

용접부의 내구상부식성이 우수한 전봉강관의 제조방법(1)

(Development of ERW Steel Pipes with Anti-Grooving Corrosion)

산업과학기술연구소 유 호천
 김 충명
 장 래웅
포항제철(주) 송 근식

1. 서 론

현재에 국내에서 상하수도, 건축용 및 공업용수등에 사용되고 있는 전봉(전기 저항용접) 강관은 주로 용접부에서 재질의 열화로 구상(溝狀, Grooving)부식현상을 일으켜 엄청난 경제적인 손상을 입고 있다. 이에 대한 대책으로 용접부에 내부식성이 우수한 새로운 전봉 강관재의 출현이 요구되고 있다. 종래의 개발 실적을 보면 C가 0.05% 이상, Cu, Ni, Cr, Mo, V, Sb 및 희토류 원소를 선별적으로 함유하고 있어서 용접부의 조직이 페라이트-펄라이트의 2상 혼합조직이 형성되어 펄라이트조직이 비(卑)하여 국부전지가 형성되어 용접부의 부식현상이 촉진되어 구상부식이 발생하였다. 그래서 본 연구에서는 C 함유량을 0.04% 이하로 조절함으로써 강관의 소재조직을 페라이트단상 조직으로 만들고 기지조직을 종래의 방법인 Ni, Mo을 다량 첨가하지 않고 값싼 원소인 Cu 및 Cr을 공히 첨가하였으며, 아울러 부가적으로 Nb, B, V 을 각 각 첨가하여 강도, 경도 및 내구상 부식성의 영향을 조사하였다.

2. 실험방법

본 연구에 사용된 강관소재의 화학성분은 Table 1 과 같으며 진공유도용해로에 의해서 주조하여 두께 3.3 mm인 강관으로 열간압연하였다. 열간압연 직후 650°C가 될 때까지 공냉하였다가 650°C에서 1시간 동안 토내에서 항온유지후 150°C가 될 때까지 토냉하였다. 계속하여 전기저항용접(ERW)용접을 실시하여 33.4 mm ϕ 의 강관을 제조하였다. 강관용접부의 강도 및 내부식성의 효과를 검토하기 위하여 소준열처리 온도 및 시간을 변화시켜서 인장시험, 경도시험(HV) 및 내구상부식성 시험을 하였다. 내구상 부식성 시험은 3.5% NaCl, 1 m/sec의 유동속도, 50°C 의 용액에서는 명확하게 부식되지 않아서 0.5 N HCl-3.5% NaCl, 20°C 용액을 선택하였다.

3. 실험 결과

1) 인장 시험

Fig.1에서 보는바와 같이 소준열처리하지 않은 강판의 인장강도는 32-45kg/mm²의 범위에서 변화가 많았지만, 920°C, 5분간 소준 열처리한 강판은 33 - 38 kg/mm² 범위에서 큰 변화가 없었다. 소준열처리 유무에 관계없이 Nb 첨가량이 가장 높은 인장강도를 나타내었다.

2) 경도 시험

강판용접부의 평균 미소경도의 분포를 Fig.2 에 나타내었는데, 전반적으로 소준 열처리 효과로 인하여 약간의 경도의 감소 효과를 볼 수 있고, 보론이 첨가되어 있는 I 강은 소준열처리 유무에 관계없이 매우 낮은 경도연화현상을 가져왔으며 Ni 이 첨가되고, C 이 0.08%인 G 강도 소준열처리 후의 경도가 매우 낮았다.

3) 내구상부식시험

0.5 N HCl - 3.5 % NaCl, 24°C, 30일간 부식시험한 후 그 결과들 Fig.3 에 나타내었다. 내식성원소가 함유되어 있지 않고 C 가 0.06 % 함유되어 있는 K 강과 C 가 0.08% 함유되어 있는 F 강과 G 강은 내측에서부터 시작한 구상부식이 아주 심한 상태에 있으나 외측에서부터 시작한 구상부식은 거의 없었다. 반면에 C 을 0.02 % 정도 함유한 H,I,J강은 내측에서부터의 구상부식은 전혀 없고 대신에 외측으로부터의 구상부식이 발생하였으며 Nb B V 순서로 내구상 부식성이 양호하였다. 소준열처리 온도에 따른 내측으로부터 부식된 Groove의 깊이를 측정하여 Fig.4 에 나타내었다. C 이 0.08% 함유되어 있는 F 강과 G 강은 780°C 이하의 소준온도에서 격심하였으나 850°C 이상에서는 모든 값이 양호하였다.

