

鉄筋の熱間加工による品質改善に関する研究

東京理科大学 学生員 三田 勝也
 鉄道総合技術研究所 岡本 大
 東京理科大学 学生員 佐々木憲明

東京理科大学 正会員 辻 正哲
 東京理科大学 学生員 河野 竜之
 東京理科大学 学生員 鈴木 佑典

1. はじめに

鉄筋の曲げ加工は、常温で加工することを基本としているが、材質を害する恐れのある曲げ戻し等に関しては、現在土木学会コンクリート標準示方書「施工編」で、熱間加工における加熱温度範囲を 900～1000 程度で加工し、急な冷却をしない場合は特に材質が害されることはないとしている。しかし、曲げ戻し加工は現場の段取りの都合上行われることが多く、加熱温度や冷却速度が適切でなかったり、加工作業が適切でなかったりする恐れがある。これまでに加工後加熱し焼準できる装置を開発し、普通鉄筋¹⁾および高強度鉄筋²⁾の熱間加工方法、鉄筋径等が加工に伴う機械的性質の変化に及ぼす影響について検討してきた。その結果、 A_1 変態点以上に加熱を行った場合でも、装置内部と外部との温度差による部分的な加熱不足から、加工硬化が生じて加工区間外で破断する場合があることが確認された。

本研究では、大型の鋼材を焼きならし処理する際、鋼材表面部と中心部の時間的な温度のずれから発生する内部応力を除去するために、焼きならし後に再び約 600 に加熱して放冷する「焼きならし-焼き戻し法」を参考に鉄筋の機械的性質を改善させる方法を検討した。

2. 実験概要

実験に用いた鉄筋は、普通鉄筋の D13 および D19 であり、北関東の建材店より購入した鉄筋コンクリート用棒鋼である。鉄筋の機械的性質は表-1 に示す通りである。また、曲げ内半径は折り曲げ鉄筋の規定を満たすよう、D13 の場合は 40mm に、D19 の場合は 50mm に設定した。曲げ加工は、縁部を横ふしとし、直線から 90° までの曲げ及び 90° から 30° までの曲げ戻しにはロールベンダーを使用し、30° から直線までの曲げ戻しにはハンドベンダーを使用し行った。加熱には図-1 に示した鉄筋加熱用に新たに作製した加熱装置を使用した。加熱方法は、鉄筋を加熱装置の開ロ部から挿入し、装置内に内蔵されたセンサーにより測定された内部温度が所定の温度

に達してから 10 分後に鉄筋を取り出し、常温になるまで空冷する方法とした。また、加熱温度は 800 および 900 の 2 種類とし、それぞれの温度条件で一度加熱した鉄筋を 600 の温度で再び加熱し焼き戻す方法とした。

機械的性質を検討するにあたり、伸びに関しては図-2 に示すように曲げ加工を行っていない鉄筋では試験片の中央から、曲げおよび曲げ戻しを 1 往復行った鉄筋では加工部の中央から両側 5D の間において、1D ごとの伸びを測定することとした。

3. 実験結果および考察

表-2.1 および表-2.2 は、D13 および D19 について加熱装置を用いて焼準した場合と冷間加工した場合の引張試験結果である。また、図-3 は D13 および D19 の 1D ごとの伸び分布図を示したものである。D13 および D19 のいずれにおいても、加熱温度が 900 の場合では鉄筋が中央部で破断していたが、加

表-1 鉄筋の機械的性質

鉄筋	呼び寸法	上降伏点 [N/mm ²]	下降伏点 [N/mm ²]	引張強さ [N/mm ²]	破断強さ [N/mm ²]	伸び [%]	絞り [%]
SD295	D13	332	326	481	363	29	64
SD345	D19	377	372	550	461	25	57



図-1 加熱装置

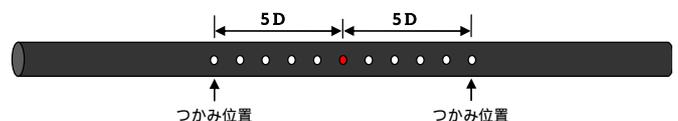


図-2 伸び測定区間

キーワード：鉄筋 熱間加工 曲げ加工 曲げ戻し 焼きならし 焼き戻し 機械的性質

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL：04-7124-1501(内線 4054) E-mail：saori@rs.noda.tus.ac.jp

