

サブマージドアーク溶接の高能率化 (シリーズ②)

—— カットワイヤ潜弧溶接法 ——

八幡溶接棒KK習志野工場* 岡田 寛・三浦 寿夫

1. はし が き

近年の溶接技術のめざましい進歩とともに、船舶をはじめ圧力容器、高層建築物など構造物の大形化が盛んになってきているが、それと同時に、各企業とも厚板溶接の高能率化への要望が高まってきている。この要望に対し各種高能率自動溶接法が開発され実用化されつつあるが、筆者らはそのひとつの方法としてカットワイヤを併用する潜弧溶接法を開発した。

一般に、高能率化のためには大入熱量が必用であり、その結果溶接金属の機械的性質が低下し、母材の熱影響部も軟化あるいはぜい化を起し易い。カットワイヤ潜弧溶接法はこれらの難点を解決し、かつ従来の潜弧溶接法の約2倍の能率化を図ることが出来、きわめて有望であることを確認した。

ここでは、カットワイヤ潜弧溶接法の開発のいきさつ、特徴、使用法および試験結果などについて述べる。

2. 開発のいきさつ

筆者らは、80キロ級調質形高張力鋼の溶接に際し、入熱量を 30,000 J/cm に制限し、しかも高能率化を図るため、粒状の鋼をあらかじめ開先内に充填して潜弧溶接を行なういわゆる「金属充填法」について研究したことがある。充填金属としてまず鉄粉を使用した場合には、貯蔵中酸化を受け易く、一部酸化したものを使用したときは、溶接中、安定なアークを維持することが困難であった。また特に高電流の溶接では鉄粉が飛散するなどの欠点があって適当ではなかった。さらに、鉄粉は比重が小であるため必ずしも高能率であるとはいえない。

つぎに、比重の大なるものとして棒鋼、溶接ワイヤ、あるいは開先と同一断面をもつ三角柱などを開先内に横置してみたが、これらの場合には、充填材と開先の両側面との接触が常に均一な状態でないかぎり、安定な溶込みは得難く、従って充填材をあらかじめ仮付溶接する必

要があることなどに気付いた。

以上の結果から、充填材としては、最も稠密に充填されるような形状として球形が理想的であると考え、小鋼球について試験を行なったが、工業化のためには細径ワイヤをその直径とほぼ同じ長さに切断したいわゆる「カットワイヤ」を用いても同様に有効であることが確認された。

以上のようにカットワイヤを潜弧溶接法に併用し、高能率化を図ることを目的として、各鋼種、板厚および継手形状について使用条件を確立したが、現在では、造船、建築、橋梁その他の各分野で実用化されている。

現在の高能率溶接法としては、一般に、潜弧溶接法、炭酸ガスアーク溶接法などが利用されているが、これら

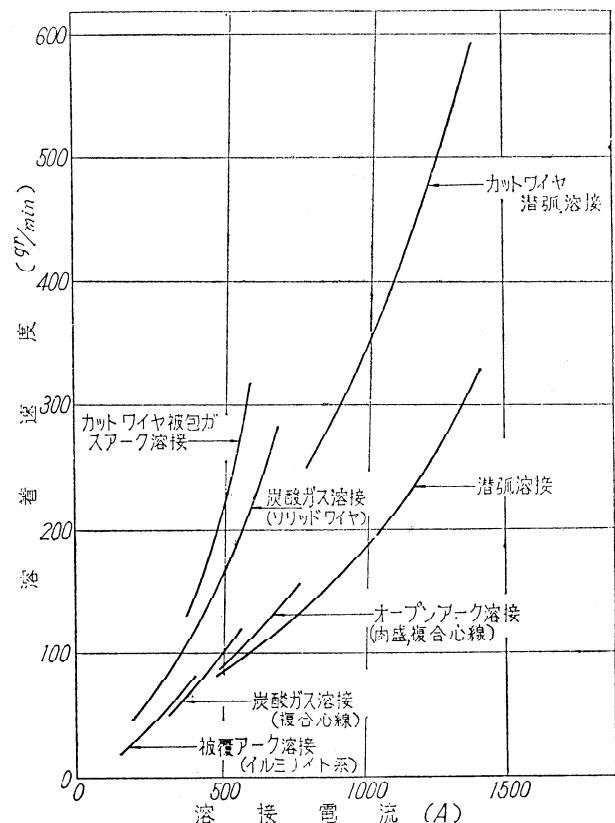


図1 各種溶接法の溶着速度 (1例)

* 千葉県習志野市東習野町2の648

の能率を単に溶着速度の点でのみ比較すれば 図 1 に示すようになり、低電流側では、ソリッドワイヤを用いた炭酸ガスアーク溶接法が能率的方法であると考えられるが、使用電流には自から制限がある。一方、厚板の自動溶接には、高電流を採用できる潜弧溶接法が本命として用いられているが、高電流を採用することは、必然的に入熱量が大となり母材のぜい化あるいは軟化などを起こし易い。従って、潜弧溶接法にカットワイヤを併用すれば、母材に対する熱影響が少なくなり、同時に能率向上の要因ともなる。

なお、従来より、上述の方法に使用されるカットワイヤは作業管理上原則としてワイヤと同一化学組成のものを推奨したが、カットワイヤの自動定量装置も考案中であり、それによれば、カットワイヤとワイヤとの使用比率を厳密に維持できるので、異種の組合せでも使用できるばかりでなく、大きな開先内に、少量のカットワイヤを充填する場合などのめんどくささも解消されることになる。