4) 금속현미경 조직관찰

C가 0.02% 함유되어 있는 H,I,J 강은 Photo. 1 에서 보는 바와 같이 소준열처리 전에는 용접부에 펄라이트 조직이 미소하게 석출하였으나, 소준열처리 후에는 입도가 약간 크고 페라이트 단상조직으로 변화하였기 때문에 구상부식이 일어나지 않았으며, 페라이트 결정입도는 Nb V B의 순서로 미세하게 변하였다. C 이 0.08% 함유되어 있는 F강과 G강은 Photo.2에서 보는 바와같이 소준열처리 유무와 관계없이 용접부에 펄라이트조직이 산재하여 있으며, 이것이 원인이 되어 구상부식이 발생되었다.

4. 결론

종래에는 C 가 0.05% 이상 함유되어 있어서 펄라이트 조직의 산재로 인하여 내구상 부식성이 나빴으나, 본 연구의 결과로서 C 0.02%, Cu 0.2%, Cr 0.13%, Nb 0.03% 함유한 전봉강관을 소준열처리하여, 내구상 부식성이 가장 우수하고 값싸게 제조할 수 있는 펄라이트 단상의 전봉강관을 개발하였다.

Table 1. Chemical composition of alloys

Symbol	Chemical composition (wt.%)													
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Ti	Nb	Al	B
F	0.078	0.027	0.535	0.011	0.004	0.216	-	-	-	-	-	-	tr	-
G	0.082	0.023	0.531	0.016	0.005	0.219	0.059	-	-	-	-	-	tr	-
H	0.019	0.030	0.533	0.011	0.004	0.211	-	0.126	-	-	-	0.031	0.009	-
I	0.024	0.032	0.539	0.011	0.004	0.216	-	0.128	-	-	-	-	0.009	0.0013
J	0.017	0.032	0.531	0.010	0.003	0.211	-	0.133	-	0.036	-	-	0.008	-
K	0.060	0.008	0.333	0.016	0.006	0.004	-	-	-	-	-	-	0.037	-

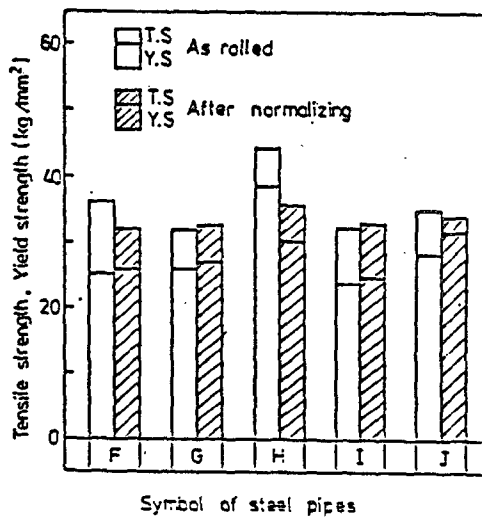


Fig. 1. Tensile and yield strength of plate before and after normalizing.

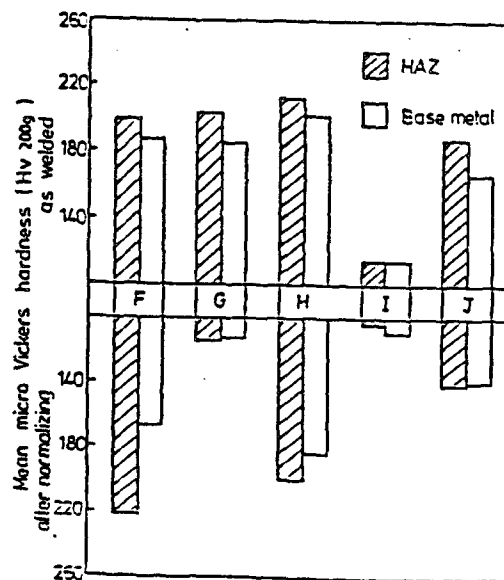


Fig. 2 Mean hardness values of steel pipes.

