

電気抵抗熔接による鉄筋の接合に関する 一考察

土木科 川 上 暢 夫
山口県技官 堀 直 之
同 小 浦 光 男
同 福 井 唱 一

1. 概 要

本報告は目下山口県庁土木部と共同で研究しつつある『電気熔接による鉄筋の接合』の第一報であつて、山口県岩国土木出張所において錦川の橋梁工事に採用しようとする鉄筋の抵抗熔接による接合の試験片を試験した際、考慮すべき二三の問題に出会つたのでそれをまとめたものである。鉄筋の電気熔接に関しては、土木学会のコンクリート標準仕方書においては隅肉による重ね接手についてのみ規定せられ、建築学会の鉄筋コンクリート標準仕様書においては電弧熔接とフラツシユバツト熔接についてのみ規定せられている。本報告におけるような抵抗熔接については両学会ともまだ正式には認めていないのである。それにもかかわらず本方法は各地の現場で実際に採用されている模様であるし、国鉄においてはレールの接合に試用されたこともある様子であるから本問題に関し究明することは必要なことと信ずる。本問題は引張試験、屈曲試験、および衝撃試験の3方面より究明すべきであるが本報告においては主として引張試験について論じ、その他の問題は後日にゆづるものとする。

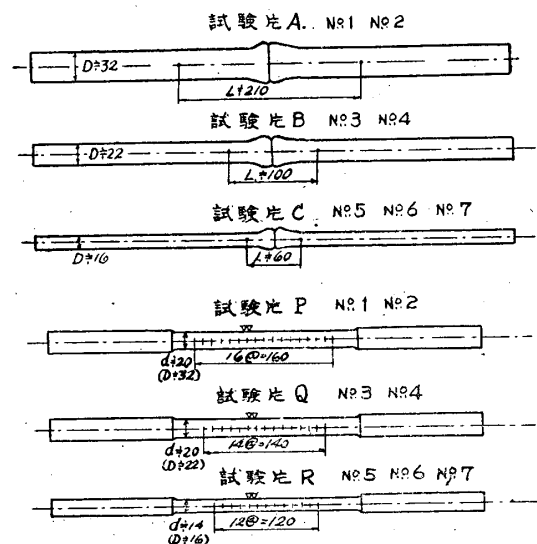
なお本問題は工事現場において偶然捕えたものであるから、試験片の製作過程において精密さを欠いている点が無いでもないが、現場における有りのままを知る上においては、かえつて参考になるものと思う。

なお本研究に助手として協力せられた学生原田浩次、大枝市郎、和田豊の諸氏に謝意を表す。

2. 試験片の製作

製作場所錦川橋梁工事現場上家の中。製作年月日昭和28年2月16日。気温10°C位、晴、無風、空気乾燥。試験片の製作、丸鋼は径32mm, 22mm, 16mmの3種とした。鉄筋の開先

はグラインダーをもつて中高に仕上げ、これを接しよくせしめて電流を通じ、赤熱するのを待つてレバーを引いて圧接した。熔接機は大阪変圧機会社製ヘルメス、バツト熔接機形式B、容量65KVAを用いた。電圧、電流、時間、加圧力等は測定器具が間に合わなかつたので測定しなかつたが、電圧は5~10V、電流は径32~16mmに対して6000~2000A位と思われる。時間は2~3分で赤熱の状態を見てレバーを引いた。試験片は熔接のままのものA(32mm)B(22)C(16mm)の3種および32mmのものをけづり仕上げしたP, 22mmのものをけづり仕上げしたQ, 16mmのものをけづり仕上げしたRの3種とし、各種2個以上の試験片を製作した。(第1図に示す)標点距離を図示の通りとり、試験片PQRにおいてはこの間かくを10mm毎



第1図 引張試験片

に分割して最大荷重時における各部のひずみを調べてみることにした。分割は精密目盛機を用いて刻印し、間かくの測定にはコンパレータを用いて、 $\frac{1}{1000}$ mmまで目盛を読んだ。熔接の作業は出来得るかぎり入念に行つたがそ

れでもなお中心線を完全に一致せしめることは困難であつた。又加圧時に多少の彎曲を來したのもあつた。なお径32mmのものにおいてはアツプセット部の周圍にきれつがみとめられた

