

ガス圧接部に欠陥を有する鉄筋の破断性状に関する研究

岐阜大学 学生員 ○伊藤 朋紀・安藤 賢樹
岐阜大学 正会員 栗原 哲彦・六郷 恵哲

1.はじめに

ガス圧接継手は、代表的な鉄筋継手方法であるが、平成7年1月17日に発生した阪神大震災において、RC橋脚のガス圧接された主筋が、圧接部で破断するという事例が見られた。阪神大震災におけるガス圧接部の破断原因としては、①施工不良、②載荷速度の影響、③繰返し載荷の影響、④低温の影響、⑤経年劣化の影響、⑥コンクリート中で鉄筋が受けるずれ作用の影響（部材にせん断力が作用すると鉄筋にずれ作用が生じる）などが挙げられる。本研究では①施工不良と⑥コンクリート中で鉄筋が受けるずれの影響について検討した。鉄筋端面の研磨の程度やガス炎の種類を変化させ、圧接部に欠陥を有する圧接鉄筋を作製し、引張試験および超音波探傷検査を行った。さらにこれらの圧接鉄筋を補強材としたRCはりを作製し、その破壊性状について検討した。

2.実験概要

SD295の異形鉄筋(D25)をガス切断し、鉄筋端面をグラインダーで研磨した後、ガス圧接を行った。鉄筋試験片は、長さは60～80cm程度であり、中央で圧接した。グラインダーによる鉄筋端面の研磨の程度を表-3に示すように、研磨なし、不完全（ガス圧接する鉄筋端面に、断面積の1/3～1/4程度の研磨面が現れる状態）、完全の3段階に分け、初期のガス炎を酸化炎と標準炎の2種類とした。また、最近開発された、日本圧接協会の認定済みの鉄筋直角切断機（常に鉄筋の軸に対して直角にかつ平坦に切断でき、グラインダーによる鉄筋端面の研磨が不要という特徴を持つ）で切断し圧接した試験片も作製した。すべての試験片について、引張試験と超音波探傷検査を行った。さらに鉄筋端面の研磨の程度が不完全な状態でガス圧接を行った鉄筋(1D25)を補強材としたRCはりを作製し、載荷試験を行った。ガス圧接部に曲げモーメントとせん断力を作用させるため、圧接箇所を載荷点から15cm外側の位置に来るように配置した（図-1）。載荷方法は、載荷スパン310cm、モーメントスパン50cmの2点曲げ載荷とし、荷重および載荷点変位を測定した。はり供試体の種類を表-4に、コンクリートの配合を表-1に、コンクリートの強度試験結果を表-2に示す。

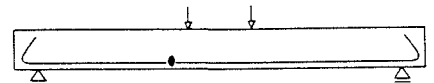
表-1 コンクリートの示方配合表

単位量(kgf/m ³)				
W	C	S	G	Ad.
163	323	793	1016	0.969

Ad. : 高性能A E減水剤

表-2 コンクリートの強度試験結果

強度(kgf/cm ²)		弾性係数	材齢
圧縮	引張 曲げ	(kgf/cm ²)	(日)
349	35.4 28.1	2.60×10^5	14



● : 圧接部

図-1 鉄筋のガス圧接部の位置

3.実験結果と考察

引張試験および超音波探傷検査の結果を表-3に示す。鉄筋端面の研磨なしのグループ①の場合、すべての試験片が超音波探傷検査で不合格であり、13本中、12本の試験片が降伏以前に圧接部で破断した。残りの1本も引張試験による検査では合格するが、圧接部で破断した。一般に、酸化炎を用いた場合、鉄筋端面が酸化され、圧接部の引張強さ、伸び、衝撃値などが低くなるとされているが、今回の実験では、酸化炎で圧接を行っ

表-3 ガス圧接鉄筋の実験結果

試験片 グループ 番号	鉄筋端面 の研磨	炎の 種類	試験片 本数	降伏以前 に破断 した割合	引張試験 合格割合	超音波 探傷検査 合格割合	圧接部 破断 割合
①	研磨なし	酸化炎	5	4/5	1/5	0/5	5/5
		標準炎	8	8/8	0/8	0/8	8/8
②	不完全	酸化炎	25	1/25	24/25	14/25	7/25
		標準炎	32	0/32	32/32	21/32	4/32
③	完全	標準炎	3	0/3	3/3	3/3	0/3
④	不要*	標準炎	10	0/10	10/10	10/10	0/10

