

建築用低降伏点鋼板の特性^{*1}荒木 清己^{*2} 谷川 治^{*3} 久保 高宏^{*4}

Properties of Low Yield Stress Steel Plates for Building Structural Use

Kiyomi Araki Osamu Tanigawa Takahiro Kubo

1 はじめに

建築物の耐震性能を向上させる技術として、制震ダンパーを組み込んだ制震工法が注目されており、なかでも品質の安定性、コスト、耐久性の面から低降伏点鋼を利用した履歴減衰型ダンパーが多く開発されている¹⁻⁵⁾。これらは地震時の振動エネルギーを鋼材の塑性エネルギーに変換することによって、柱、梁などの主要構造物の振動応答を抑えるというものである。この結果、地震時において建築物の揺れが軽減されるだけでなく、損傷を防止することができる。

川崎製鉄では、降伏強さが 100 N/mm² 級と 235 N/mm² 級の制震ダンパー用厚鋼板「RIVER FLEX」を開発し、商品化を行っている。以下に規格内容および特性を紹介する。

2 RIVER FLEX の特徴

制震ダンパー用厚鋼板は、設計で想定した荷重レベルで主要構造物より先行して降伏し、かつ塑性域における繰返し変形を受けるため、以下に示すような特性が要求される。

- (1) 降伏強さが小さい。
- (2) 降伏強さレンジが SN 鋼に比べて非常に狭い。
- (3) 優れた伸び性能を有する。

これらの特性を満足するため、2 種の鋼の強度水準に応じた適切な結晶粒径と組織の制御を行うべく、C あるいは炭素化物形成元素

を含む成分設計、および厚板圧延条件などのプロセス設計を実施し、RIVER FLEX シリーズの開発を行った。

製造工程を Fig. 1 に示す。100 N/mm² 級鋼板は、純鉄に近い成分に Ti や Nb を添加して固溶 C や固溶 N を低減し、適切な圧延条件および熱処理条件による結晶粒の粗大化により製造される。235 N/mm² 級鋼板は、C を 0.05% 程度まで低減し、降伏強さのレンジに応じた結晶粒径に制御するため、最適な圧延条件、または熱処理を経て製造を行う。化学成分の規格値と製造結果の例を Table 1 に示す。なお、本シリーズの適用製品板厚は、6~50 mm である。

3 特 性

3.1 鋼板の機械的性質

機械的性質の規格値と製造結果例を Table 2 に、応力-歪関係の比較例を Fig. 2 に示す。これらの鋼板は降伏強さが低く、また降伏レンジも 40~50 N/mm² と狭く、伸びも 40~50% 以上を有しており、制震ダンパー用鋼板としての要求を満たしている。

3.2 溶接継手の特性

Table 3 に示す溶接条件においてレ形突合せ溶接継手を作製した。シャルピー衝撃試験結果を Fig. 3, 4 に示す。いずれの部位でも 0°C のシャルピー吸収エネルギーは、良好な値を有している。

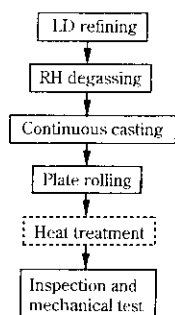


Fig. 1 Manufacturing process

Table 1 Specifications and typical examples for chemical composition (%)

Grade		C	Si	Mn	P	S	Others
RIVER FLEX100*	Speci- fications	≤0.02	≤0.02	≤0.20	≤0.030	≤0.015	—
	Thick (mm)	6	0.001	<0.01	0.08	0.008	Ti, Nb
	25	0.001	<0.01	0.08	0.008	0.008	Ti, Nb
RIVER FLEX235*	Speci- fications	≤0.20	≤0.35	≤1.40	≤0.030	≤0.015	—
	Thick (mm)	6	0.05	0.01	0.29	0.011	0.003
	25 35						—

*Available thickness of plates: 6~50 mm

*1 平成10年7月29日原稿受付

*2 水島製鉄所 管理部厚板・鋳鍛管理室 主査(掛長)

*3 水島製鉄所 管理部厚板・鋳鍛管理室 主査(部長補)

*4 技術研究所 厚板・条鋼研究部門 主任研究員(課長補)

Table 2 Specifications and typical examples for tensile test results

Grade			Direction	YS* (N/mm ²)	TS* (N/mm ²)	El (%)
RIVER FLEX100	Specifications		—	70~120	200~280	≧ 50
	Thick. (mm)	6	L	93	257	63
				C	92	265
	25		L	78	267	79
			C	82	262	78
	Specifications		—	205~245	300~400	≧ 40
RIVER FLEX235	Thick. (mm)	6	L	236	332	48
			C	227	333	52
	15		L	244	322	60
			C	229	326	58
	35		L	217	310	62
			C	211	315	60

