

## 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）

### － 鋼材のシャルピー吸収エネルギーの年代変化 －

首都高速道路技術センター 正会員 ○一宮 充 首都高速道路公団 正会員 下里 哲弘  
 首都高速道路技術センター 正会員 平林 泰明 東京工業大学 フェロー 三木 千壽  
 首都高速道路技術センター 正会員 柳沼 安俊

#### 1. はじめに

首都高速道路の鋼製橋脚の隅角部に疲労亀裂が発見され<sup>1)</sup>、その対策が検討されているが、疲労亀裂を除去した後、溶接で埋め戻す方法を適用した結果、母材にラメラテアが発生した<sup>2)</sup>。首都高速道路は昭和37年に供用を開始し、現在274kmにおよぶ路線延長のうち30年以上経過した路線は全体の3割に達しているが、ラメラテアが発生した橋脚もその中に含まれる。古い鋼材は文献3)に示されるように製鋼技術が異なり、溶接性や機械的性質も現在と違うため、補修溶接などの際に注意が必要になる。古い鋼材の機械的性質については、引張試験結果に関する知見はあるが<sup>4)</sup>、鋼材のじん性に関わるシャルピー衝撃試験結果に関する分析結果は少なく、年代変化に着目した報告事例は見あたらない。本稿では古い鋼材の機械的性質のうち、材料のじん性の目安となるシャルピー衝撃試験結果を整理した結果を報告する。

#### 2. JIS規格

鋼材のシャルピー吸収エネルギーに関するJIS規格は、1959年に改正されたJIS Z 3106でSM41とSM50にB, Cの規格が設けられたのが最初である。当時は単位面積あたりの吸収エネルギーである衝撃値(B材:3.5kg・m/cm<sup>2</sup>, C材:6.0kg・m/cm<sup>2</sup>, 共に試験温度は0℃)で規定されていたが、試験片が現行のJIS Z 2204 Vノッチ試験片と同じである場合、シャルピー吸収エネルギーとしてSI単位に換算すると27, 47Jとなる。その後1966年の改正でSM50Y, SM53, SM58材が規格に加えられ、SM材のシャルピー吸収エネルギーは現行の規格とほぼ同等となった。この頃のSM材の経緯については文献5)に詳しく記載されているが、これらの規格の改正以前では、後の改正で加わることになる鋼種と同等の機械的性質を有する鋼材が各ミルメーカーで開発されていた。これらの鋼材は、当時の鋼橋工事で実際に使用されており、当時の需要の高さおよび、規格改正の原動力となったことが伺える。その後SMA材が登場し、1991年のSI単位への切替えが実施された結果、現行の鋼種名称は表-1に示すような対応を示している。

#### 3. 調査方法

収集したデータは、1958年から1997年の間に橋梁製作工場で実施されたシャルピー衝撃試験結果である。データの整理方法は試験時期、鋼種、板厚、試験温度、3個の平均値のシャルピー吸収エネルギーをSI単位系(J)に換算して整理することを基本とした。鋼材の衝撃値がJISで規定化される1959年以前には試験片数が3個未満のものもあったが、その場合はその本数での平均値を記録した。また、先述したように1959年、1964年の規格改正で加わった鋼材の前身となった鋼材(表-1中で( )表記)についても、記録した。収集したデータ数は4,757である。