* : 研磨を必要としない鉄筋直角切断機を使用した

表-4 RCはりの実験結果

供試体名	供試体寸法 (cm)				圧接の位置	炎の種類	超音波探傷検査の合否	ひびわれ荷重 P_{cr} (tonf)	降伏荷重 P_y (tonf)	最大荷重 P_u (tonf)
	幅	載荷スパン [モメントスパン]	高さ	有効高さ						
No. 1 No. 2 No. 3	20	310 [50]	36	31.8	載荷点から15cm	酸化炎	合格 合格 合格	3.33 3.05 2.91	8.30 8.21 8.23	8.81 8.61 8.56
No. 4 No. 5 No. 6	20	310 [50]	36	31.8	載荷点から15cm	標準炎	合格 不合格 不合格	3.25 3.00 3.04	8.26 7.97 8.32	8.59 8.68 8.91

た試験片と、標準炎で圧接を行った試験片の明確な違いは確認できなかった。不完全な研磨を行ったグループ②の場合、57本中、35本が超音波探傷検査で合格し、56本が引張試験による検査で合格した。超音波探傷検査で合格した試験片のうち1本のみが引張試験による検査で不合格であり、圧接部で破断したものは4本であった。

鉄筋のガス圧接工事標準仕様書においては、引張試験による検査では、JIS規格の引張強さを満足していれば

良く、破断位置は問わないとしているが、RC構造物の地震時の変形性能を確保するためには、たとえ塑性変形後であってもガス圧接部の破断は望ましくないと考えられる。

今回の試験では、引張試験による検査で不合格となる圧接部が、超音波探傷検査でも不合格となる割合は、93%であり、超音波探傷検査の圧接面の欠陥を検出する精度が高いことが確認できた。しかし、超音波探傷検査で合格した試験片が、引張試験で降伏以前に破断したものもあった。超音波探傷検査には、圧接面が著しく発錆している場合や、欠陥が圧接部の外周付近にある場合などには、欠陥を検出できないという特徴があり、また、鉄筋の縦リブ部に沿って探触子を移動させ検出するため、必ずしも圧接面の全域について欠陥の有無を調べているわけではないという問題点がある。さらに検査結果は検査員の技量も左右される場合もある。

完全に研磨したグループ③および鉄筋切断機を用いたグループ④では、すべての試験片において超音波探傷検査、引張試験による検査ともに合格しており、圧接部で破断したものはなかった。通常、鉄筋の切断には、せん断切断機や、ガス切断機が用いられているが、この場合鉄筋端面の研磨不足や突き合わせ時の隙間の発生などの施工不良が生じる可能性がある。そのため、今回使用したような、常に鉄筋の軸に対して直角にかつ平坦に切断でき、鉄筋端面の研磨、清浄が不要な切断機を用い、施工不良が生じにくいガス圧接技術を確立する必要がある。

鉄筋端面を不完全に研磨し圧接した鉄筋を補強材としたRCはりの荷重-変位曲線を図-2に、実験結果を表-4に示す。炎の種類、超音波探傷検査の合否にかかわらず圧接部の破断は生じず、通常のRCはりと同様の挙動を示し、コンクリート中で鉄筋が受けるずれ作用の影響は、見られなかった。

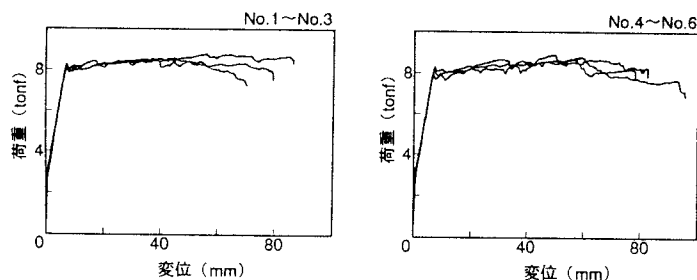


図-2 圧接鉄筋を補強材としたRCはりの荷重-変位曲線

4.まとめ

圧接部に欠陥を有するガス圧接鉄筋を作製し、引張試験および超音波探傷検査を行い破断性状について検討した。その結果、超音波探傷検査の圧接面の欠陥を検出する精度は高いが、完全ではないことも確認できた。

常に鉄筋の軸に対して直角にかつ平坦に切断でき、鉄筋端面の研磨、清浄が不要な鉄筋切断機を用いるなどの方法により、施工不良が生じにくいシステムを確立する必要があることを指摘した。

[参考文献]

- [1] (社) 日本圧接協会：鉄筋のガス圧接工事標準仕様書，1994年
- [2] (社) 日本圧接協会：鉄筋ガス圧接部の超音波探傷検査，1989年