

橋梁用鋼材の機械的性質の現状調査

(株)サクラダ 正会員 南 邦明

(株)サクラダ 正会員 ○堀川秀信

東京工業大学 フェロー 三木千壽

1. はじめに 鋼材の品質は年々進歩し、高品質な鋼材が提供されるようになった。このことは、橋梁に従事している技術者の多くが認識しているが、どの程度高品質な鋼材であるのかは明確に知られていない。本報告は、橋梁で使用されている鋼材の機械的性質を調べるため、6鋼種(SM400, SM490Y(SM520), SM570, SMA400W, SMA490W, SMA570W)を対象とし1412枚のミルシートから、引張強度、降伏強度およびシャルピー衝撃値を調べた。また、1970年以前のデータとの比較検討も行い、どの程度鋼材の品質が向上したのかを明確にした。

2. 調査概要 調査は平成14年7月に実施し、日本橋梁建設協会の溶接技術部会に参加の14社で使用した鋼材を対象とした。本調査では、製鉄会社に拘らず、各橋梁製作会社で近年使用した鋼材を任意に抽出した。

3. 引張強度の調査結果 図-1および表-1に調査結果を示す。引張強度は、全鋼種において平均値で約1割程度基準値より高かった。400材では、SM材(塗装使用鋼材)よりSMA材(裸使用鋼材)の方が若干高い値を示しており、表-1の平均値で見れば判るが20N/mm²程度、SMA材の方が強度は高かった。490材において、引張強度は、SM490YB, SM490YA, SM520C, SM520-TMCの順に強度が高くなっていった。ただし、SM490YとSM520では、基準値では30N/mm²の違いがあるが、実際には平均値で約10N/mm²程度の違いしかなかった。また、SM材とSMA材を比較すると強度はSMA材の方が高く、400材の結果と傾向が異なっていた。570材において、多くの鋼材ではTMCP鋼と従来鋼(QT鋼)との違いはないが、SMA材では、若干TMCP鋼の方が引張強度は低くかった。また、SMA材とSM材を比較しても、大きな違いはなかった。表-2は、1967年に実施された引張強度の調査結果¹⁾²⁾を示したものである。今回の調査と1967年当時のデータを比較すると、SMA400Wでは若干現在の方が強度は高いが、その他の鋼材ではほとんど違いは見られなかった。ただし、標準偏差では現在の方が小さく、鋼材のばらつきは、小さくなってきているものと言える。

4. 降伏強度の調査結果 図-2 および表-1 に調査結果を示す。図中の細実線および細点線は、最小自乗法を用いて求めた板厚に対する降伏強度の回帰直線である。また、図中の太点線は、道路橋示方書の基準値を示している。道路橋示方書では、板厚が大きくなることで降伏強度の基準値を低くくしているが、図-2 の結果が示すように、降伏点一定鋼を除いて、板厚の増加に伴い降伏強度が低下する傾向が伺えた。降伏強度は全鋼種において平均値で約2割程度基準値より高かった。400材では、降伏強度はSM材よりSMA材の方が高く、平均値で約40N/mm²強度の違いが生じていた。490材では、SM材においてSM520-TMCを除けば、SM520CはSM490YBと同等、SM490YAと比較すれば、逆に強度は若干小さい値を示しており、引張強度とは異なる結果が示された。また、SMA材とSM材を比較して違いはなかった。570材では、全体的にばらつきの分布幅が広く、400材と比較すれば、標準偏差で約2倍となった。表-2に1967年当時の降伏強度の調査結果を示したが、これと今回の調査を比較すると、10~30N/mm²の範囲で今回の調査結果の方が高くなっていった。すなわち、降伏強度は、この37年間で若干高い側にシフトしていると言える。なお、標準偏差での違いは見られなかった。

5. シャルピー衝撃値の調査結果 図-3 および表-3 に調査結果を示す。JISでは、鋼材によって異なるが $\sqrt{E_0} \geq 27J$ あるいは $\sqrt{E_0}, \sqrt{E_5} \geq 47J$ としている。調査結果では100Jを下回る鋼材はなく、全体的に衝撃値は非常に高い分布を示していた。強度別に比較すれば、400材<490材<570材の順に衝撃値は高かった。特に、TMCP鋼の衝撃値は高い。400材では、衝撃値はSM400B<SM400C<SMA400C<SMA400Bの順に高く、SMA材はSM材より衝撃値は高かった。490材では、SM材のSM490YBとSM520Cを比較しても衝撃値に違いはなかった。しかし、SM520C-TMCでは、SM520Cと比較して平均値で約50J高く、300Jを超えるデータも多く見られた。また、SMA材は400材と同様、SM材より平均値で約40J高かった。570材は、衝撃値が200Jを下回るデータは少なく、平均値(従来鋼とTMCP鋼を合わせた)ではSM材で294J、SMA材では271Jと高い値を示し、300Jを超えるデータが多かった。特に、SM570-TMCでは平均値は315Jと高い衝撃値であった。表-4は、一宮³⁾らが調査した衝撃値における1970年以前のデータを集計したものである。これらと現在の鋼材を比較すると、平均値においてSM570では約60J(SM570-TMCを除く)程度現在の方が高いが、その他の鋼材では、約2倍程度衝撃値が高くなっていった。また、1970年以前では最大値は300Jを超えるデータはなく、さらに、規格を満足しない

