

I-81 スタッド溶接の現場施工における諸問題

首都高速道路公団 正員 西野祐治郎
 " " 中村 正平
 " " 〇山寺 徳明
 横河橋梁製作所 " 明石 重雄

1. 諸言

合成桁のずれ止めとしてスタッドが用いられるようになってから数年となり、かなりの施工例もある。スタッドのずれ止めとしての強度に関する研究は既にいくつか行なわれ、剛ジベルに比べ遜色のないことが報告されている。しかし、この事は完全なスタッド溶接が行なわれることが前提である。元来、スタッド溶接はその溶接強度があまり問題とされないところから用いられ始められたものであり、スタッド溶接機を用いて溶接されたスタッドを合成桁のずれ止めとして用いるためには、スタッドのずれ止めとしての特性と共に、その溶接法が構造部材を形成するために用いられる程度頼出来るものであるかどうか調べる必要があった筈である。実際に溶接されたスタッドの検査としては非破壊検査(X線検査、超音波、磁気探傷など)が適用し難いため外観検査やハンマー打ち検査に頼っている状態である。スタッド溶接は一種の突合溶接であるから、不溶着部や大きな欠陥が内蔵すれば、強度は大幅に減少し、すみ肉溶接が外観で判断されるのと同様は扱えることは危険である。また、同じスタッド溶接にしても、工場で溶接する場合と条件の悪い現場で溶接する場合とでは品質に差違が生じると考えられる。このよな事情から、現場におけるスタッド溶接の品質管理として、溶接時の電流測定による間接的な非破壊検査ができるかどうかを調べることとし、首都高速道路公団第225工区工事の一部として実験を行った。

2. 実験の内容

スタッド溶接に影響を与える因子としては、スタッド径に対する適正電流、電流の変化、板縁における磁気吹きなどが考えられる。そこで、これらの条件を変えて試験板にスタッドを溶接し、そのときの電流をオシログラフに自記させ、溶接電流、電流波形とビード外観、溶接部の機械的性質との相関関係を調べる。

①実際に現場で施工する状態を再現するため、試験板(SS41, 12×1500×1500)を合成桁上に置き、それに100mm×100mmのます目を罫書き、その中心に表裏1本ずつのスタッド(7/8"φ×100mm)を溶接する。これにより板縁部(板縁からスタッド中心まで

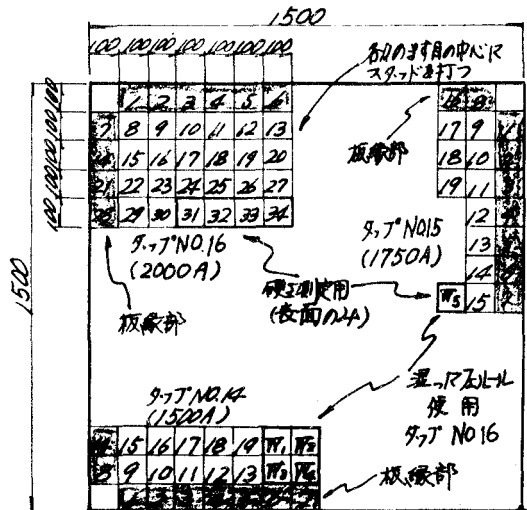


図-1 試験板

50mm)と中央部との品質の差違が調べられる。(図-1参照) 溶接機は大阪実圧機製のNR-500であり、試験溶接電流は 2000 Amp(9.7T No.16) 1750 Amp(9.7T No.15) 1500 Amp(9.7T No.14)である。

コードは100mm²のものを採用し、延長は105m(溶接機から制御装置まで)であった。

②電流の測定は溶接用キャップ・タイヤコードの周囲に発生する磁場をホール素子を用いてピックアップで電圧に変化させ、その出力をミニライタ(トランジスタアンパ付直読式オシログラフー渡辺測器製)に自記させ、あらかじめ通電流と出力電圧との関係をキャリブレーションして得た特性図により求める。

③機械的性質は試験板を切断して図-2のような試験体を作り、引張試験、曲げ試験、せん断試験を行い、あわせてマクロ組織、硬さを調べた。

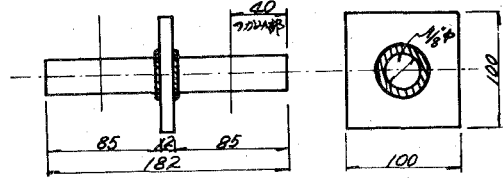


図-2 引張試験供試体

3. 実験結果

実験結果から、電流測定値、電流波形と外観、機械的性質との間の関係の概要を述べる。

①溶接機から溶接ガンまでのコード延長が必然的に長くなる現場施工の場合には機械の定格二次電流に対し、実際の溶接電流は相当低くなる。本実験の場合は右表

タフNO	定格2次電流	溶接電流	低下率
14	1550A	1300A	11%
15	1750	1470	16
16	2000	1570	21

のようになる。(溶接電流の値は溶接開始から30秒の値)

②溶接電流の波形は大別して図-3の3種類に分類されるが溶接結果に対する波形の影響は認められない。

図-3

③スタッド溶接の場合適正な電流による溶接が絶体的である。電流が低いと外観形状、溶接品質とも不良率が激増する。本実験の場合、タフNO16のみが適正である。

溶接が完全ならその強度は母材以上である。

④外観形状の良いものは溶接内容もよいが、両者の相関関係はそれほど顕著ではない。外観とタフNOと機械試験の結果との関係を右表にまとめる。

外観		タフNO16		タフNO15		タフNO14	
		N	割合%	N	割合%	N	割合%
良い	試験数	45		13		18	
	合格数	1	2	4	31	4	22
やや悪い	試験数	6		19		13	
	合格数	0	0	2	10	5	38
悪い	試験数	3		6		7	
	合格数	0	0	3	50	1	14
計	試験数	54		38		38	
	合格数	1	2	9	24	10	26

⑤フェールが混み合っている場合の溶接結果は極めて悪い。⑥磁気吹きの影響は外観形状に多少認められる程度である。⑦溶接部の硬化は3/8"スタッドの場合、問題とする必要はない。

4. 施工管理への応用

試験打ちによって、電流測定の可能性が見出されたので、同一測定器を用いて、実際に施工中のスタッドのうち10日間2,817本分の電流を測定した。施工はすべて

タフNo16で行った。この電流値を50ampずつの級間へ度数分布を求めると表の如くなり、この平均値、標準偏差は $\bar{x}=1607A$, $\sigma=87A$ となる。ところで1500A以下の不良率を25%, それ以上を2%とすれば、この現場施工における不良率は3.7%となる。パラメータとしての電流値と不良率との相関は不明確であるが、電流の最低値、平均値、標準偏差、ある電流値以下のサンプル数の限界値を定めれば、このような電流測定による抜き検査方式により、非破壊検査による施工管理が可能としよう。

電流(A)	度数(本)	割合(%)
1350~1400	22	0.8
1400~1450	50	1.8
1450~1500	141	5.0
1500~1550	522	18.5
1550~1600	679	24.1
1600~1650	607	21.6
1650~1700	413	14.7
1700~1750	231	8.2
1750~1800	61	2.1
1800~1850	49	1.7
1850~1900	42	1.5
計	2817	100.0