

第6章 打ち直し補修結果

6.1 概要

スタッド溶接の検査において、曲げ試験や外観検査の結果が不合格となった場合には、不良なスタッドを完全に除去し、再度同じ位置に溶接しなおすことがある。スタッド溶接は、一般的な被覆アーク溶接や CO_2 アーク溶接と比べると、5～10倍の大電流を扱う特異な溶接方法であることから、材料に与える入熱や急速冷却における材料硬化やじん性低下が起きていると考えられる。特に、打ち直しを行った場合にはその影響が大きいことも予想されるが、その影響は明らかとなっていない。ここでは、この材料特性を確認するために、打ち直し溶接を行わないスタッドと打ち直し溶接を行ったスタッドについて、硬さ試験とシャルピー衝撃試験を行い比較検討した。

6.2 試験概要

(1) 硬さ試験

スタッドの中心部における溶着金属とその周辺の硬さ分布を把握するために、ビッカース硬さ試験を実施した。試験体は、通常スタッド溶接を施したもの(D)と、一度溶接したスタッドをグラインダで削り取り、母材表面をなめらかにしたのち(図6-1)同じ位置に打ち直し溶接したもの(E)の2種類とした。観察面は図6-2とし、スタッドの中心で切断したマクロ試験片(図6-3, 4)を用いて、スタッド軸中央(T)と、余盛り表面近傍線(S)の2箇所について計測した。計測間隔は、HAZ部0.5mm, その他の箇所は1mmピッチとした。スタッドは頭付きスタッド(JIS B 1198)のφ22, 母材の材質はSM490YBとした。

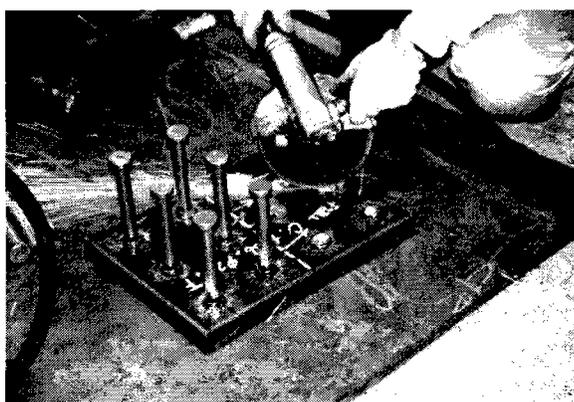


図 6-1 母材の整形

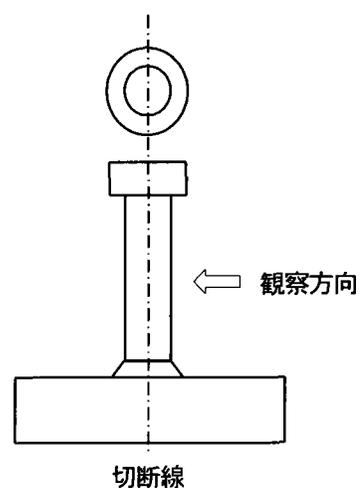


図 6-2 切断方法

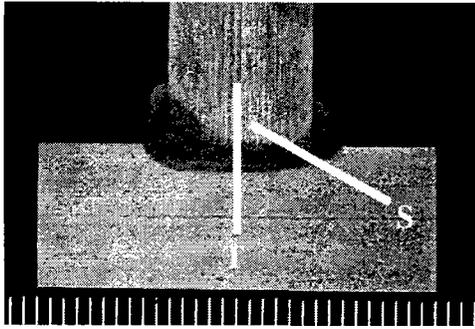


図 6-3 打ち直しなし(D)

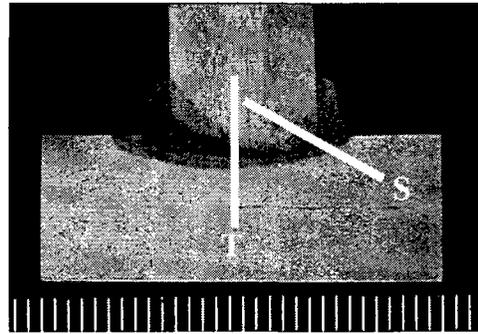


図 6-4 打ち直し(B)

(2) シャルピー衝撃試験

硬さ試験と同様に，2種類の試験体についてスタッドの中心部におけるじん性の確認のため，シャルピー衝撃試験を実施した．試験体のスタッド径は，硬さ試験同様のφ22とし，母材の材質は，SM490YBとSM570Qの2種類について行い比較した．試験片の採取位置は，図6-5に示すとおりとし，VノッチはBONDから母材側HAZへ1mmのところ板厚方向と直角に入れた．