3. 溶接方法の特徴

カットワイヤ潜弧溶接法の特徴を挙げれば、つぎのとおりである。

(1) カットワイヤの充填量だけ溶着速度が増加する。

本法でのワイヤの溶融銀は、フラックスの組成により多少変化するが、主として溶接電流により決まり、カットワイヤの充填量にはほとんど関係しない、従ってあらかじめ充填したカットワイヤの分量だけ溶接量は増加することになる。(1)式は、ワイヤの溶着量が同一な場合のカットワイヤ潜弧溶接法の溶接速度を表わしているが、同一開先内では、カットワイヤの高比重層 ρ を大きくする程溶接速度も速くなる。

$$S = \frac{M \cdot \mu}{(7.85 - \rho) \cdot A} \dots\dots\dots (1)$$

ここに、S：溶接速度

M：ワイヤの溶着速度

A：開先断面積

ρ ：カットワイヤの高比重 (約4.3~4.8)

μ ：開先断面積に対する余盛を含めた溶接金属の断面係数

1 層溶接の場合には、約 2 倍の溶着速度が得られ、一般に板厚が厚くなるほど層数およびスラグ消費率も少なくなり高能率となる。

(2) 溶接金属のぜい化および母材熱影響部の軟化を軽減できる、

従来の潜弧溶接法で厚板を高能率に溶接するためには、

高電流、低速溶接を行ない、1パスの溶着量を増す以外に方法はなく、そのため過大入熱により溶接金属のぜい化および母材熱影響部の軟化あるいはぜい化などの悪結果をもたらすばかりでなく、溶接作業性の面においても悪条件をもたらしていたが、カットワイヤの充填により、一般に同一開先で同一層数の場合には入熱量が少なくなり、溶接金属の冷却速度が大となり、じん性の低下が少なくなる。また入熱量を少なくできるため母材熱影響部の軟化およびぜい化を軽減できる。

図 2 および 図 3 は、カットワイヤ潜弧溶接法と従来の潜弧溶接法との溶接金属の冷却速度の変化を比較したもので、図 2 は溶接入熱量が同一の場合の冷却速度の変化を示し、図 3 は溶着金属量をほぼ同一とした場合の溶

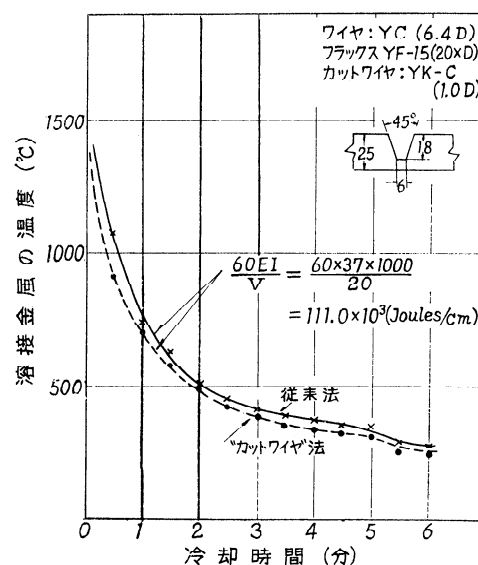


図 2 同一入熱量による冷却速度の変化

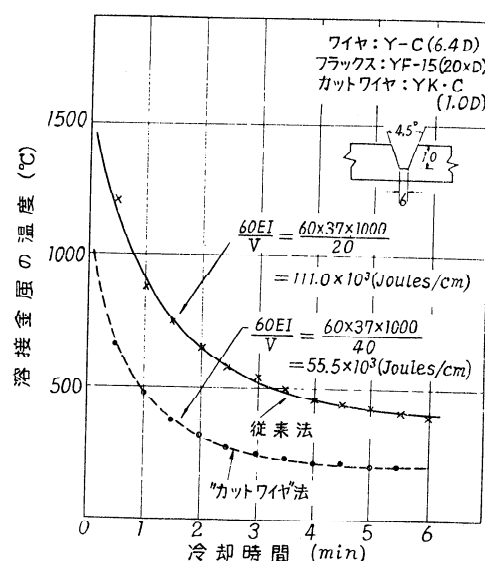


図 3 同一溶着量とした場合の冷却速度の変化の例

接金属の冷却速度の変化を示した。同一入熱量の場合には冷却速度にほとんど差が見られずカットワイヤの影響は、あまり関係ないように見受けられるが、溶接金属の機械的性質、特に切欠じん性の面で改善されることは、溶融金属の最高温度が低くなるためと考えられる。

(3) 高電流でもアークが安定でビード形状が均一となる。

カットワイヤは、開先内面との接触が均一であるためアークが母材に様に配分され、高電流でもアークの状態が非常に安定であり、均一なビード形状を得ることができる。一方、溶込みが浅くなるが、逆に取付不良の場合でも溶接を防止し易い。

(4) 溶接歪が少なくなる傾向にある。

入熱量を少なくできるため、あるいは溶接層数を少なくできるため溶接歪が少なくなる傾向にある。

4. カットワイヤ潜弧溶接法

4.1 概要

本法は図4に示すように、あらかじめカットワイヤを開先内に充填する以外は従来の潜弧溶接法と全く同じ方法である。現在、市販されているカットワイヤの種類は表1に示すようなものであるが、これら以外にも市販の潜弧ワイヤはすべて利用できる。カットワイヤのサイズは、作業性、溶接金属の性質および取扱いの点で0.8mm、1.0mm、1.2mmおよび1.6mm径の4種であるが、1.0mm径のカットワイヤが最もよく使用される。これらカットワイヤと組合せて使用するフラックス、ワイヤは使用目的により組合せを替えれば、溶接金属の