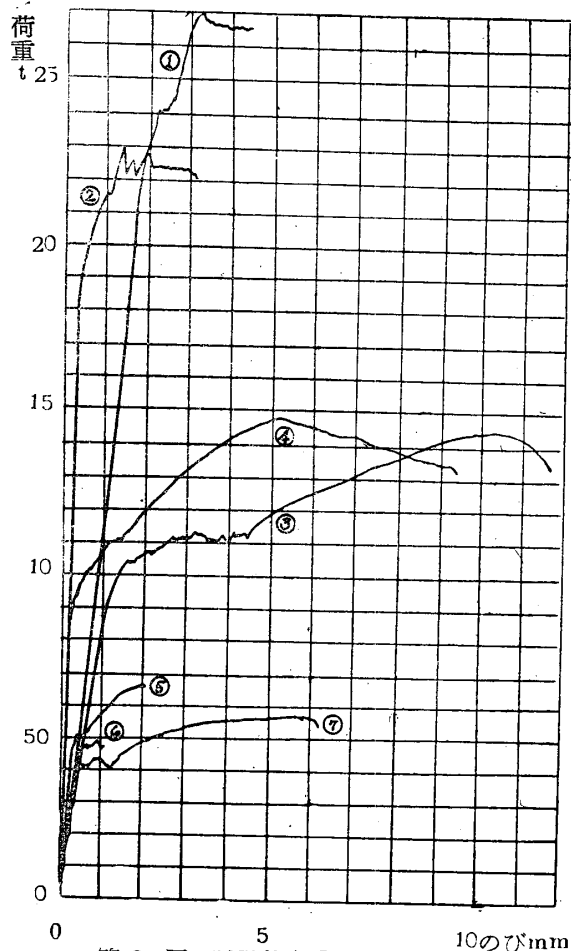
3. 引張試験

引張試験は山口大学工学部機械科材料実験室においてアムスラー式万能試験機容量 50t を用

いて行つた。荷重はきわめてゆつくりとかけてゆき、試験片 A B C においては破断するまで続行し、試験片 P Q R においては最大荷重時破断の直前に中止して標点間の分割部分の測定を行つたがこの時まで破断していたものもあつた。測定後更に試験機にかけて破断した。

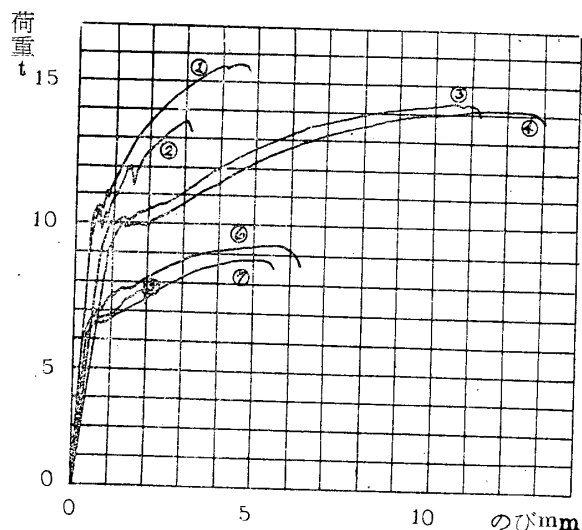
試験片 A・B・C 成績

試験片	径 (平均) mm	断面積 cm ²	最大荷重 kg	最大応力 kg/cm ²	標点巨離 試験前 mm	標点巨離 試験後 mm	のび mm	ひずみ %	摘 要
A	No. 1	31.38	26,900	3,382	211.20	217.30	6.10	2.89	溶接部で破断
	No. 2	31.55	23,000	2,942	220.10	226.15	6.15	2.72	全 上
B	No. 3	21.86	14,400	3,836	100.20	108.10	7.90	7.31	全 上
	No. 4	21.64	14,750	4,011	99.75	107.75	7.00	6.50	全 上
C	No. 5	15.58	6,550	3,438	60.75	63.45	2.70	4.26	全 上
	No. 6	16.44	4,950	2,333	60.75	63.70	2.95	4.63	母材で破断
	No. 7	15.78	1,955	5,650	59.55	65.50	5.95	9.08	溶接部で破断
	No. 8	15.52		0	—	—	—	—	機械に固定するとき折れた