キーワード：鋼材、引張強度、降伏強度、シャルピー衝撃値

連絡先：〒272-0002 千葉県市川市二俣新町21 TEL 047-328-3148 FAX 047-328-3156

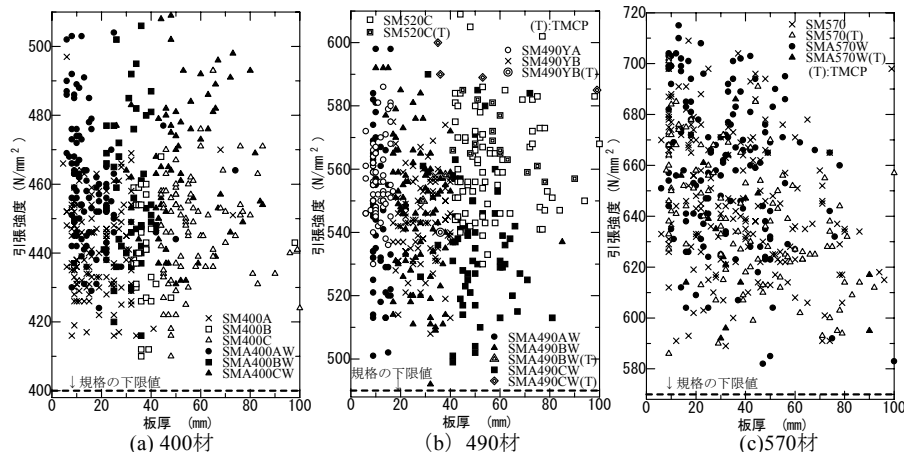


図-1 引張強度と板厚の関係

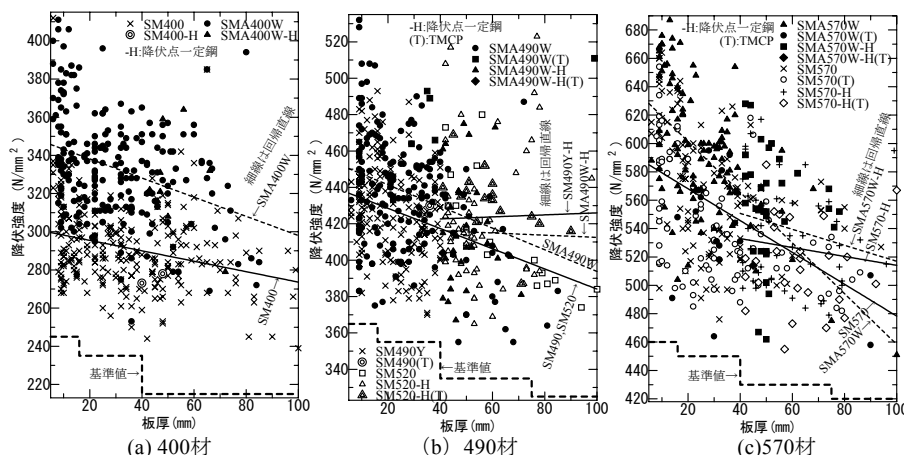


図-2 降伏強度と板厚の関係

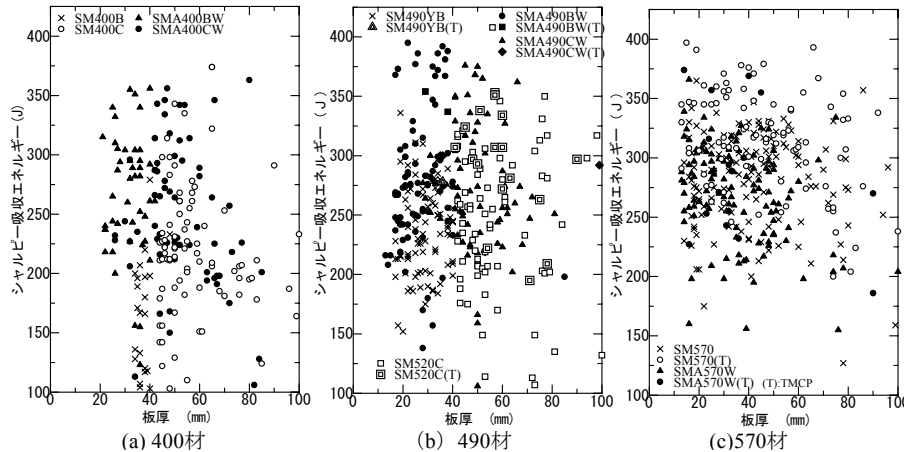


図-3 シャルピー衝撃値と板厚の関係

表-1 今回の調査結果の引張・降伏強度の集計

鋼種	テンパー 数量	降伏強度		引張強度	
		平均値 (N/mm ²)	標準 偏差	平均値 (N/mm ²)	標準 偏差
SM400A	141	296.3	22.77	442.3	13.59
SM400B	30	281.3	19.36	440.1	15.33
SM400C	84	288.4	21.60	446.8	14.83
SMA400AW	112	340.3	29.71	458.9	17.78
SMA400BW	49	327.1	23.26	457.7	20.96
SMA400CW	71	324.8	27.66	466.6	20.09
SM490YA	69	438.3	23.91	556.6	11.35
SM490YB	97	418.2	24.52	543.5	13.18
SM520	8	418.3	36.10	560.1	19.97
SM520-TMC	17	433.5	17.89	570.8	13.50
SMA490AW	58	444.1	34.07	545.8	23.30
SMA490BW	96	438.2	44.31	543.4	47.60
SMA490CW	67	414.8	33.10	536.8	20.54
SM570	170	557.4	44.74	646.1	27.00
SM570-TMC	112	536.1	41.01	640.3	25.45
SMA570W	141	586.9	47.57	659.5	29.91
SMA570W-TMC	18	534.4	40.12	632.4	26.61

表-2 1967年の降伏・引張強度の調査結果^{1),2)}

鋼種	デ-タ 数量	降伏強度		引張強度	
		平均値 (N/mm ²)	標準 偏差	平均値 (N/mm ²)	標準 偏差
SM400A	89	266.6	17.34	444.6	17.93
SM400B	60	279.3	23.91	447.4	28.42
SM400C	18	281.3	22.44	443.7	16.95
SMA400AW	19	299.7	10.21	439.5	8.57
SM490YA	73	414.0	28.81	541.8	21.46
SM490YB	13	395.0	21.46	539.0	27.73
SMA490AW	20	416.0	15.95	548.8	18.45

表-3 今回の調査結果の衝撃値の集計

鋼種	衝擊值 (J)			標準偏差