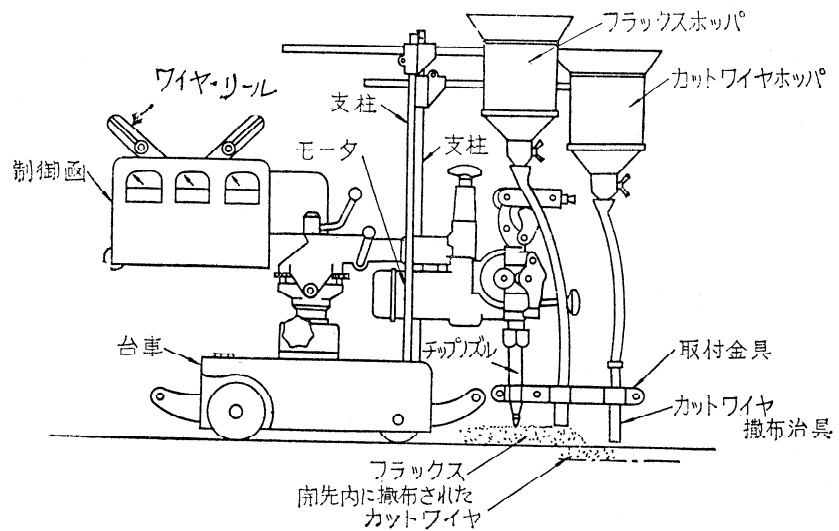


図4 カットワイヤ潜弧溶接法

性質に大きな特色を持たせることができるが、一般には使用条件により、ワイヤおよびカットワイヤの比が変っても心配ないように、ワイヤと同一種類のカットワイヤを使用するのが基本としている。この場合には、カットワイヤを簡単なホッパにより自動的に充填することもできるが、また、人手であらかじめ充填してもよく、その上を従来と同じ潜弧溶接を行えばよいので治具類もとくに必要とせず、また、溶接工の特別の試練或使用上の困難もないので、きわめて簡便かつ容易に現場作業に応用できるものである。

4.2 溶接材料の選定

フラックスとしてはつぎの性質を有するものが好ましい。

(1) 高電流でも作業性が良好なもの

カットワイヤ潜弧溶接法は、高電流により能率的に溶接し得ることが一つの大きな特徴であり、このためには高電流でもアークが安定で美しいビードが得られ、かつ

表1 市販“カットワイヤ”の種類

銘柄	化 学 成 分 (%)						* “カットワイヤ” のサイズ (mm)	組合せのフラックス (メツシュ)
	C	Si	Mn	P	S	Mo		
YK-B	0.10	0.01	1.00	0.007	0.015		0.8. 1.0. 1.2. 1.6	YF-15 (20×D)
YK-BM	0.09	0.02	1.24	0.006	0.013	0.51	0.8. 1.0. 1.2. 1.6	〃
YK-C	0.14	0.02	1.50	0.014	0.011	—	0.6. 1.0. 1.2. 1.6	〃
YK-CM	0.08	0.02	1.50	0.012	0.010	0.50	0.8. 1.0. 1.2. 1.6	〃
YF-D	0.09	0.01	1.73	0.013	0.013	—	0.8. 1.0. 1.2. 1.6	YF-10 (20×D)

* 註：“カットワイヤ”のサイズはその直径と長さを示す

スラブの剝離も良好なものでなければならない。

(2) 溶込みが適当に深く、しかも高温割れやスラグ巻込みの生じ難いもの

以上のように、フラックスとしては、溶接作業性および機械的性質がともに要望されるので、中酸化マンガン系中性フラックス YF-15 (20×D) が最適である。

図5には、組合せるワイヤおよびカットワイヤについて種々試験した結果を示す。この試験では、軟鋼および50キロ高張力鋼板上にV溝を設け、種々の組合せで1層溶接した溶接金属の化学組成と衝撃値との関係調べたが、溶接金属の化学組成としてC 0.15%以下でMn 1.0~1.2%, Si 約 0.2% になるように中性あるいは塩基性フラックスを使用すれば良好なじん性が得られることが判った。

図6に、ワイヤ Y-C (4.8mmφ), カットワイヤ YK

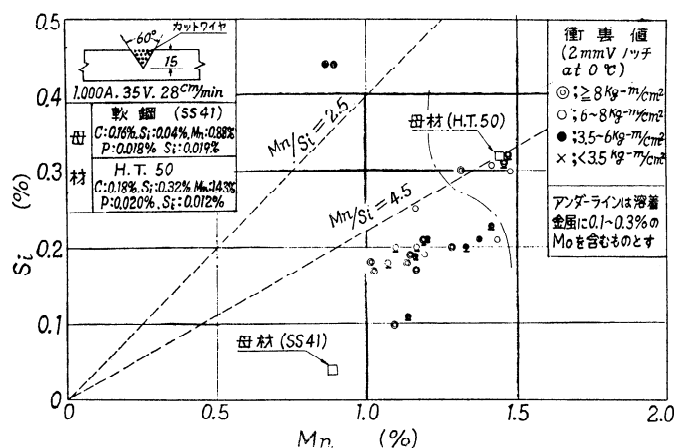


図5 溶接金属の化学組成と衝撃値の関係

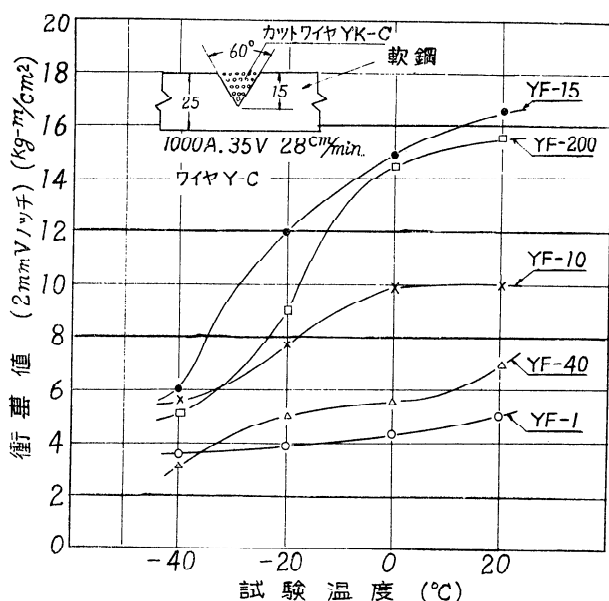


図6 各種フラックスと Y-C の組合せによる衝撃値—温度曲線

-C (1.0) を各種フラックスに組合わせて使用した場合の衝撃値を示し、図7には、フラックス YF-15 (20×D), カットワイヤ YK-C (1.0) を各種ワイヤに組合わせて使用した場合の衝撃値を示した。