衝撃試験の状況写真を図6-6～8に示す．

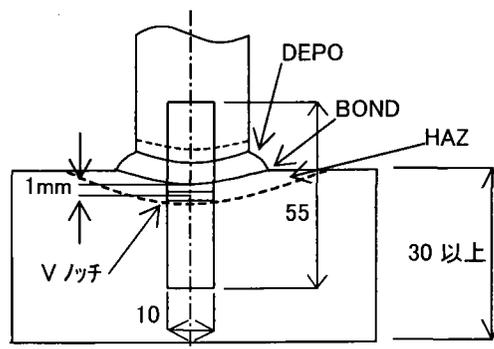


図 6-5 シャルピー衝撃試験片採取位置

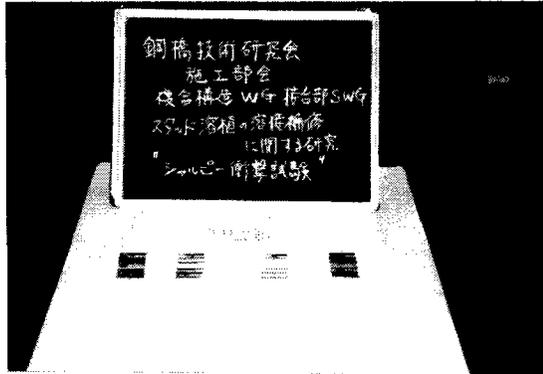


図 6-6 衝撃試験前

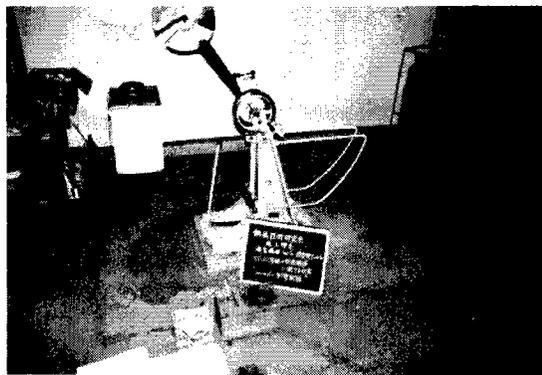


図 6-7 衝撃試験中

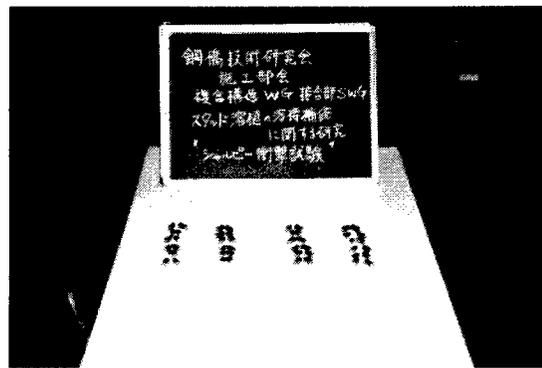


図 6-8 衝撃試験後

6.3 試験結果

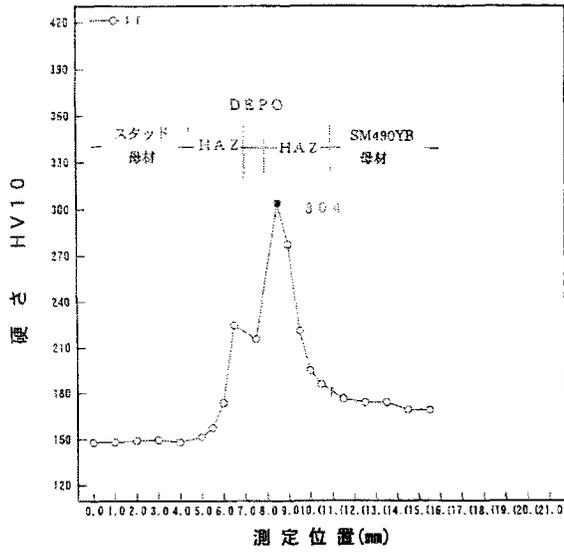
(1) 硬さ試験結果

硬さ試験結果の最高硬さを表 6-1 に、硬さ分布とマクロ試験を図 6-9～12 に示す。2種類の試験体の最高硬さ Hv10 は、中心位置 (T) で比較すると D 試験体が 309, E 試験体が 274 であり、表面位置 (S) では D 試験体が 347, E 試験体が 334 である。最高硬さを示した部位は、すべて母材側の HAZ の位置である。