

229 塑性歪が鋼材および溶接継手部の機械的性質に与える影響

高田機工(株) ○安田修 広野正彦 大阪大学大学院 大畑充 豊田政男

Influence of Plastic Strain on Mechanical Properties of Steel and Weld Joint

by Osamu Yasuda, Masahiko Hirono, Mitsuru Ohata, Masao Toyoda

1. はじめに

阪神淡路大震災以後、鋼製橋脚の脆性破壊が着目されるようになった。ある研究報告¹⁾によると、地震動によって塑性歪が導入され、鋼材の破壊靱性が低下していたことが指摘された。これまで塑性歪を受けた鋼材の材質劣化について多くの研究が行われてきた²⁾。しかし、既往の研究は溶接継手部に対して十分な調査が行われていないように思われる。そこで、本研究は、鋼製橋脚隅角部の脆性破壊を防止するための研究の一環として、塑性歪が鋼材および溶接継手部の機械的性質に与える影響を実験的に調査した。

2. 実験方法

鋼材は板厚13mmのSM490YBを用いた。鋼材の機械的性質を Table 1 に示す。溶接方法は炭酸ガスアーク溶接とし、溶接ワイヤは、JIS Z 3312 YGW11 とした。また、溶接入熱の目標は20kJ/cmとした。開先形状を Fig.1 に示す。なお、裏当て金は、試験鋼材と同じ鋼材とした。溶接後に与えた塑性歪履歴は、Fig.2 に示す単調引張および一方向繰返し引張とした。歪ゲージを貼り付けて母材、熱影響部および溶接金属部に目標の塑性歪を導入した。実験の組合せを Table 2 に示す。試験体に導入された塑性歪にはばらつきがあるので、目標塑性歪に対し $\pm 2\%$ を一つのグループとして扱った。機械的性質は硬さ試験、引張試験および衝撃試験によって求めた。硬さ試験は JIS Z 2244 により荷重98Nで行った。引張試験片は Fig.3 に示す丸棒引張試験片を用いた。また、衝撃試験は JIS Z 2242 によって行った。

Table 1 Mechanical properties of steel used.

Spec.	Thickness (mm)	Yield stress (MPa)	Tensile strength (MPa)	Elongation (%)	Charpy absorbed energy (J)
SM490YB	13	405	539	26	126 (at 0°C)

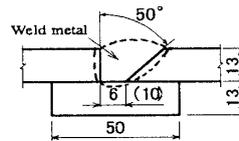


Fig.1 Shape of groove.

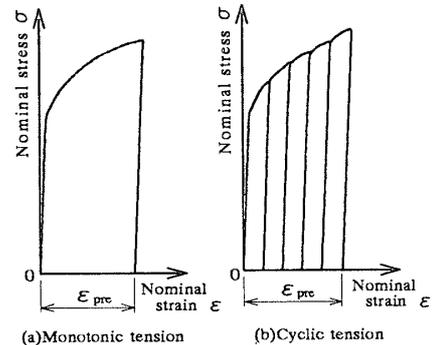
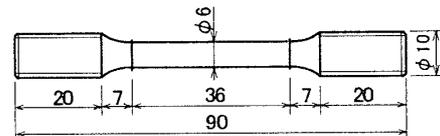
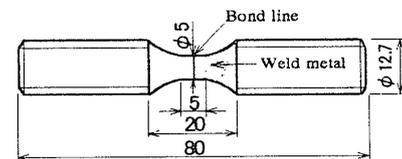


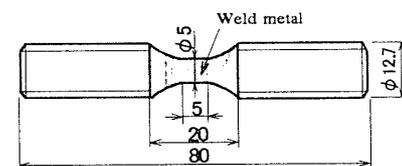
Fig.2 Type of straining.



(a) Base metal



(b) Heat-affected zone



(c) Weld metal

Fig.3 Dimension of tensile test specimens.

Table 2 Test conditions.

test locations	Type of plastic strain	Plastic strain ϵ_{pre} (%)
Base metal	Monotonic tension	0, 5, 10, 12, 15, 17 and 20
	Cyclic tension	2% \times 5 cycles
Heat-affected zone	Monotonic tension	0 and 10
	Cyclic tension	2% \times 5 cycles
Weld metal	Monotonic tension	0 and 10
	Cyclic tension	2% \times 5 cycles

3. 実験結果

硬さ試験結果を Fig.4 に示す。母材、熱影響部および溶接金属部いずれの部位も塑性歪の増加に伴い、硬さが上昇した。ビッカース硬さの上昇量は最大で 50 程度であった。