YF-15 は、その組合わせるワイヤおよびカットワイヤによって優れた機械的性質、特に切欠じん性を有するが、1,400 A 以上の高電流では作業性が低下し、良好なビード外観を得難くなる懸念があるが、最近より高電流で使用でき、しかも良好な機械的性質およびビード形状が得られるフラックスを開発し、試作検討中である。

4.3 使用条件の選定

カットワイヤ潜弧溶接法の溶接条件の選定に際しては、従来の潜弧溶接法と同じく、まず十分な溶込みを確保できる電流値を定め、つぎに開先を埋めてさらに適当な余盛を得るような溶接速度を決め、最後に電流値に応じて電圧値を選定するが、その際溶込みおよびビード形状特にビード幅を考慮して調整すればよい。特に本法で重要な点は、カットワイヤが十分溶込み不足のないように必要にして十分な入熱量を与えることである。

4.3.1 溶接電流

図8には一例として 60° 開先の場合、十分な溶込みを確保し得る電流値を示した。この図で 800~1,000 A および 1,000~1,600 A の範囲は、2種のワイヤ径のどちらでも良いが、細いワイヤの方が約 2~3 mm 程度溶込みが深いことを示している。なお、開先角度の違いでも多少溶込みが異なり、開先角度が狭い場合には、溶込み不足を

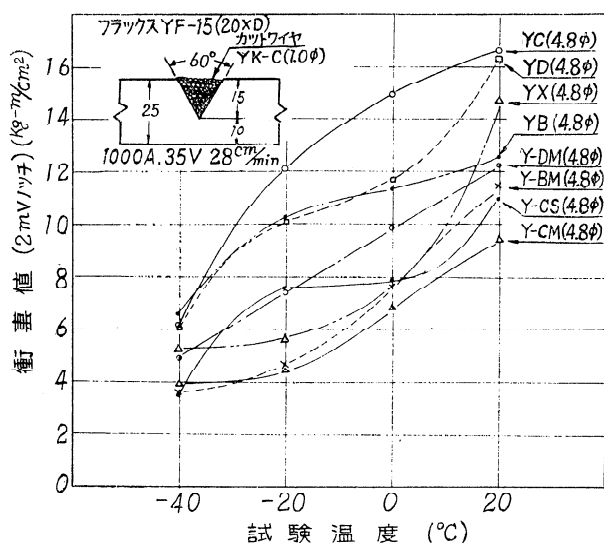


図7 フラックス YF-15 (20×D) と各種ワイヤとの組合せによる衝撃値—温度曲線

生じ易い。開先角度としては普通の V 開先の場合 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 、溶込みがとくに必要な場合は $80^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 、また、V 開先の場合は約 35° が適当であるが、厚板（約40mm以上）の V 開先では $20^{\circ} \sim 25^{\circ}$ J の開先とすることが望ましい。

図9はカットワイヤ潜弧溶接法による稀釈率（溶接金属のうち母材が溶融した割合）を示したものであるが、開先角度が狭い場合には、稀釈率が大きくなり、開先底部の溶込みを十分にするためには、やや高めの電流により母材を多く溶融しなければならない。従来の潜弧溶接法では開先角度 60° の場合稀釈率は $60 \sim 70\%$ となり、

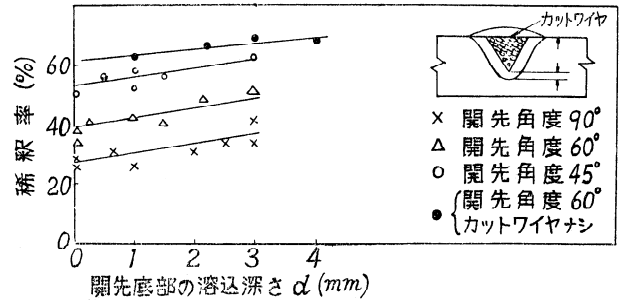


図9 カットワイヤ潜弧溶接法の稀釈率

同一開先角度をカットワイヤ潜弧溶接法で溶接した場合の約 20% も多くの母材を溶融していることになる。

4. 3. 2 溶接速度

溶接速度は図10に示すノモグラフで定めればよい。たとえば開先深さ 15mm、開先角度 60° の場合、図の a 点 → b 点を見れば、開先断面積 A が 1.3 cm^2 なることが判る。実際には、余盛を 20% 程度考慮すると、さらに b 点 → c 点 → d 点と移動させ、溶接金属の断面積 A は約 1.6 cm^2 となる。このうち、カットワイヤを開先面一ぱいに充填し、これが溶融した場合、残りの開先面および余盛部をワイヤで補う断面積 A' は、約 0.6 cm^2 となり、この断面積をいかなる電流および溶接速度で溶接するかは電流—速度由線上の面積 (d) で示す点 g、点 e または点 i の電流および速度を見出せばよい。たとえば 1,000 A (4.8ϕ) ならば 25 cm/min でよいことになる。ところが図11に示すように、溶込みは電流ばかりでなく、溶接速度にも影響するので、h 点即ち、