各試験体の最高硬さは、母材の硬さと比較すると大きな値を示してはいるものの、道路橋示方書 (日本道路協会 1994 年) にある $Hv10 \leq 370$ を満たしており、問題となる硬さではないと考えられる。また、打ち直し溶接で熱を再度入れた場合の最高硬さは、通常溶接と比べると T の位置では 11%, S の位置では 4% 減少することがわかった。同一試験体における T と S の最高硬さの比較をすると、D 試験体では 12%, E 試験体では 22% も硬くなっていることがわかる。これは、中心部より表面の方が冷却時間の短いことによるものと考えられる。なお、試験結果の比較は、全て 2 体の平均を用いて行った。

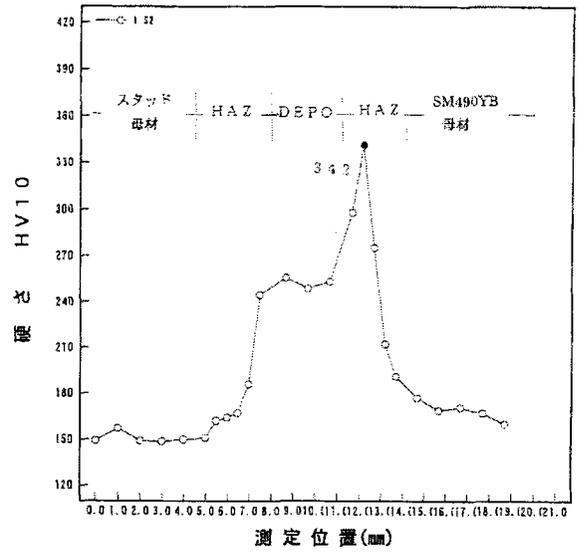
硬さ試験結果からは、打ち直しによる材料硬化は見られないことがわかった。

表 6-1 硬さ試験結果

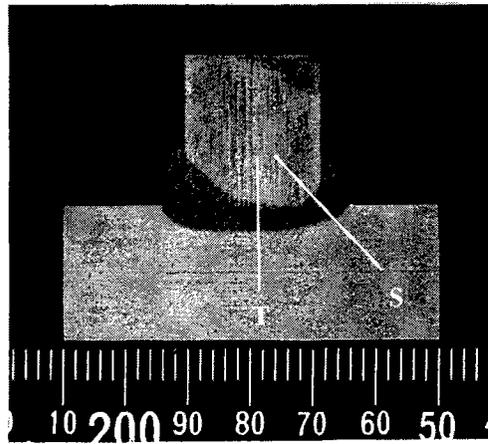
No.	Type	材質	中心位置 : T		表面位置 : S	
			Hv10	Ave	Hv10	Ave
1	D	SM490YB	304	309	342	347
2			313		352	
3	E (打ち直し)		276	274	321	334
4			271		347	