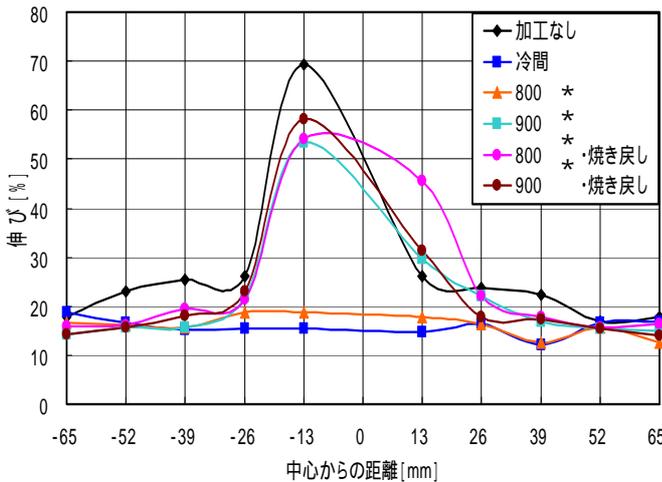
表-2.1 鉄筋の引張強度試験結果 (D13)

照準時の加熱装置 の設定温度[]	加熱装置による 焼き戻し (600)の有無	D13 曲げ内半径40mm				
		上降伏点 [N/mm ²]	引張強さ [N/mm ²]	伸び [%]	絞り [%]	破断位置*
冷間	なし	334 ~ 343	476 ~ 478	15	64	外
800	なし	337 ~ 339	475 ~ 480	16	63	外
	あり	322 ~ 330	468 ~ 470	27	62	加工部
900	なし	317 ~ 326	473 ~ 479	24	54	加工部
	あり	317 ~ 328	468 ~ 474	25	58	加工部

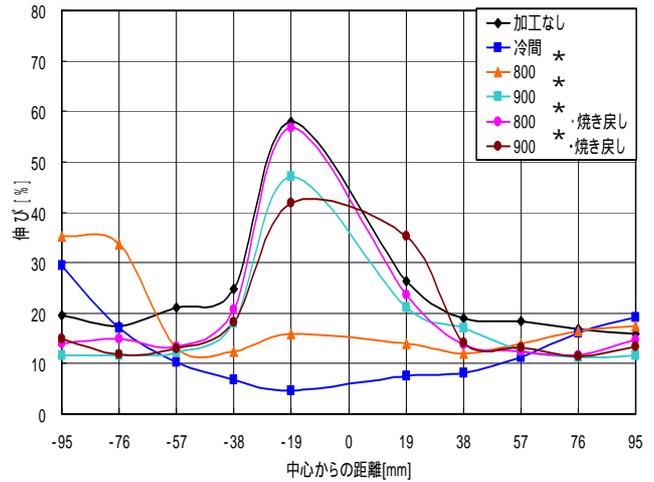
表-2.2 鉄筋の引張強度試験結果 (D19)

照準時の加熱装置 の設定温度[]	加熱装置による 焼き戻し (600)の有無	D19 曲げ内半径50mm				
		上降伏点 [N/mm ²]	引張強さ [N/mm ²]	伸び [%]	絞り [%]	破断位置*
冷間	なし	366 ~ 372	557 ~ 560	10	56	外
800	なし	358 ~ 383	540 ~ 542	16	52	加工部外
	あり	360 ~ 383	539 ~ 550	21	59	加工部
900	なし	351 ~ 360	541 ~ 543	19	52	加工部
	あり	355 ~ 360	538 ~ 547	20	51	加工部

*: 加工部;曲げ加工部で破断 加工部外;つかみ区間内であつ曲げ加工部外で破断 外;つかみ部分で破断



(1) D13 曲げ内半径 40mm (* : 焼準時間)



(2) D19 曲げ内半径 50mm (* : 焼準時間)

図-3 伸び分布図

熱温度が 800 の場合では、焼き戻しを行わないと、 A_1 変態点以上であるにも関わらず、支点外で破断した。しかし、焼き戻し処理を行うと、加熱温度が 800 の場合においても、鉄筋は標点内で破断をし、伸びや絞りが曲げ加工を行っていない場合と同等にまで回復するという結果となった。さらに、伸び分布図を見ると、800 で焼きならした後に焼き戻しを行った鉄筋においても、引張試験の中央部で大きな伸びを有して破断している。

4. まとめ

加熱装置を使用して、 A_1 変態点以上で加熱を行っ

ても、支点外で破断が起こってしまう場合がある。しかし、焼きならし後に約 600 で焼き戻しを行う「焼きならし-焼き戻し法」によって、鉄筋の機械的性質を曲げ加工を行っていないものと同様まで回復できることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 辻正哲ら 平成 17 年度第 33 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集 5-021
- 2) 辻正哲ら 平成 18 年度第 61 回土木学会年次学術講演会講演概要集 5-192