

腐食を有する古い鋼板の材料強度に関する一考察

○名城大学	学生会員	梅本	大喜
名城大学	正会員	渡辺	孝一
名城大学	フェロー	久保	全弘

1. はじめに

近年、供用開始から数十年が経過し、塗装の塗り替えや部分的な補修工事によって橋としての機能を維持している鋼橋が多数存在している。新橋への架け替えが可能な場合を除いて、適切な補修・補強工法による延命対策の需要が増大することは必至である。このような背景から、補修・補強工法に関する研究は各方面で盛んに行われているが、主要な幹線道路に架かる橋梁や、立地条件等により架け替えが困難な橋梁では、既設部材を生かした補修・補強工事を選択せざるを得ない場合がある。こうした橋梁を対象とした補修・補強設計では、既存の部材が保有する残存耐荷力をどの程度考慮するかによって、補修・補強の規模が大きく変動する。例えば、リベットが用いられているような古い橋梁では、既存の部材に用いられている鋼種が明確でない場合でも架設年次と、部材形状から当時の鋼材規格で定められた材料強度が適用可能であれば、少しでも補強部材の材片数を減らして経済的となる。

今回、大正 8 年に架設され、腐食が進んだトラス橋の補修・補強工事に伴う撤去部材を用いた材料試験を行った。使用されていた部材の材料規格は不明であるが、腐食した古い鋼材の材料強度について基礎的なデータを得たので報告する。

2. 引張試験片の加工

材料試験は引張強度特性を把握する目的で実施した。試験対象とした撤去部材の平鋼は腐食しており、部分的あるいは広範囲に及ぶ凹凸があるなど腐食状況は様々で、平均板厚は約 9mm であった。設計図では 12.5mm と記されていたことから、約 28%腐食等の要因で板厚が減少していることが推察された。引張試験片加工については、採取可能な寸法制約のため、JIS 規格サイズでの加工は出来なかった。そこで、図 - 1 に示すように腐食部の両端にエンドタブ（SS400 材）を溶接してクーポン試験片とした。まず、腐食鋼板部を幅 50mm、引張方向に 140mm の短冊状に機械切断し、腐食した部材表面の凹凸は、ワイヤーブラシによって浮き錆びを落とした状態とした。さらに両端のエンドタブは、引張試験装置にセットした時に偏心曲げが作用しないように、溶接後、切削により平行度を確保し、12mm の板厚となるように加工した。試験片は 19 体製作し、腐食状態による破断状況の分類を行っているが、今回の報告では紙面の都合から、基本的な材料定数と降伏応力、破断強度および破断伸びの結果について示す。

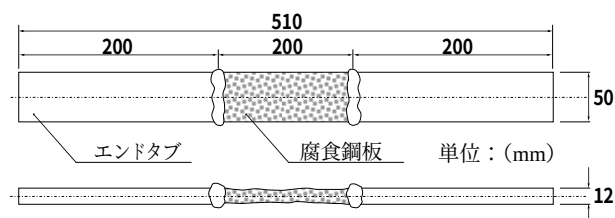


図 - 1 テストピース

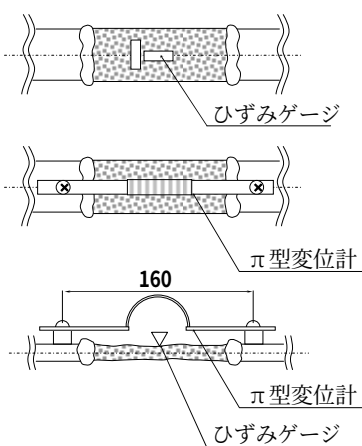


図 - 2 センサー設置状況



写真 - 1 試験状況

キーワード：腐食，材料強度，引張試験，JIS 規格

連絡先：〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501 名城大学理工学部 TEL052-832-1151, FAX052-832-1178

3. 材料定数の測定

引張試験片は、腐食による凹凸のためゲージを接着処理することは困難であった。そこで、図-2および写真-1に示すように、腐食による凹凸が少ない試験体3体に対してひずみゲージを接着する他に、試験体つかみ部にπ型変位計（容量10mm、精度1/1000mm）を取り付け、標点距離140mmに対して、7%の伸びに追従させることができるようにした。よって、2種類のセンサーで、腐食領域の伸びを測定し、π型変位計によって降伏域までの伸びが測定可能であることを確認した。ひずみゲージが接着不可能な試験片16体は、π型変位計により伸び量を測定し、ひずみに換算した。ヤング率は、降伏荷重の