第 2 図 試験片 A, B, C 荷重のび曲線

試験機による自記々録第 2 図の如し。



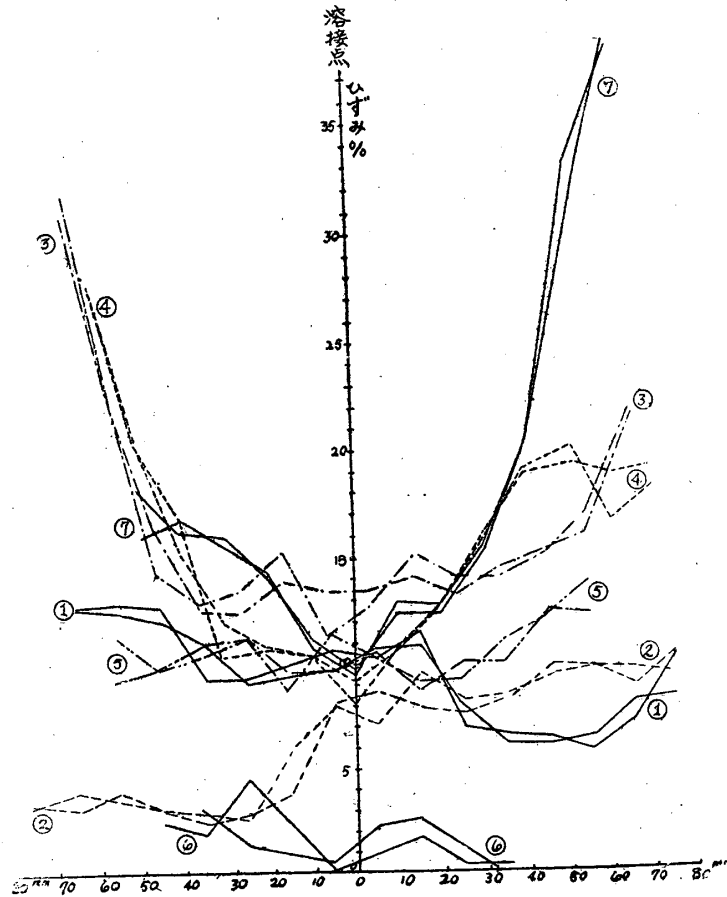
第 3 図 試験片 P, Q, R 荷重のび曲線

試験機による自記々録第 3 図の如し

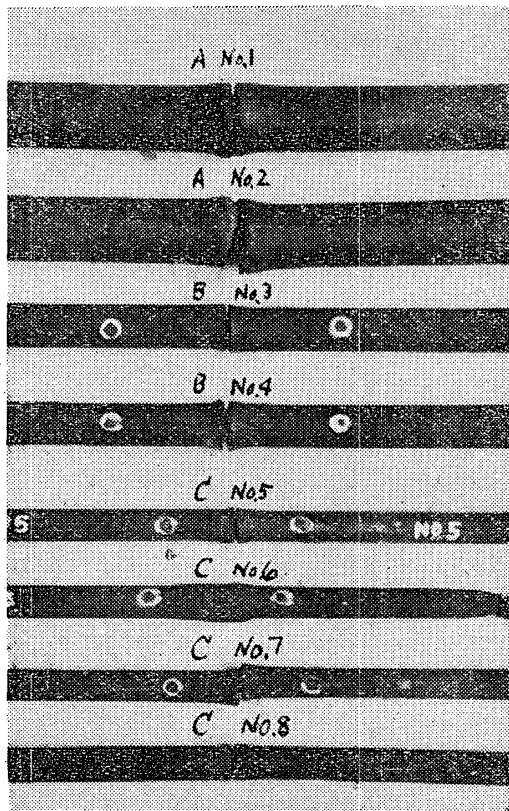
試験片 P, Q, R 成績

試験片	径(平均) mm	断面積 cm ²	最大荷重 kg	最大応力 kg/cm ²	標点巨離		のび mm	ひずみ %	摘 要
					試験前 mm	試験後 mm			
P No. 1	20.09	3,169	14,800	4,670	表 16.02	17.53	1.51	8.62	溶接部で破断
					裏 16.00	17.51	1.51	8.63	
P No. 2	20.05	3,158	12,700	4,022	表 16.00	17.04	1.04	6.09	全 上
					裏 16.00	17.06	1.06	6.24	
Q No. 3	20.04	3,153	13,400	4,250	表 14.00	16.30	2.30	14.11	全 上
					裏 14.00	16.32	2.32	14.20	
Q No. 4	20.06	3,160	13,200	4,177	表 14.00	16.21	2.21	13.67	母材で破断
					裏 14.01	16.21	2.20	13.55	
R No. 5	14.18	1,579	6,750	4,275	表 12.00	13.30	1.30	9.73	溶接部で破断
					裏 12.00	13.26	1.26	9.51	
R No. 6	15.04	1,775	8,400	4,732	表 12.00	12.07	0.07	0.57	全 上
					裏 12.01	12.15	0.14	1.15	
R No. 7	12.77	1,280	7,850	6,133	表 11.99	14.21	2.22	15.61	母材で破断
					裏 12.00	14.20	2.20	15.48	

