

立向溶接における溶接条件と溶接部の機械的性質 (その2 引張強さの推定式)

正会員 ○藤田哲也*1 正会員 後藤和正*2 正会員 竹内秀紀*3
同 加賀美安男*4 同 米山真一朗*5 同 平井慶一*6
同 岡野昌明*7

溶接材料 冷却時間 引張強さ
硬さ 立向溶接 フラックス入りワイヤ

1. はじめに

本報では、溶接条件から求める引張強さの推定式を実験から求めることを目的とする。

2. 冷却時間と硬さの関係

その1で示した(1式)により、パス毎に測定した入熱(HI)とパス間温度(θ)から、各パスの冷却時間(CT)を算定する。

硬さは図1に示すように、各試験体のマクロ試験片から多層盛りされた溶接パス位置を特定し、1mm刻みで測定した硬さ試験位置との関係を確認し、パス内にある全ての硬さの平均をそのパスの硬さとして求める。

全試験体におけるパス毎に求めた硬さと冷却時間の関係を図2に示す。この図から硬さと冷却時間にはある程度の相関がある。さらに、溶接材料の強度及び銘柄毎に硬さと冷却時間の関係を図3に示す。

図3から求めた硬さと冷却時間の関係式を溶接材料の強度と銘柄毎で表1に示す。全体としては相関があるが、溶接材料の銘柄毎に求めた関係式の方がより高い相関性があるがわかる。

このことから、入熱とパス間温度から冷却時間を算定し、溶接材料の銘柄毎の表1の関係式から硬さを推定することが可能となる。

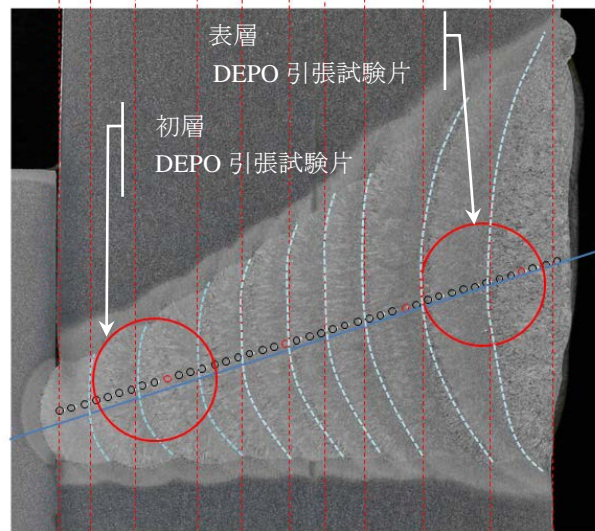
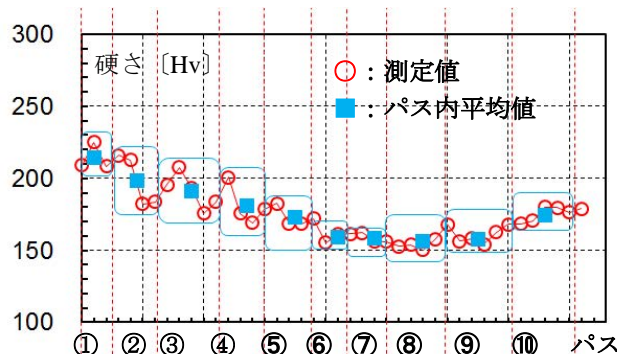
3. 引張試験と硬さの関係

図1に示す DEPO 引張試験片の採取位置にあたる初層と表層にあたる引張強さ、硬さ、冷却時間、入熱、パス間温度を表2に示す。表中の硬さ、冷却時間および入熱は、DEPO 引張試験片の断面積比率で平均した値を、パス間温度はその採取位置の最小値と最大値を示す。

DEPO 引張試験片採取位置の硬さと引張強さの関係を図4に示す。この図から硬さと引張強さの相関は高いことから、その1で示した硬さ(Hv)から引張強さ(Ts)を求める算定式(3式)に係数を入れて提案する。

$$Ts = 2.33Hv + 117 \dots\dots (3式)$$

Ts : 引張強さ (N/mm²) Hv : 硬さ (Hv)