8割までのデータによる最小二乗法によって求めた。降伏応力、破断荷重については、試験片の破断位置の実験前の実測断面積による公称応力によって材料強度をまとめた。

4. 引張試験結果

表-1に、比較的腐食による凹凸が少ない試験片3体の引張試験結果から得られた材料定数を示す。降伏点応力については、現在のSS400材に相当する材料強度が得られた。ヤング率については、若干高めの値となっているが、ポアソン比も現在用いられている値と同等であった。しかし、伸びについては、試験片形状と、腐食による断面の不均一性などのばらつきにより大きめの値となったことが推察される。

5. 古い鋼材の規格

わが国最初の材料規格は、表-2に示すような大正14年JES20である。当時の規格では、SSあるいはSM等の記号はなく、鋼板や形鋼など形状だけで分けられている。引張強さは抗張力という用語で示され、その範囲も39~47kgf/mm²となっており、現在のものとやや異なっている。これはDINの規格(St39)が反映しているものと考えられる。その後、昭和13年の規格が整備されているが、日中戦争初期の戦時規格で、この規格からSS等の記号が付くようになり、また種別、引張強さの範囲も現在のものの原型をなしている。図-3に、19体の引張試験結果から得られた、引張強度と破断伸びの関係を示す。図中には橋梁の架設年代から、JES20の規格範囲を破線で示した。

引張応力度については、公称応力としてまとめているため、腐食した試験片の破断位置における面積の評価方法で値が若干変化するが、JES規格の下限值よりも低い材料強度であることが推察される。伸びについては、前述したように、破断位置との相関が腐食状態によって異なるなどの要因で大きめの値となる。しかし、規格の21%以上の性能は確保されているようである。

6. まとめ

今回は、日本の鋼材規格が定められる以前の鋼材の材料強度について試験結果を報告した。日本最初の鋼材規格とJES20と比較して、引張強度は低い結果が得られた。しかし、試験片は腐食しておりその評価方法で材料強度が変化することから、慎重に検討を進めたい。

表-1 材料試験結果

試験片	降伏点応力(MPa)		ヤング率 (GPa)	ポアソン比	伸び (%)
	上	下			
T-1	230	218	241	0.29	29.68
T-2	203	210	229	0.30	26.98
T-3	220	199	238	0.29	27.28
平均値	218	209	236	0.30	27.98

表-2 鋼材のJES規格

規 格	種 類	種 別	記 号	抗張力 (kg/mm ²)	伸 び (%)	
大正14年 JES20	---	鋼 板	---	39~47	厚9mm以上	21以上
		形鋼 及 平鋼			厚9mm未満	17以上
昭和13年 JES430	鋼 板	普通種	SS00	34~50	厚9mm以上	18以上
	形 鋼	第一種	SS34	34~41	厚9mm以上	25以上
		第二種	SS41	41~50	厚9mm以上	21以上
	平 鋼				厚9mm未満	20以上
					厚9mm未満	17以上

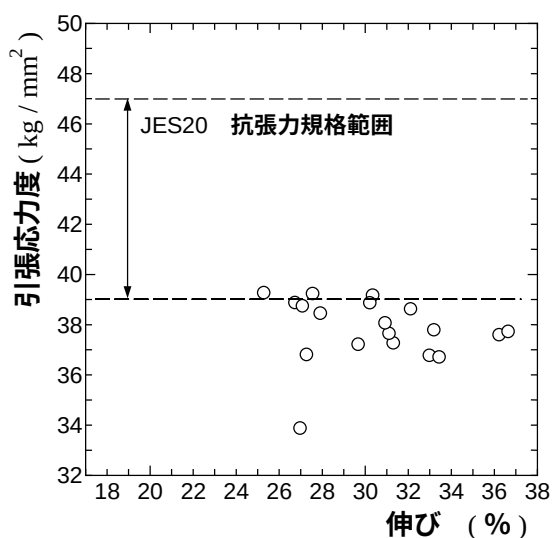


図-3 引張試験結果