表-1 鋼種名称対応

| ～                  | 1959     | ～      | 1966 | ～ | 1968   | ～ | 1991    | ～ |
|--------------------|----------|--------|------|---|--------|---|---------|---|
| SS41               |          |        |      |   |        |   | SS400   |   |
| SM41, SM41W        | SM41A    |        |      |   |        |   | SM400A  |   |
|                    | SM41B    |        |      |   |        |   | SM400B  |   |
|                    | SM41C    |        |      |   |        |   | SM400C  |   |
| (WT50)             | SM50A    |        |      |   |        |   | SM490A  |   |
|                    | SM50B    |        |      |   |        |   | SM490B  |   |
|                    | SM50C    |        |      |   |        |   | SM490C  |   |
|                    | (SM50BN) | SM50YA |      |   |        |   | SM490YA |   |
|                    |          | SM50YB |      |   |        |   | SM490YB |   |
|                    |          | SM53B  |      |   |        |   | SM520B  |   |
|                    |          | SM53C  |      |   |        |   | SM520C  |   |
| (HT60, WT60, SM60) |          | SM58   |      |   |        |   | SM570   |   |
|                    |          |        |      |   | SMA41A |   | SMA400A |   |
|                    |          |        |      |   | SMA41B |   | SMA400B |   |
|                    |          |        |      |   | SMA41C |   | SMA400C |   |
|                    |          |        |      |   | SMA50A |   | SMA490A |   |
|                    |          |        |      |   | SMA50B |   | SMA490B |   |
|                    |          |        |      |   | SMA50C |   | SMA490C |   |
|                    |          |        |      |   | SMA58  |   | SMA570  |   |

キーワード 鋼材, シャルピー衝撃試験, JIS規格, 年代変化

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-10-11 虎ノ門PFビル (財)首都高速道路技術センター 緊急補強対策室

4. 調査結果

鋼種を強度別に 400, 500, 600N/mm<sup>2</sup> 級の 3 種類に分け、それぞれのシャルピー吸収エネルギーと試験実施年の関係を図-1~3 に示す。図中には JIS 規格に相当する 27, 47J の線を記載した。図-3 の 600N/mm<sup>2</sup> 級鋼材の結果で顕著なように、1981 年以前では 300J を超えるシャルピー吸収エネルギーが存在しないが、これは当時の試験機の能力上の問題によるものである。

年代変化から読みとれる傾向として、年代が新しくなるにつれ、シャルピー吸収エネルギーが平均的に高くなっていることがわかる。シャルピー吸収エネルギーの低いデータに着目すると、1980 年頃以降で 100J 以下のデータが減少する傾向が見られ、特に 600N/mm<sup>2</sup> 級鋼材で顕著である。製鋼技術の歴史的な変遷と照らし合わせると、1980 年前後は製鋼法が平炉から転炉に完全に移行したこと、連続鋳造材の比率が造塊材と同等程度まで高まったこと、の 2 つの時期に一致する<sup>3)</sup>。シャルピー吸収エネルギーが向上したのは、偏析が少なく安定した品質が得られる、連続鋳造材の比率が高まったことによる影響が大きいと考えられる。

なお、シャルピー吸収エネルギーに及ぼす板厚の影響についても、製鋼技術の変遷を考慮して整理したが、有意な傾向は見いだせなかった。

5. まとめ

文献 3) によると、首都高速道路の橋脚のうち、1980 年以前に竣工したものは 60% 以上を占める。鋼材のシャルピー吸収エネルギーが低い場合、補修などの溶接によるじん性劣化、疲労亀裂を起点とした脆性破壊、などが懸念されるため、補修溶接条件、亀裂除去方法に対する注意が必要になると考えられる。

参考文献

- 1) 森河久, 下里哲弘, 三木千壽, 市川篤司: 箱断面柱を有する鋼製橋脚に発生した疲労損傷の調査と応急対策, 土木学会論文集 No.703/I-59, pp.177-183, 2002.4.
- 2) 首都高速道路公団 鋼製橋脚隅角部の補修・補強の工事進捗状況について 鋼製橋脚補修検討委員会 中間報告, 2002.10., <http://www.mex.go.jp/topics/kyoukyakuhosyu/index.html>
- 3) 柳沼安俊, 平林泰明, 澁谷敦, 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, 第 57 回土木学会年次学術講演会講演概要集, I-291, pp.581-582, 2002.9.
- 4) 鈴木博之: 溶接構造用圧延鋼材の機械的性質の実績調査, JSSC No.18, pp.23-28, 1995.
- 5) 構造用圧延鋼材 JIS 改正 特集, JSSC, Vol.2, No.9, pp.2-75, 1966.