標点間の各部の
ひずみ第4図の
如し。

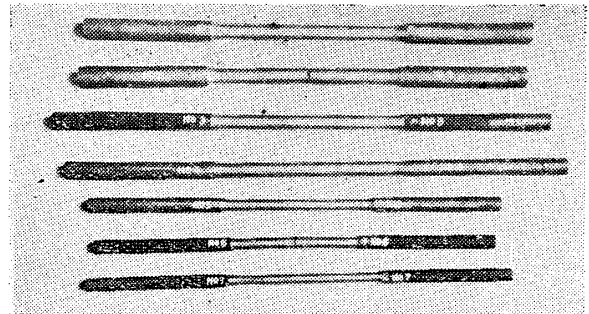


第4図 溶接点からの距離
試験片P, Q, R 標点間の各区间ひずみ図



第5図 電機抵抗

次に試験片ABCの破断状態および破断面を示せば第5図および第6図の写真の如し。

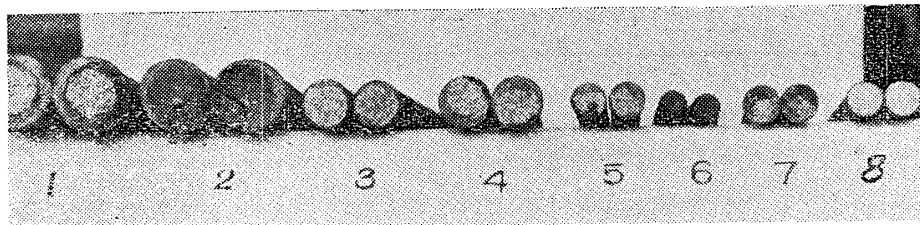


第7図 電機抵抗

又最大荷重時における試験片PQRの状態は第7図の写真に示す如し。

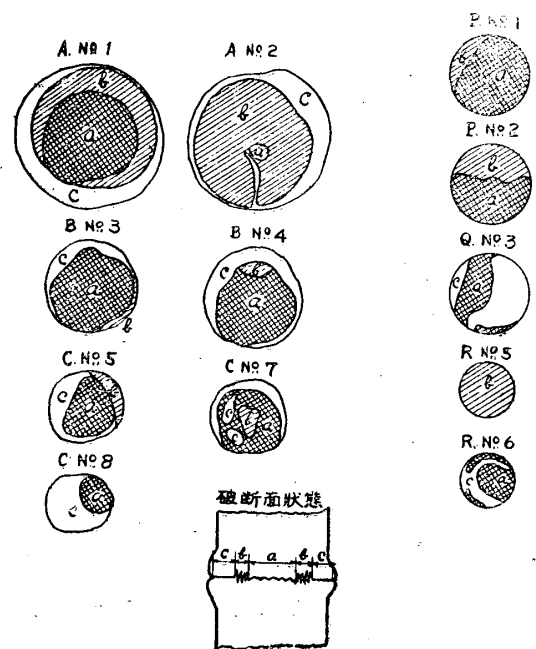
更に破断面の状態を詳細に観察してみれば第8図の様になっている。

第8図において、a部は熱影響を受けて変質していると思われる。この破断面は鑄鉄の破断面の様に白く輝いているから分子間の破壊は張



第6図 電機抵抗

力によつて行われたものと思われる。この部分は硬くもろくなつていていると思われる。次にb部は暗灰色で光沢なくよく見ると普通の軟鋼の場合と全く同様な状態をていしている。すなわち分子間の破壊はせん断力によつて行われたことが分る。最後にC部であるがこの部分は板の表面と同様な平面であつてよく見ると単に接しよくしていた様な状態のものもあり接着剤で接着されていた様な状態に見えるものもある。abcの面積およびこれと最大応力との対比表下の如し。