【試験体：R50DVL】

図1 マクロ試験片と硬さ値

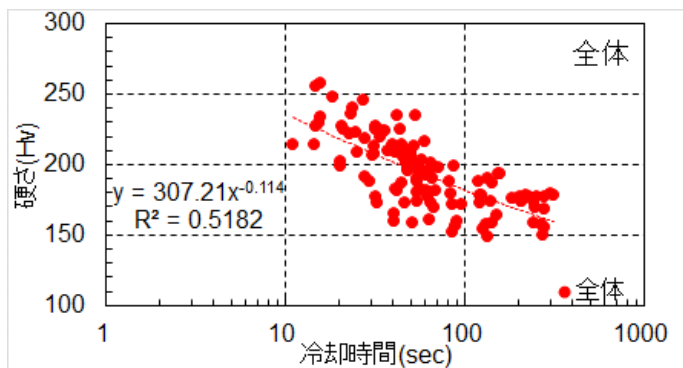
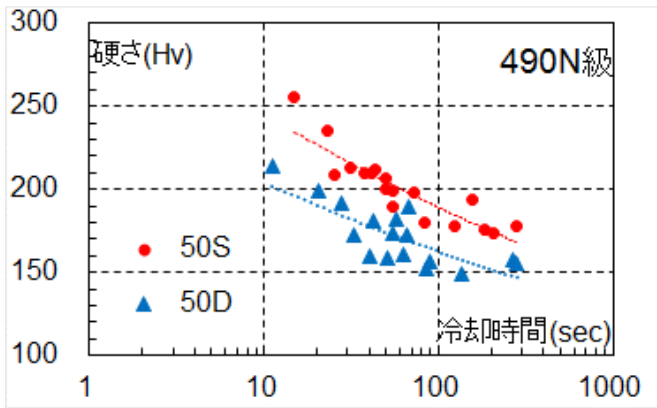
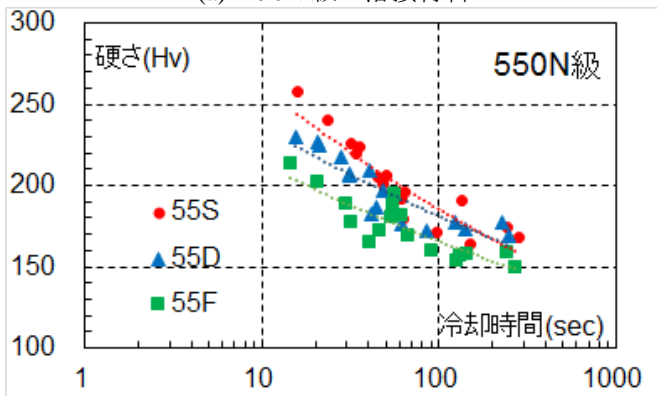


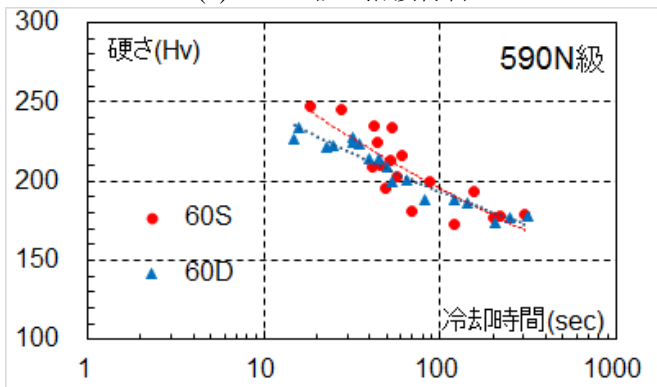
図2 硬さと冷却時間の関係 (全体)



(a) 490N 級の溶接材料



(b) 550N 級の溶接材料



(c) 590N 級の溶接材料

図 3 溶接材料銘柄毎の硬さと冷却時間の関係

表 1 硬さと冷却時間の関係式

溶接材料	関係式	R ²
490N級	50S Hv= 318.91 × CT ^{-0.114}	0.8090
	50D Hv= 255.45 × CT ^{-0.098}	0.5975
550N級	55S Hv= 368.90 × CT ^{-0.150}	0.8330
	55D Hv= 320.33 × CT ^{-0.127}	0.8151
	55F Hv= 274.54 × CT ^{-0.110}	0.7504
590N級	60S Hv= 356.55 × CT ^{-0.130}	0.6854
	60D Hv= 310.12 × CT ^{-0.102}	0.9261