	最小值	最大值	平均值	
SM400B	103	288	170.9	53.19
SM400C	103	373	217.6	53.53
SMA400BW	123	489	272.0	61.87
SMA400CW	106	374	249.9	60.04
SM490YB	152	336	238.1	38.25
SM520C	107	408	244.7	61.11
SM520-TMC	195	353	291.2	47.02
SMA490BW	138	395	278.8	58.81
SMA490CW	106	376	276.8	55.87
SM570	127	469	279.9	49.31
SM570-TMC	200	397	314.5	42.17
SMA570W	155	366	269.3	40.92
SMA570W-TMC	186	374	286.0	53.97

表-4 1970年以前の衝撃値の調査結果³⁾

銅種	データ 数量	衝撃値(J)			標準 偏差
		最小値	最大値	平均値	
SM400B	194	20	290	81.0	38.84
SM400C	43	37	293	132.0	63.69
SMA400BW	2	109	187	148.0	55.44
SM490YB	64	19	256	104.9	43.65
SM520B	32	32	182	113.3	41.95
SM520C	4	79	161	137.0	38.73
SMA490BW	5	99	187	143.1	32.19
SM570	125	74	293	217.1	46.14
SMA570W	6	79	189	130.3	44.40

データも存在していた。以上のように、衝撃値はこの約 35 年間で格段に向上していると言える。

6. まとめ 現在の鋼材の機械的性質は基準値よりも遙かに高く、高品質な鋼材を使用していると言える。特に、TMCP 鋼の品質は格段に高い。引張強度は道路橋示方書で示されている基準強度より平均すれば約 1 割程度高く、降伏強度は約 2 割高かった。シャルピー衝撃値は、現状では 100J を下回るものではなく、200J 以上の鋼板が大半である。1970 年以前のデータとの比較では、降伏強度は、若干現在の鋼材の方が強度は高かったが、引張強度では大きな違いはなかった。また、衝撃値では約 2 倍程度シャルピー衝撃値は高かった。すなわち、この約 35 年間で溶接性という観点からの鋼材の品質は著しく向上していると言える。なお、本研究は、東京工業大学の創造プロジェクト研究の一環として行ったものである。

(参考文献)

- 1)西村 昭：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, pp3-26,1969.
- 2)西村 昭：鋼材の機械的性質のばらつきについて，JSSC Vol.5 ,No.48,pp68-74,1969.
- 3)一宮 充，平林泰明，柳沼安俊，下里哲弘，三木千壽：既設構造物の鋼材の年代的な特徴とその溶接性について(その2)，第58回土木学会年次講演会概要集 I-485. pp969-970. 2003.9