第8図 破断面状態図

試験片	破断面の断面積 cm ²				母材断面積 cm ²	最大応力 kg/cm ²	最大荷重 a+b kg/cm ²	
	a	b	c	計				
A	No. 1	3.60	3.03	2.99	9.62	7.96	3,382	3,881
	No. 2	0.15	6.92	1.74	8.81	7.82	2,942	3,253
B	No. 3	2.83	0.52	0.45	3.80	3.75	3,836	4,298
	No. 4	2.66	0.23	1.63	4.52	3.68	4,011	5,100
C	No. 5	1.26	0.32	0.96	2.54	1.91	3,438	4,145
	No. 6*				0.72	2.12	2,333	—
	No. 7	0.64	0.23	1.62	2.54	1.96	2,890	6,141
	No. 8	0.00	0.53	1.77	2.30	1.89	0	0
P	No. 1	2.37	0.79	0.00	3.16	3.16	4,670	4,670
	No. 2	1.90	1.26	0.00	3.16	3.16	4,022	4,022
Q	No. 3	0.95	0.00	2.21	3.15	3.15	4,250	14,100
	No. 4*				3.16	3.16	4,177	—
R	No. 5	0.00	1.58	0.00	1.58	1.58	4,275	4,275
	No. 6	1.23	0.00	0.55	1.78	1.78	4,732	6,329
	No. 7*				0.49	1.28	6,133	—

※ 印のものは母材に於て破断す。破断面は (b)

4. 試験結果の要約とこれよりの推定

(a) 本試験においては熔接のままのものもまたこれをけづり仕上げたものも大部分熔接部で破断し、その破壊強度を母材と比較すれば熔接のままのものにおいては70%位削り仕上げたものは大体100%位である。熔接部で破断したことは熔接の方法に何か欠かんがあったことと思われる。これを調べるため破断面を調べてみれば大体abcの3部分よりなつていて、aが最も内部bが中間cが外側に配置している。aの部分は強度は充分あるが材質がもろくなつてゐる。bの部分は母材と大体同じ様な材質と思われる。cの部分は接着状態にあると思われる。この中cの部分は単なる接しよく状態から完全な接着状態までその状態はまちまちのものと思われる。完全接着であれば大体母材と同等の強度を与えるが、接しよくであれば強度はゼロである。すなわちcの部分は信頼することのできない部分でこのような部分のすることは好ましくない。

これは温度を高めることによつて最小限度にくだり止めることができるのではないかと思われる。またaの部分はもろいのでこれもあまり好ましくないが、cにくらべればまだましである。これは温度と圧力との関係が相当に影響があるものと思われる。すなわちcを最小限度にとどめ、aをできるだけ小さくする様な熔接条件を発見することが要点と思われる。次にabcの配置であるがこれはできる限り同心円になることがのぞましい。この為には開先の形および仕上げを入念にせねばならぬ。

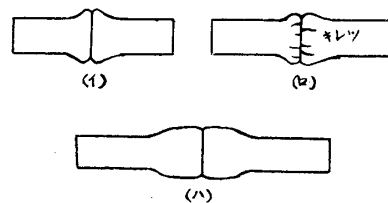
(b) 次に荷重ひずみ曲線を見てみれば、母材の標準的な形といちじるしくことなつてゐる。弾性限界まではあまり大きいちがいはない様であるがそれをこすと大いにことなつてゐることに破断点はまちまちである。このことは熱のために材質がいちじるしい変質を来しているためでこのことは第4図の各区分ひずみ2図を見れば大体推測できる。大体において

熔接点に近い程ひずみは小さい。すなわち熔接点に近い程変質がはなはだしくなつていて材質がもろくなつてゐる。然しくわしくこれをしらべてみれば、中には必ずしもそうでないものもいくらかある。しかし熔接部のひずみは皆似たような値を示している。これから推測すれば熔接部の変質は熔接条件がことなつても総合的にはあまり変わらないと思われる。

(c) 次に鉄筋の径による成績の変化をみればひずみは 22mm のものが最も大きく、16 mm のものがこれに次ぎ、32mm のものが最も小さい。然し何れも母材の標準とくらべればいぢるしく小さい。このことは、熔接においては材質の変化はまぬがれないが、熔接条件は3者の中では偶然 22mm のものが最もよかつたことを示している。我々は熔接条件を色々変えて或径に対する最良の熔接条件を発見すべきである。

(d) 次に熔接後の形態と成績との関係をしらべてみる。試験片の数が少ないのではつきり断定

はできないが、第9図に示す色々な形の中で(イ)(ロ)は不可であつて(ハ)の様な形がのぞましいように思う。



第 9 図

(イ)(ロ)は電流が多く時間が短かすぎるのではなからうか。又電流が少に失し時間を長くすれば全体が彎曲したりして矢張結果はよくないようである。(イ)が望ましくないのは主としてノツチの影響が大きいためである。(ロ)はキレツを生ずるのであるから最もわるいことは勿論である。この他中心線の一致していないものは勿論不可である。

以上が本報告の結論であるが、はつきりしない諸点については更に研究を進めるつもりである。