Hv : 硬さ (Hv)

CT : 冷却速度 (sec)

表 2 DEPO 引張試験片位置の溶接条件と機械的性質

溶接材料	試験体名	位置	パス間温度 °C	入熱 kJ/cm	冷却時間 sec	硬さ Hv	引張強さ N/mm ²
490N	R50S	表層	191 - 232	63.5	178.6	207	607
		初層	27 - 105	36.3	37.0	174	527
	R50D	表層	178 - 203	73.2	207.6	186	541
		初層	97 - 115	42.7	55.2	153	482
	50SVL	表層	180 - 202	64.1	171.0	221	646
		初層	25 - 84	27.2	20.8	183	533
R50DVL	表層	182 - 249	32.6	98.8	196	570	
	初層	30 - 110	30.4	26.4	166	504	
550N	R55S	表層	206 - 219	82.9	273.5	199	590
		初層	45 - 116	47.1	58.0	174	517
	55D	表層	189 - 210	71.0	205.1	208	600
		初層	28 - 110	34.0	33.9	169	528
	R55F	表層	178 - 221	75.1	221.8	191	562
		初層	61 - 103	45.4	55.1	157	485
	55SVL	表層	166 - 177	71.0	176.3	235	661
		初層	25 - 106	26.9	21.3	180	520
	55DVL	表層	165 - 175	47.0	90.4	224	635
		初層	25 - 101	26.8	21.5	177	521
55FVL	表層	170 - 210	54.6	126.8	197	549	
	初層	25 - 98	25.5	19.0	152	459	
590N	R60S	表層	203 - 242	68.0	211.0	211	608
		初層	92 - 115	38.7	45.8	176	536
	60D	表層	177 - 227	73.0	216.6	225	646
		初層	96 - 106	29.2	28.4	180	559
	60SVL	表層	153 - 187	85.0	244.9	238	665
		初層	66 - 91	33.9	33.5	188	539
60DVL	表層	181 - 230	60.6	160.1	224	642	
	初層	64 - 98	29.9	27.5	181	538	

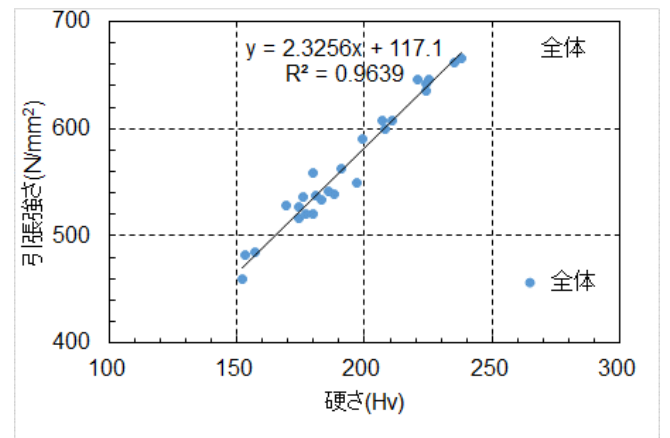


図 4 引張強さと硬さの関係

4. まとめ

各パスにおける入熱とパス間温度からその 1 で示した算定式で冷却時間を求め、そのパスにおける平均硬さと比較し、溶接材料の銘柄別で良い相関があることが確認できた。

DEPO 引張試験片採取位置における引張強さと硬さの関係は非常に良い相関があることを確認し、硬さから引張強さを算定する推定式を提案した。

*1 日本設計,*2 大成建設,

*3 安井建築設計事務所,*4 日建設計,

*5 フジタ,*6 竹中工務店,*7 鹿島建設

*1 Nihon Sekkei Inc. ,*2 Taisei Corporation ,

*3 Yasui Architects & Engineers INC. ,*4 Nikken Sekkei ,

*5 Fujita Corporation ,*6 Takenaka Corporation ,*7 Kajima Corporation