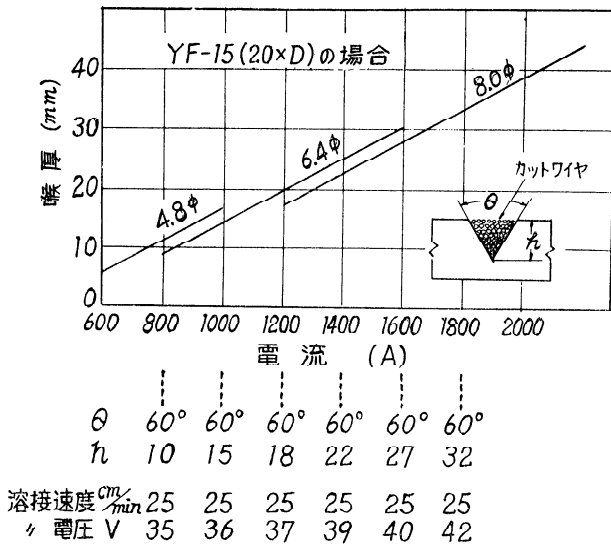


図8 電流、ワイヤ径と喉厚との関係

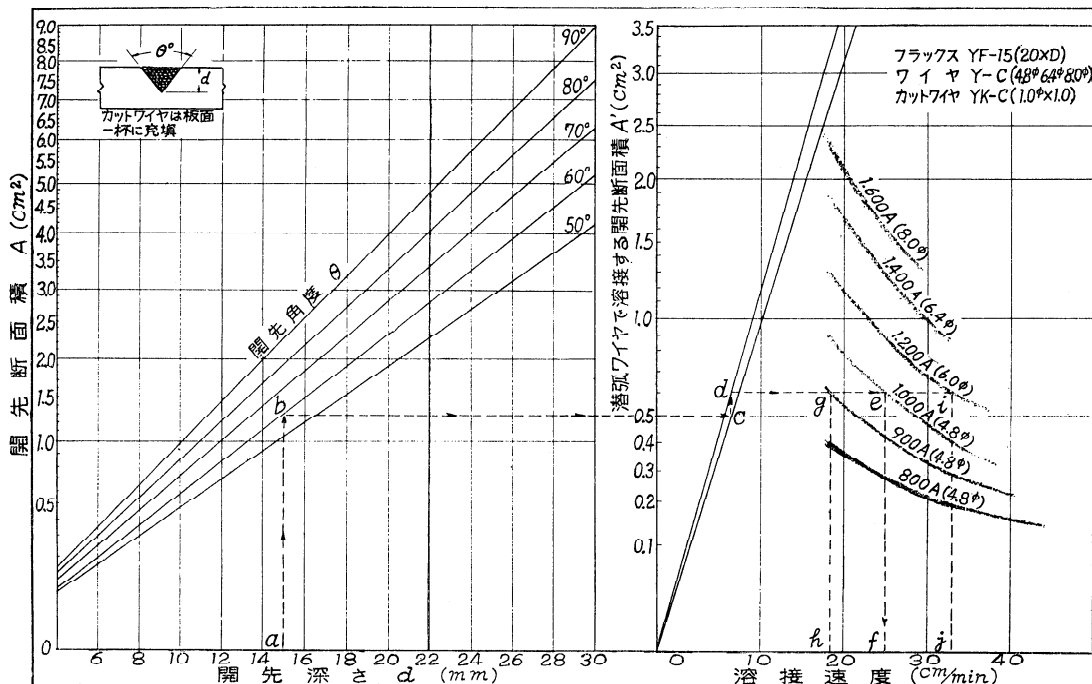


図10 溶接条件選定モノグラフ

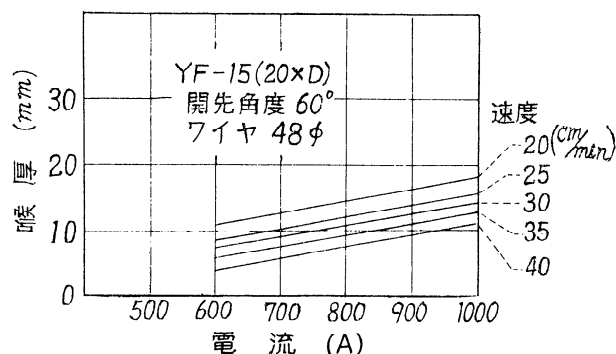


図11 電流速度と喉厚との関係

900 A, 18 cm/min あるいは j 点即ち 1,200 A, 33 cm/min でもよいことが判る (図11は開先角度 60° , 開先深サ 15 mm の V 開先にカットワイヤを板面まで充填して溶接した場合の電流, 速度と喉厚との関係を示す)。

4. 3. 3 電 圧

表 2 に電流に対する適正な電圧を示した。本法では、溶接速度が遅い場合には電圧を低めにすることができる。

表 2 電流値と使用電圧範囲

電圧(A)	800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800
電圧(V)	33~36	35~38	37~42	38~46	39~48	42~50