*RIVER FLEX100: 0.2% proof stress

RIVER FLEX235: Lower yield stress

Test piece for tensile test: JIS Z2201 No. 5

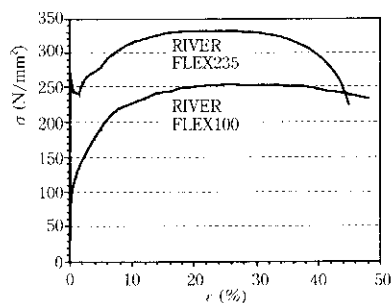


Fig. 2 Stress-strain curve of low yield stress steel

3.3 制震ダンパーの構造実験

低降伏点鋼を用いた各種制震ダンパーの構造実験をすでに行っている^{4,5)}。制震パネルでの一層骨組実験の状況を **Photo 1** に示す。

4 おわりに

ここで紹介した低降伏点を利用した制震ダンパーは、明治大学駿河台地区、さいたま城合同庁舎、新中央合同庁舎第2号館をはじめとしてすでに数件の建築物に採用されている。今後、建築物の耐震性向上のニーズがますます高まるとともに、さらに普及するものと考えられる。RIVER FLEXシリーズがこれらのニーズに応えられるよう、品質向上に取り組んでいく所存である。

参考文献

- 1) 鳥井信吾、木原直美、岩田 衛、寺本隆幸、北村春幸、藤澤一喜：「極軟鋼制振壁の開発（その1 極軟鋼制振壁を有する建物の振動応答性）」、日本建築学会大会学術講演梗概集、22233(1995)、465
- 2) 中川郷司、鳥井信吾、岩田 衛、藤澤一喜、清水孝憲、飯田伸男：「極軟鋼制振壁の開発（その31 層1 スパン骨組実験）」、日本建築学会大会学術講演梗概集、22414(1996)、827
- 3) 木原直美、北村春幸、鳥井信吾：「極低降伏鋼を用いた制震鋼板壁の設計」、鋼構造年次論文報告集、5(1997)、524
- 4) 藤澤一喜、山本健一、今井克彦：「制震用極軟鋼管」、川崎製鉄技報、29(1997)2、123
- 5) 藤澤一喜、清水孝憲、上村健二：「極軟鋼を用いた制震ダンパーの構造性能」、川崎製鉄技報、30(1998)1、7

Table 3 Butt welding conditions

Grade	Thick. (mm)	Welding method	Groove	Wire	Current (A)	Voltage (V)	Speed (cm/min)	Heat input (kJ/cm)
RIVER FLEX100	25	CO ₂ gas metal arc welding	Single bevel groove	KC-45 (1.2 φ)	300	32	30	19.2
RIVER FLEX235	25	CO ₂ gas metal arc welding	Single bevel groove	KC-50 (1.2 φ)	310	34	27	23.4

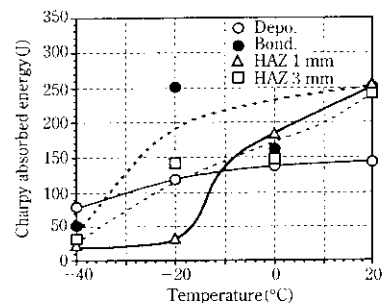
Groove angle: 35°, Root spacing: 5 mm, Shield gas: CO₂ 100%

Fig. 3 Results of Charpy impact test of butt welding joint (RIVER FLEX100)

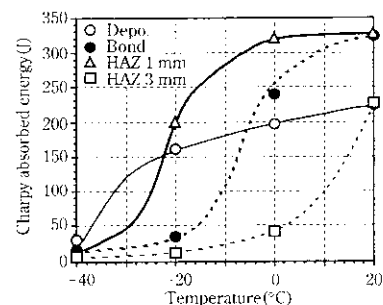


Fig. 4 Results of Charpy impact test of butt welding joint (RIVER FLEX235)

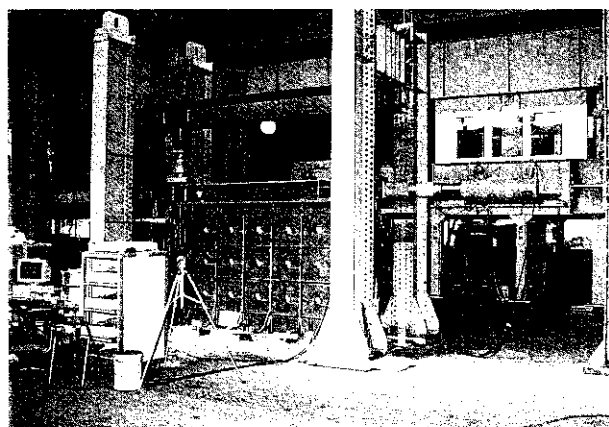


Photo 1 Experimental situation of 1 story 1 span rahmen frame

＜問い合わせ先＞

管理部技術サービス室 TEL 03(3597)3542
 建材事業企画部 TEL 03(3597)4129