引張試験結果を Fig.5 および Fig.6 に示す。塑性歪の増加に伴い、下降伏点および引張強さもともに上昇した。特に下降伏点の上昇量が大きく、最大で 300MPa 程度上昇した。

衝撃試験結果を Fig.7~Fig.9 に示す。いずれの部位も塑性歪の増加に伴い、上部棚エネルギーは低下し、エネルギー遷移温度および破面遷移温度はともに高温側へ上昇した。ただし、塑性歪が 10%以上になると、両遷移温度はほぼ一定の値を示した。

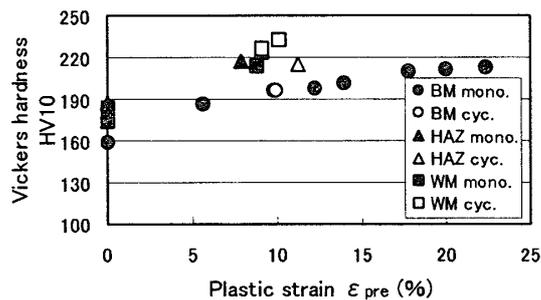


Fig.4 Relation between Vickers hardness and plastic strain.

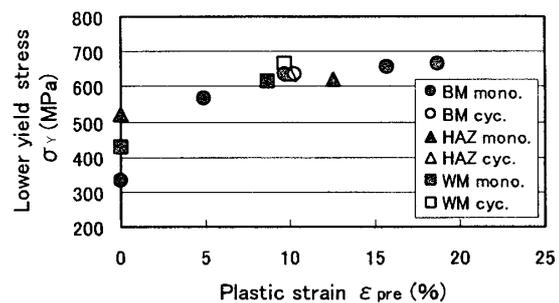


Fig.5 Relation between lower yield stress and plastic strain.

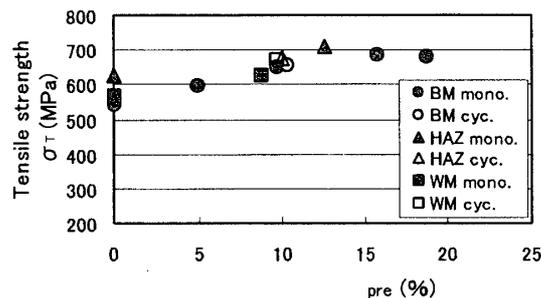


Fig.6 Relation between tensile strength and plastic strain.

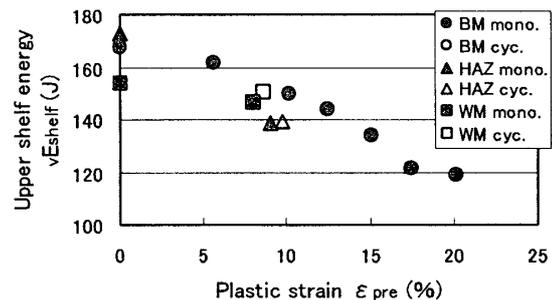


Fig.7 Relation between upper shelf energy and plastic strain.

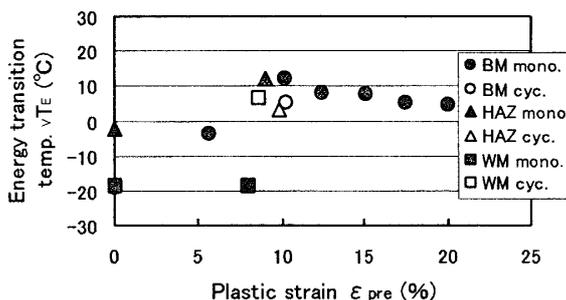


Fig.8 Relation between energy transition temperature and plastic strain.

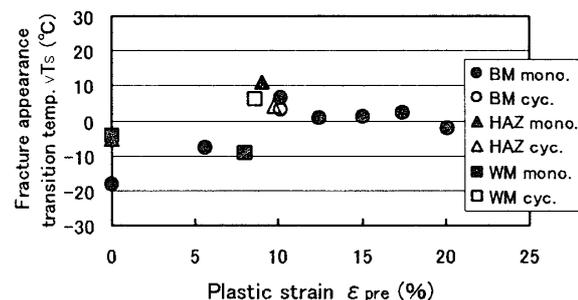


Fig.9 Relation between fracture appearance transition temperature and plastic strain.

参考文献

- 岡下ら：兵庫県南部地震による神戸湾湾岸幹線道路 P75 橋脚隅角部におけるき裂損傷の原因調査・検討，土木学会論文集，No. 591/I-43，1998.
- 例えば、日本溶接協会 鉄鋼部会：建築鉄骨での脆性破壊と鋼材破壊靱性セミナー，1999.