4. 4 溶接に際しての注意事項

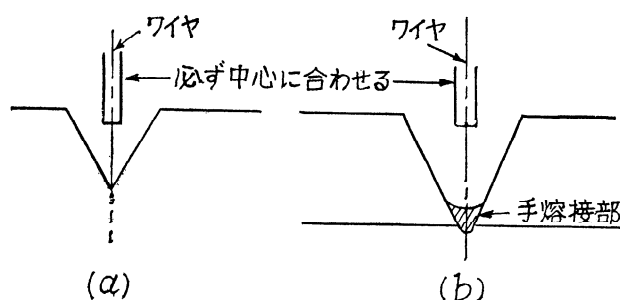


図12 ワイヤの位置・1 V開先の場合

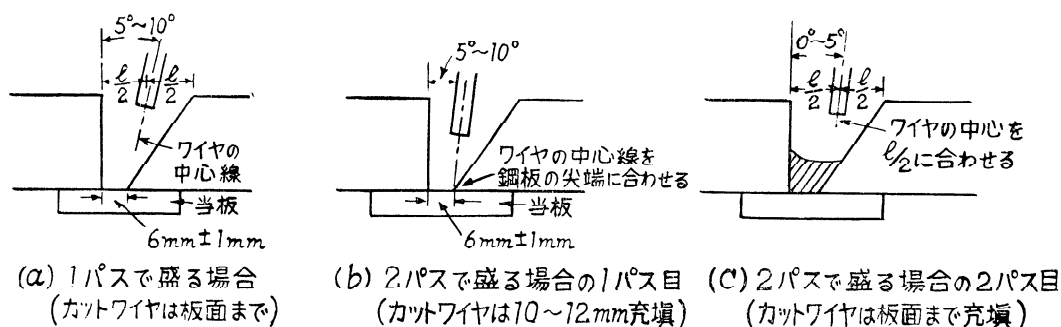
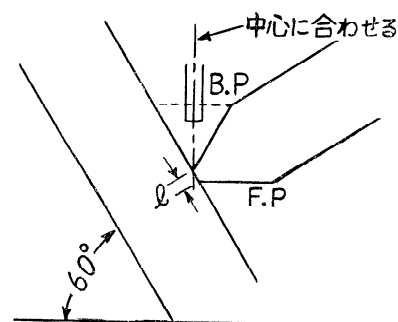


図12 ワイヤの位置・2 V開先の場合 (図示の当板が薄板の場合は、手溶接で 1R ~ 2R 盛る必要がある)



ℓ は $5\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ とし B.P の溶接は溶落のないような溶接条件を選定し F.P の溶接で B.P とのメタルタッチが十分であるような条件を選定する。

図12 ワイヤの位置・3 K開先の場合
(カットワイヤは点線の部分で充填)

4. 4. 1 ワイヤの位置

本法は従来の潜弧溶接法に比し溶込みが浅く、稀釈率が小さくなるので、前述のような方法で適切な溶接条件を選定してもワイヤの位置に十分注意する必要がある。図12 は V 開先, V 開先および K 開先を溶接する場合のワイヤの位置を示す。

4. 4. 2 スタートの仕方

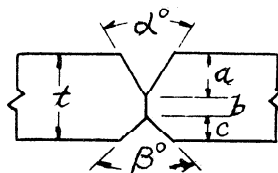
従来の潜弧溶接法では、スタートの際ワイヤの先端と母材との間にスチールワールのようなものを挿入し、スタートを容易にしているが、本法はその必要はなく、開先面に充填したカットワイヤにワイヤの先端を約 1 mm 程度接触させておき、ワイヤの送給をアークのスタートより約 1 秒程度遅らせることにより溶接が可能である。

4. 4. 3 溶接の始端と終端

前述のように本法は稀釈率が少なくなるため、溶接の始端および終端 (カットワイヤの充填量により異なるが始端、終端とも約 10 mm の溶接長) は、カットワイヤが十分に溶融せず溶込みが不十分になる場合が多い。従って溶接部の始端および終端に適当な溶接長になるタブ

第3(a) V開先の溶接条件

	板 厚 t (mm)	ギャップ g (mm)	手 溶 接 l (mm)	カットワイヤ 充 填	電 流 (A)	電 圧 (V)	速 度 (cm/min)
1パスで溶接する場合	20	2	10	板 面 ま で	850	35	30
	25	〃	10	〃	1,000	36	23
	30	〃	14	〃	1,230	40	23
	33	〃	16	〃	1,260	40	22
	35	〃	16	板面よりやや多め	1,400	46	23
	38	〃	16	〃	1,500	48	22
2パスで溶接する場合	25	〃	6	① 充填せず	700	33	40
				② 板面まで	1,000	36	25
	30	〃	6	① 充填せず	800	34	40
				② 板面まで	1,200	40	23
	33	〃	6	① 充填せず	900	35	30
				② 板面まで	1,200	40	23
	35	〃	6	① 充填せず	900	35	35
				② 板面まで	1,400	46	24
	38	〃	6	① 充填せず	900	35	30
				② 板面まで	1,450	48	22
	35	〃	12	① 14 mm	1,000	36	25
				② 板面まで	1,000	37	22
	38	〃	12	① 15 mm	1,100	36	25
				② 板面まで	1,100	37	25



使用 組 合 せ

Y-C (6.4φ) × YK-C (1.0φ) × YF-15 (20×D)

を設けることが必要である。また始端あるいは終端から続けて溶接する場合は、その部分（約 10~20 mm の溶接長）だけカットワイヤの充填量をやや少なめにすることにより十分な溶込みを得ることができる。

4.4.4 溶 落 ち

本法は従来の潜弧溶接法に比し比較的大電流を使用するため、過大入熱量の場合には溶落ちを生ずる場合もありうる。とくに図12に示すような開先を溶接する場合の第1層目にこの現象が起きる可能性がある。従ってあらかじめ予備実験により確認をすることが必要である。

しかし一般に溶込みが浅いため溶落ち防止としての役目もする。

つぎに、V開先およびX開先の溶接条件の例を表3に示す。

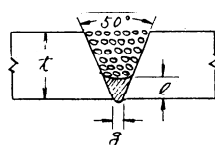
4.5 試 験 例

本法は前述のような種々の特徴を有し、すでに表4に示す各船級協会の認定を得て各方面に使用されており、また多くの需要家で実用化中であるが、その目的もつぎに列挙するようにきわめて広範囲にわたっている。

