 23-42，1968.
- 16) 安宅・前田・波田：高張力鋼の疲労強度に関する実験的研究(第1報)，土木学会第22回年次学術講演会講演概要集，I-109，1967年10月
- 17) 安宅・波田：同上(第2報)，土木学会第23回年次学術講演概要集，I-163，1968年5月
- 18) 奥村・堀川・佐々木：高降伏点鋼の疲労強度に関する一特性，東大工・土木工学科論文集録，第4輯，論文No. 6711，1967.
- 19) 菊池・鈴木・桜井：80キロ鋼プレートガーダーの疲労実験について，土木学会第23回年次学術講演会講演概要集，I-164，1968年10月
- 20) 伯野・四俣：はりの動的破壊時の復元力特性に関する基礎的実験，土木学会論文報告集，No. 162，pp. 11-20，1969年2月
- 21) 日本鋼構造協会 鋼材使用による急速施工特別委員会：鋼材使用による急速施工例調査報告(土木公共事業を中心として)，JSSC，Vol. 4，No. 36，1968.
- 22) 前田・池田・松井・桑原・梶本：重荷重用格子床版の実験的研究(第1報)，土木学会第22回年次学術講演会講演概要集，I-178，1967年5月
- 23) 三瀬・城野・桑原・梶本：格子床版の施工について，土木学会第23回年次学術講演会講演概要集，I-215，1968年10月
- 24) 足立・相原：鋼高架橋スラブ用デッキプレート，土木学会第22回年次学術講演会講演概要集，I-177，1967年5月
- 25) 日本鋼構造協会デッキプレート特別小委員会実験班：デッキプレート合成床版の実験(中間報告)，JSSC，Vol. 4，No. 35，1968.
- 26) 奥島・小阪：合成床版に関する実験研究，セメント技術年報，XVI，日本セメント技術協会，昭37
- 27) 西村・永井・三谷：相生橋の主桁現場継手(支圧接合)について，土木学会関西支部年次講演会講演概要集，I-6，1969年5月
- 28) 相良：平行線ケーブルの歩み，道路，pp. 48-53，1968年11月。[参考文献数：22]

### 土木学会誌“合本ファイル”

土木学会誌を整理していただくために合本ファイルを販売しております。1ファイルで半年分(6冊)とじることができます。ご希望の会員は代金に送料を添えお申込み下さい。下記のとおりなるべく一括した方が送料が安くなります。

#### 記

体裁 B5判・薄グリーン・クロス装，ピン挿入式  
(株・テッサーの製造による)

定価 150円

送料 1部 100円 17部まで 200円  
8部まで 160円 26部まで 240円

申込先 土木学会(東京都新宿区四谷1丁目  
・振替東京 16828)