スタッド中心位置：T

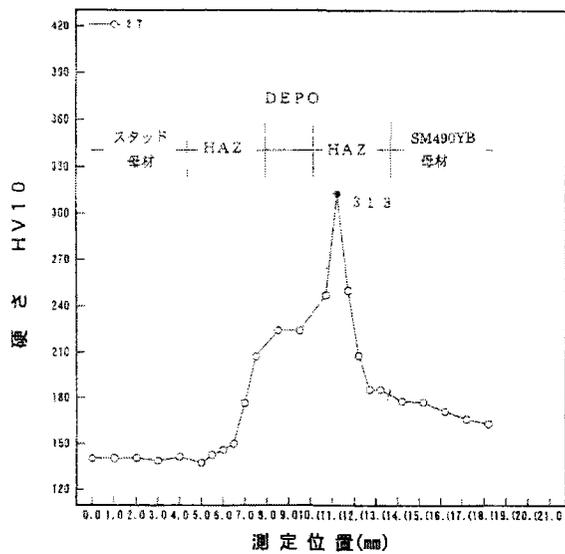


表面位置：S

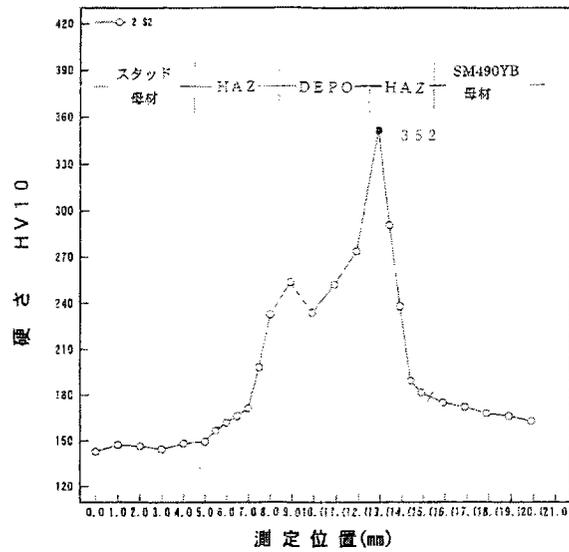


マクロ試験体

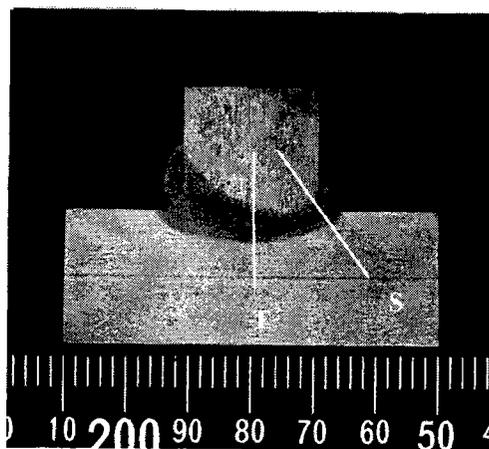
図 6-9 No.1 通常溶接試験体



スタッド中心位置：T

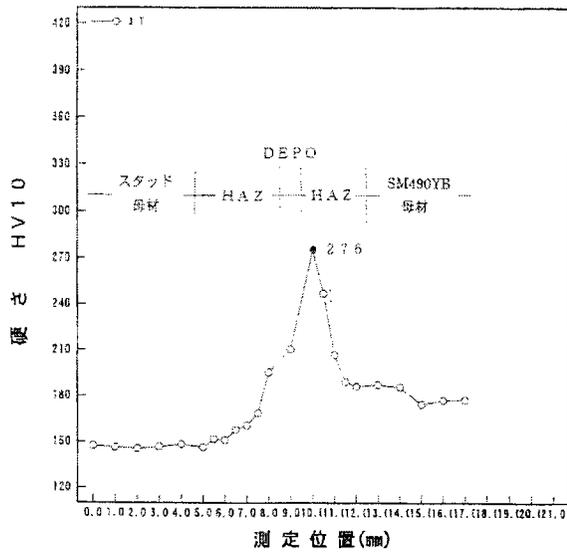


表面位置：S

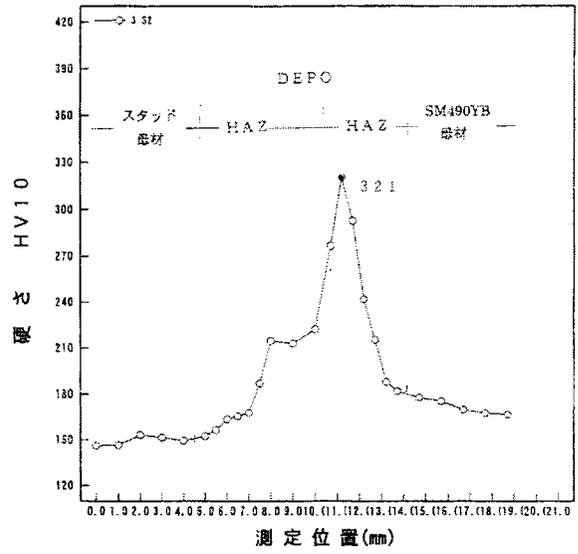


マクロ試験体

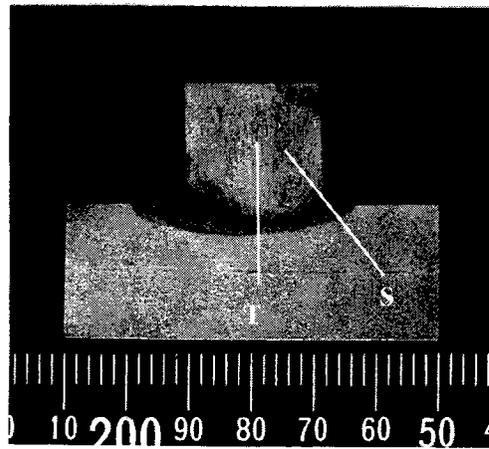
図 6-10 No.2 通常溶接試験体



スタッド中心位置：T

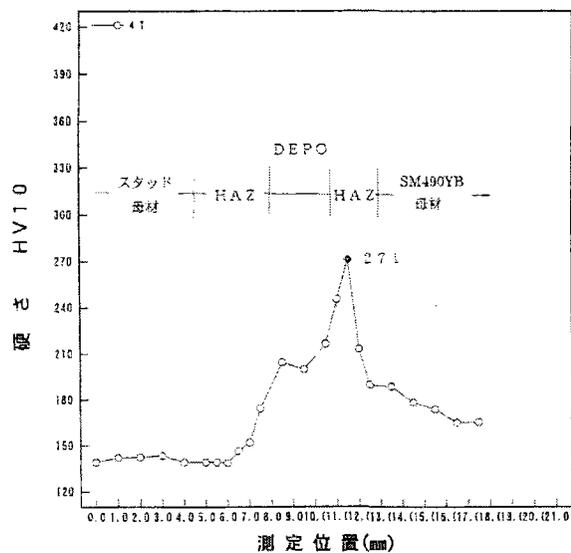


表面位置：S

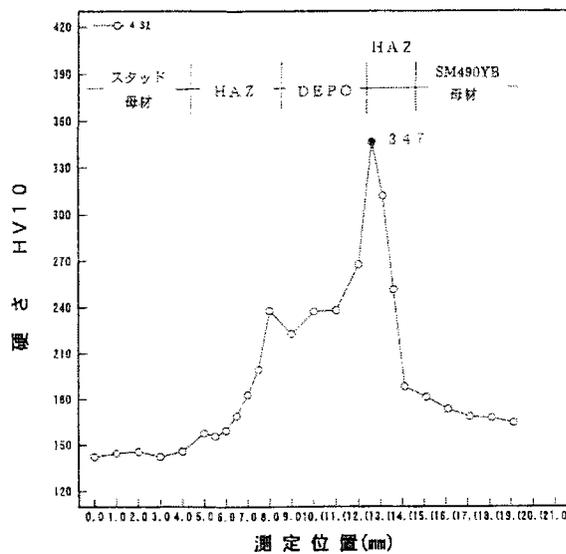


マクロ試験体

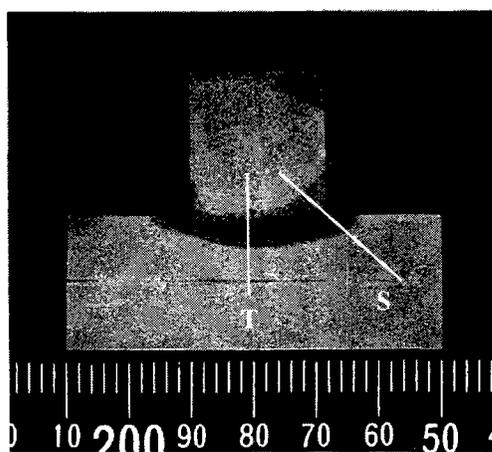
図 6-11 No.3 打ち直し溶接試験体



スタッド中心位置：T



表面位置：S



マクロ試験体

図 6-12 No. 4 打ち直し溶接試験体

(2) シャルピー衝撃試験結果