(1) 厚板突合せ溶接の高能率化→片側溶接の実用化

表 3 (b) X 開先の溶接条件

	板 厚 t (mm)	開 先 形 状 (mm)					パ ス	カットワイヤ 充 填	電 流 (A)	電 圧 (V)	速 度 (cm/min)
		a	b	c	α°	β°					
2,000A 用 溶接機の場合 ワイヤ径 6.4 mm	25	14	5	6	60	90	B. P.	板面まで	1,050	34	35
							F. P.	充填せず	950	33	27
	28	16	5	7	60	90	B. P.	板面まで	1,100	34	25
							F. P.	充填せず	950	33	25
	32	19	5	8	60	90	B. P.	板面まで	1,200	34	25
							F. P.	充填せず	1,000	35	25
	35	20	6	9	60	90	B. P.	板面まで	1,200	34	23
							F. P.	充填せず	1,050	35	23
1,200A 用 溶接機の場合 ワイヤ径 4.8 mm	25	13	6	6	60	90	B. P.	板面まで	950	35	30
							F. P.	充填せず	900	34	35
	28	15	6	7	60	90	B. P.	板面まで	1,000	35	30
							F. P.	充填せず	900	34	30
	32	19	6	7	60	90	B. P. 1	充填せず	850	33	25
							B. P. 2	板面まで	900	36	25
							F. P.	充填せず	850	33	30
							B. P. 1	10mm 充填	950	33	25
	35	21	6	8	60	90	B. P. 2	板面まで	900	36	25
							F. P.	充填せず	900	33	25



使用 組 合 せ

Y-C (6.4 ϕ) $\times$ YK-C (1.0 ϕ) $\times$ YF-15 (20 $\times$ D)

- (2) 下向スミ肉大脚長溶接の高能率化
- (3) V 開先溶接の高能率化
- (4) 調質形高張力鋼溶接の高能率化
- (5) 溶接性不良鋼材への適用
- (6) 高切欠じん性を要求する鋼材への適用
- (7) 肉盛溶接への応用

なお、表 5 には高張力鋼に应用した場合の試験結果を示し、表 6 には各種認定試験結果の抜萃を示す。

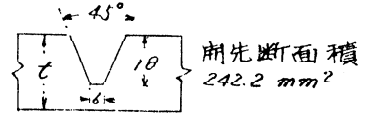
以上カットワイヤ潜弧溶接法のいきさつおよび現状について述べたが、従来の潜弧溶接法に比し溶接能率、溶接金属の機械的性能、溶落ち防止、溶接歪の軽減などの諸点において優れた溶接法であり、かつその使用法も簡便なので、今後その活用範囲が増々拡大されるものと期待している。

(表 4 は紙面の都合で 38 P に掲載する)

5. む す び

表5 “カットワイヤ” 潜弧溶接金属の性質の例

(高張力鋼の場合)

試 験 番 号		1	2	3
母 材	種 別 (板厚 mm)	50 H. T. (t=25)	55 H. T. (t=25)	60 H. T. (t=22)
	C	0.17	0.16	0.14
	Si	0.34	0.47	0.44
	化 学 成 分			
	Mn	1.34	1.48	1.15
	(%) P	0.027	0.019	0.014
	S	0.015	0.011	0.009
	Cr	—	—	0.22
溶 接 料	カットワイヤ (径 mm)	YK-C (1.0 D)	YK-BM (1.0 D)	YK-CM (1.0 D)
	ワイヤ (径 mm)	Y-C (4.8 D)	Y-BM (4.8 D)	Y-CM (4.8 D)
	フラックス (メツシユ)	YF-15 (20×D)	YF-15 (20×D)	YF-15 (20×D)
溶 接 条 件	開 先 形 状			
	電 流 (A)	1,000	960	1,000
	電 圧 (V)	36	36	36
	速 度 (cm/min)	30	30	30
	入熱量 (10³)	72.0	69.1	72.0
引 張 試 験	引張強サ (kg/mm²)	51.5	59.8	65.4
	溶接金属の伸び (%)	23.6	30.2	28.8
シャルピー衝撃値 0°C (kg-m/cm²)	溶 接 金 属	10.9	4.4	7.9
		6.6 (7.8)	12.7 (7.5)	11.5 (9.9)
		5.9	5.3	10.2
	融 合 部	9.2	3.3	7.5
		10.6 (9.2)	7.2 (5.0)	7.9 (7.2)
		7.9	4.4	6.3
	熱 影 響 部	27.1	8.2	7.4
		9.6 (15.6)	8.5 (8.2)	12.0 (9.3)
		10.2	7.9	8.4
溶接金属の化学成分 (%)	C	0.09	0.08	0.08
	Si	0.23	0.28	0.30
	Mn	1.24	1.18	1.24
	P	0.015	0.012	0.015
	S	0.009	0.011	0.009
	Cr	—	—	0.10
	Ni	—	—	0.013
	Mo	—	0.42	0.38