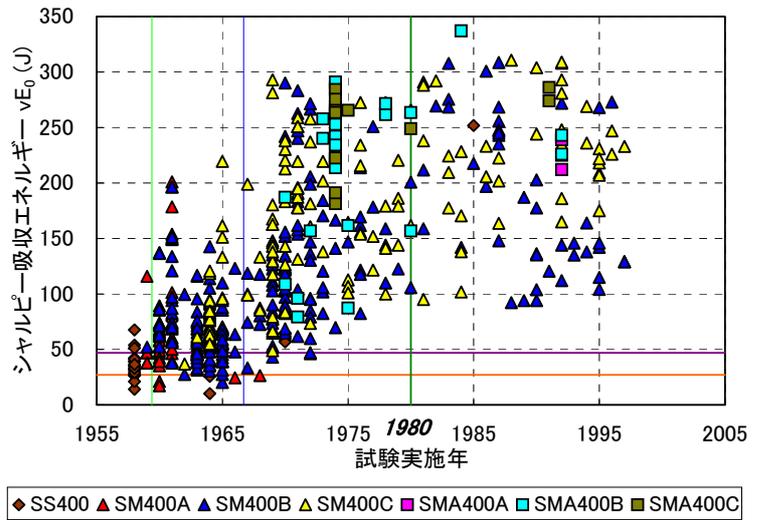


図-1 シャルピー吸収エネルギーの年代変化(400N/mm<sup>2</sup>級鋼材)

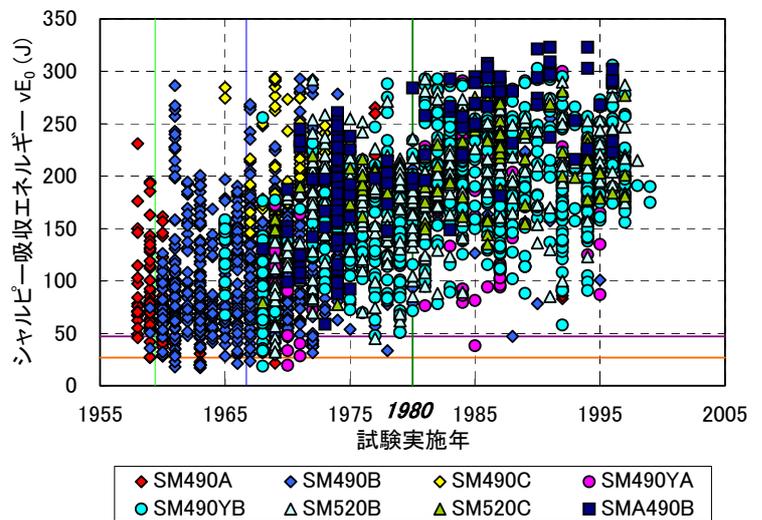


図-2 シャルピー吸収エネルギーの年代変化(500N/mm<sup>2</sup>級鋼材)

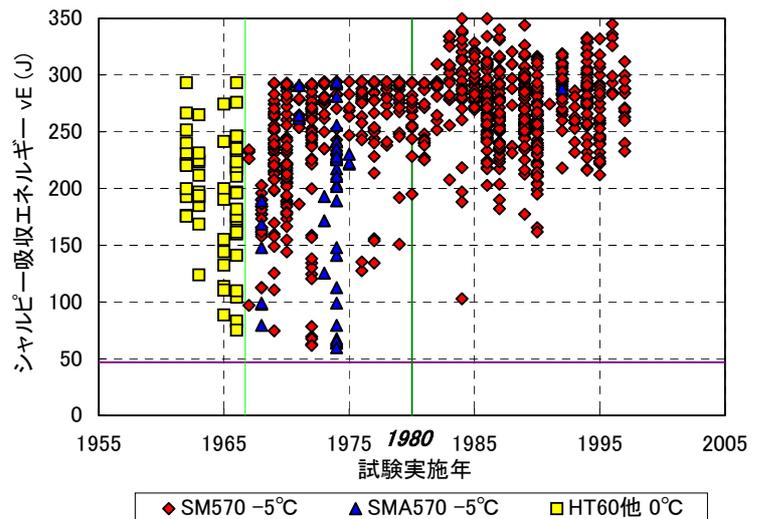


図-3 シャルピー吸収エネルギーの年代変化(600N/mm<sup>2</sup>級鋼材)