シャルピー衝撃試験結果を、表 6-2, 3 に示す。衝撃値は、各タイプとも 6 本の平均値を示している。打ち直しの影響によるじん性の低下は認められない。ただし、母材の材質が SM570Q 材の試験体は、打ち直しの有無にかかわらず JIS 規格を下回っている。Vノッチの位置が明確に規定されていないことより、本試験では Vノッチの位置を全面 HAZ とし、衝撃吸収エネルギーが最も小さくなる採取方法としたことによるものと考えられる。詳細な理由については今後の課題とする。

表 6-2 衝撃試験結果

Type	母材	衝撃値 (J)		規定値	炭素当量 (Ceq)
D1 (通常下向き)	SM490YB t = 36	67 (0°C)	ミルシ-ト 242	0°C ≥ 27	0.42%
E1 (打ち直し)		56 (0°C)			
D2 (通常下向き)	SM570Q t = 40	39 (-5°C)	ミルシ-ト 223	-5°C ≥ 47	0.35%
E2 (打ち直し)		44 (-5°C)			

表 6-3 衝撃試験結果の内訳

(J)

	SM490YB 試験温度 0°C		SM570Q 試験温度 -5°C	
	D1	E1	D2	E2
	通常溶接	打ち直し溶接	通常溶接	打ち直し溶接
1	54	44	43	34
2	57	80	27	49
3	65	52	66	81
4	74	42	19	35
5	70	59	49	37
6	80	60	28	26
Ave	67	56	39	44