備考: ノッチの位置

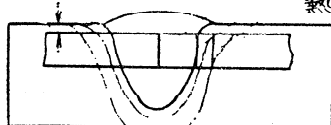
溶接金属
融合部
熱影響部

表 6 各種認定試験

区 分	No.	フ ラ ク ス (メ ッ シュ)	ワ イ ヤ (径 mm)	カ ット ワ イ ヤ (寸法 mm)	鋼 板					溶
					鋼 板 (厚サ mm)	化 学 成 分 (%)				開 先 形 状
						C	Si	Mn	その他	
X開先で両 側にカット ワイヤを使 用	1	YF-15 (20×D)	Y-C (4.8)	YK-C (1.0)	E級 (20)	0.10	0.19	0.94	P 0.020 S 0.017	
	2	YF-15 (20×D)	Y-CM (4.8)	YK-C (1.0)	WT 50 (20)	0.15	0.35	1.19	P 0.023 S 0.019	
X開先で片 側にのみカ ットワイヤ を使用	3	YF-15 (20×D)	Y-C (6.4)	YK-C (1.0)	SS 41 (23)	0.16	0.04	0.88	P 0.018 S 0.019	
	4	YF-15 (20×D)	Y-B (6.4)	YK-B (1.0)	SM41B (25)	0.15	0.04	0.92	P 0.018 S 0.016	
	5	YF-15 (20×D)	Y-B (6.4)	YK-B (1.0)	D級 (26)	0.16	0.03	0.91	P 0.017 S 0.023	
	6	YF-15 (20×D)	Y-B (6.4)	YK-B (1.0)	E級 (25)	0.09	0.26	1.11	P 0.019 S 0.006	
	7	YF-15 (20×D)	Y-C (6.4)	YK-C (1.0)	SS 41 (32)	0.17	0.07	1.03	P 0.010 S 0.020	
V開先にカ ットワイヤ を使用	8	YF-15 (20×D)	Y-C (6.4)	YK-C (1.0)	SS 41 (25) (10)	0.16 0.16	0.04 0.03	0.88 0.62	{ P 0.018 S 0.019 P 0.007 S 0.017	
	9	YF-15 (20×D)	Y-CM (4.8)	YK-C (1.0)	WT 50 (25) (10)	0.16 0.16	0.35 0.35	1.19 1.23	{ P 0.019 S 0.012 P 0.018 S 0.014	
	10	YF-15 (20×D)	Y-D (8.0)	YK-C (1.0)	SS 41 (40)					

験 結 果 の 抜 萃

接 条 件					引 張 試 験 結 果			衝 撃 試 験 結 果			備 考
パ ス	カット ワイヤ 散布	電 流 (A)	電 圧 (V)	速 度 (cm/ min)	試験片	V. P. (kg/ mm ²)	T. S. (kg/ mm ²)	採取位置	試験温度	VET (kg/cm ²)	
B.P.	板面まで	860	39	40	全溶着	33.7	47.1	表面下	-20°C	14.4	N. V.
F.P.	〃	900	33	35	10 φ	33.1	46.5	1 mm		7.8 8.9 15.3 12.5	
B.P.	〃	860	39	40	〃	43.9	56.7	〃	-40°C	4.8	N. V.
F.P.	〃	900	33	35		43.9	57.4			4.1 4.5 4.5 3.9	
B.P.	板面まで	1,050	34	35	継手	—	47.5 weld Metal	中央	0°C	11.1	L. R.
F.P.	なし	950	33	25		—	48.7 weld Metal			15.5 11.8	
B.P.	板面まで	1,070	34	32	継手	—	47.9 weld Metal	中央	-10°C	11.6	L. R.
F.P.	なし	950	34	27		—	47.2 weld Metal			12.0 14.0	
B.P.	板面まで	1,070	34	32	—	—	—	B.P. 中央	-10°C	16.0	14.3
F.P.	なし	950	33	26						14.2 12.6 11.7 14.2 7.1 14.9 14.5 15.8	
B.P.	板面まで	1,050	34	30	継手	—	46.4 Base Metal	中央	-10°C	10.8	N. K,
F.P.	なし	950	33	25		—	45.7 Base Metal			9.9 12.0	
B.P.	板面まで	1,200	34	25	継手	—	50.2 weld Metal	中央	0°C	14.6	A. B.
F.P.	なし	1,000	35	25		—	49.1 weld Metal			13.5 14.9	
1	9 mm	900	32	25	全溶着	37.1	46.7	中央	0°C	13.1	建築協会 関係認可
2	板面まで	1,050	36	24	12 φ					13.8 10.6 9.6 11.7 12.4	
1	—	170	(手溶接)		〃	40.3	53.9	中央	0°C	14.2	〃
2	9 mm	900	32	25						14.2 12.7 13.4 13.1 13.4	
3	板面まで	1,050	36	25							
1	10 mm	900	32	20	—	—	—	上部	0°C	4.6	〃
2	板面まで	1,700	42	18				中央 底部		2.8 6.3 6.9 7.2 7.1 12.0 11.1 13.1	

表 4 船級協会認定関係一覧表

(昭和39年10月1日現在)

船級協会 鋼種 組合せ	軟 鋼 用		50キロ高張力鋼用	SB 46 B
	⁽¹⁾ YF-15× ⁽²⁾ Y-C× ⁽³⁾ YK×C	⁽¹⁾ YF-15× ⁽²⁾ Y-B× ⁽³⁾ YK-B	⁽¹⁾ YF-15× ⁽²⁾ Y-CM× ⁽³⁾ YK-C	⁽¹⁾ YF-10× ⁽²⁾ Y-D× ⁽³⁾ YK-D
AB	A級, B級 ①合格	—	—	—
NK	A種3号, ②承認	A種3号 ②承認	—	⑤試験級了 ⁽⁴⁾
LR	A級, B級 ①承認 E級 ②承認	E級 ②承認	—	—
NV	E級 ③承認	—	H級 ④承認	—

〔注〕 表中 (1), (2), (3), (4) は下記に示す通りである。

(1) フラックス YF-15 および YF-10 は 20×D のメツシュで受験

(2) ワイヤ Y-C, Y-B, Y-CM および Y-D は 4.8φ または 6.4φ の線径で受験

(3) カットワイヤ YK-C, YK-B および YK-D は 1.0mmφ×1.0mm サイズで受験

(4) 試験報告書提出済みで承認書未着のもの。

なお ①, ②, ③, ④, ⑤ は下記に示す衝撃値(規格値)を保証する。

① 0℃ で 3.5 kg-m/cm² 以上② -10℃ で 7.8 kg-m/cm² 以上③ -20℃ で 3.5 kg-m/cm² 以上④ -40℃ で 3.5 kg-m/cm² 以上

⑤ 規定なし。