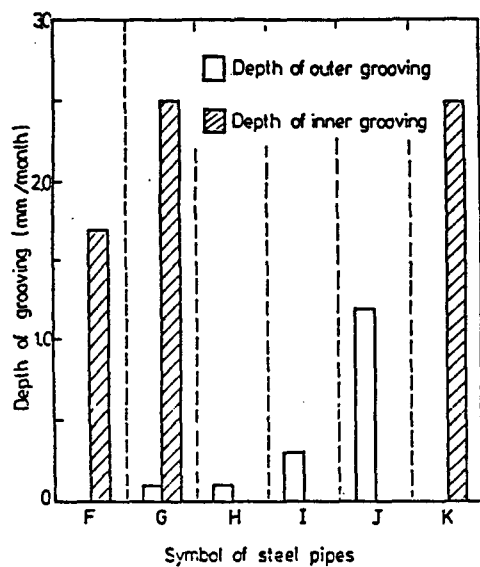


Fig. 3 Depth of grooving of steel pipes after immersing in 0.5N HCl-3.5% NaCl solution, 25°C, 30 days.

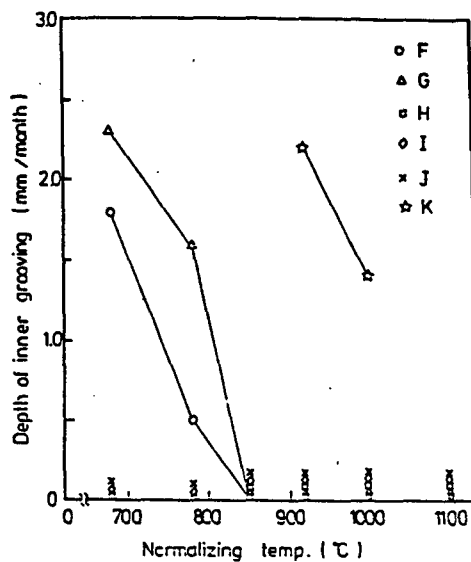


Fig. 4 Depth of inner grooving with normalizing temperature.

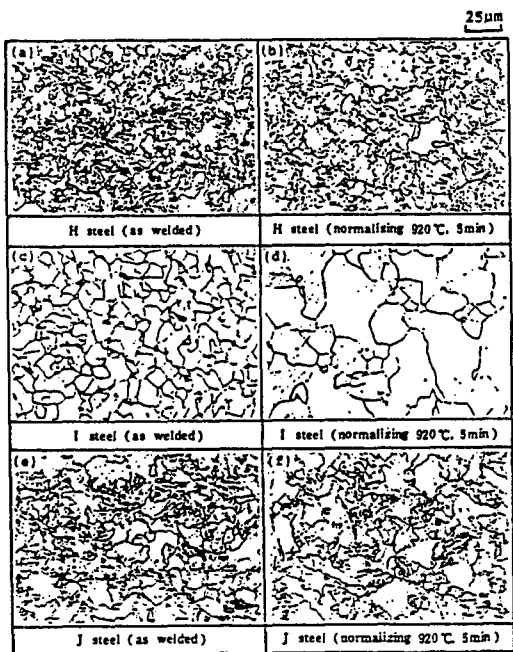


Photo. 1. Structure at the center of fusion region for steel pipes H, I, J.

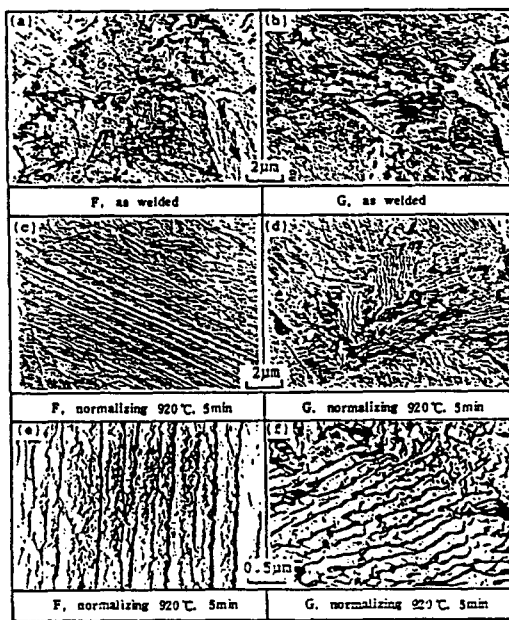


Photo. 2. Extraction replica of weld region for steel pipe F and G.