

防衛大学校 学生会員 ○ 前島 秀彦

正 会 員 南 和 孝

正 会 員 加 藤 清 志

1. まえがき 高温条件下では、コンクリートおよび鉄筋の材料物性が変化し、複合材料である鉄筋コンクリートの挙動に大きく影響することが予測され、特にコンクリートの材料物性はその内部に含まれる水分と密接に関連するので、水分の蒸発が著しくなる100℃を越える温度領域では、温度の影響が一層大きくなるものと考えられる。本研究では高温条件下の鉄筋コンクリートの力学的特性を調査することを目的として、20, 200, 400および600℃各々の高温履歴を受けた鉄筋コンクリートの曲げ強度試験および鉄筋とコンクリートとのすべり量を調査するため、付着強度試験を行った。その結果より、曲げ強度、付着強度、さらに曲げモーメント～たわみ関係を求め、温度条件とこれらの力学的特性との相関性について比較検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料 供試体製造には普通ポルトランドセメントを使用し、配合はW/C=50%, s/a=60%, スランプ8cm, 空気量2%とした。曲げ試験用供試体は15×15×53cmの正方形断面はりで、付着強度試験用供試体は15×15×15cmの立方体とした。また、鉄筋コンクリートの曲げ強度試験用供試体については、かぶりを3cmとし、鉄筋はSD30, D16を使用した。付着強度試験における使用鉄筋は、丸鋼鉄筋(SR24; $\phi 6, \phi 9, \phi 13$ mm)および異形鉄筋(SD30; D6, D16, D19)とした。供試体は、20℃で2週間水中養生した後、気温20℃, 湿度50%の室内で1週間空中養生した後、試験を行った。

2.2 加熱および試験方法 供試体は養生後、高温槽において毎時20℃の速度で所定の温度(200, 400および600℃)まで加熱した後、24時間各温度を保持した。その後、供試体は常温まで冷却し供試体全体の温度が安定した時点で、曲げおよび付着強度の各試験を行った。鉄筋コンクリートの曲げ試験の際には、たわみ量、さらに上縁および下縁に貼付されたストレインゲージによりひずみの測定を行った。また、付着強度試験においては各鉄筋における、すべり量と付着応力度の関係を比較し、鉄筋の付着性能を評価した。

3. 結果および考察 図-1および2はそれぞれ丸鋼および異形各鉄筋の付着強度と最大履歴温度との関係を示したものである。全般的にみると、24時間高温加熱を受けることによってコンクリートと鉄筋との付着強度は低下し、最大履歴温度が高いほどこの傾向は著しい。また、異形鉄筋と丸鋼鉄筋では後者の方が低下が大きい。これらのことから、高温加熱によるコンクリートと鉄筋の付着強度の低下は、コンクリート自体の強度低下とともに、鉄筋とコンクリートとの熱膨張量の相違による、付着破壊に起因するものと考えられる。

図-3は同一鉄筋における付着強度とすべり量との関係を各履歴温度別に示したものである。丸鋼鉄筋($\phi 13$)を用いた結果より、常温および最大履歴温度200℃の場合にはすべり量の増加に伴い付着応力が上昇しているが、最大履歴温度400および600℃においては付着応力は増加しないまますべり量が増大している。これは加熱によるコン

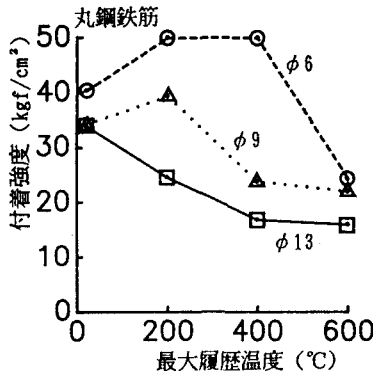


図-1 最大履歴温度と付着強度との関係

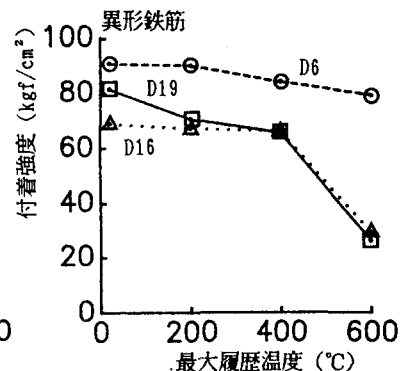


図-2 最大履歴温度と付着強度との関係

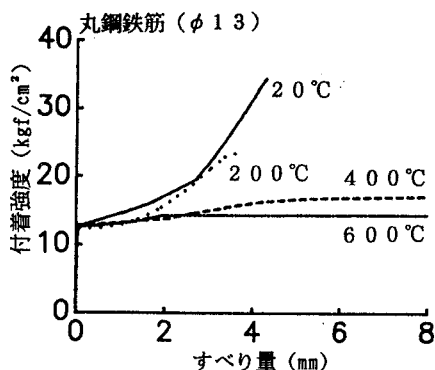


図-3 各温度における付着強度

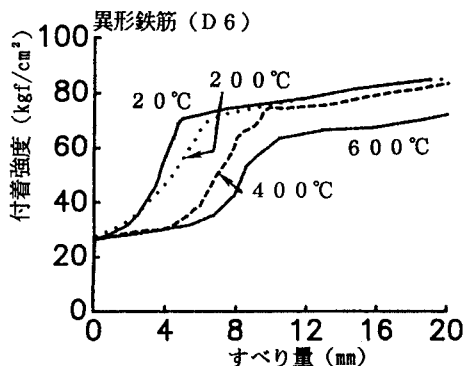


図-4 各温度における付着強度

クリートの劣化により付着強度が低下したためと考えられる。

一方、図-4 に示すように異形鉄筋 (D6) の場合には、最大履歴温度の増加に伴って、付着応力の増加量に対するすべり量の増加の割合が大きくなっている。これは丸鋼の場合と同様、コンクリート自体の加熱による構造弛緩によるためと考えられる。また付着強度は、最大履歴温度の大きさに関わらず増加しており、異形鉄筋独特の機械的抵抗による影響が大きいと考えられる。

図-5 は鉄筋コンクリートの最大曲げ強度と最大履歴温度との関係を示したものである。図からわかるように、最大履歴温度が200℃の場合には、乾燥強度の影響によるコンクリート強度の増加によって、鉄筋コンクリートの曲げ強度は常温の場合よりもやや大きく

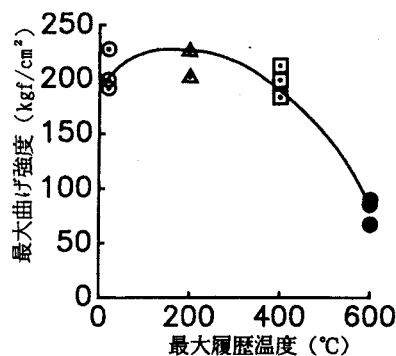


図-5 最大履歴温度と最大曲げ強度との関係

なるが、最大履歴温度600℃の場合には、コンクリートの著しい劣化による強度低下が鉄筋コンクリートの曲げ強度を低下させていると考えられる。はりの変形に関しても加熱温度の影響は大きく、図-6 に示すように同一曲げ強度におけるはりの上縁および下縁のひずみは、最大履歴温度の増加に伴い増大し、組織の弛緩がわかる。また、図-7 は各温度履歴における曲げモーメントとたわみとの関係を示したものである。図より、最大履歴温度の上昇に伴い同一曲げモーメントにおけるたわみ量が増加していることがわかる。これは、加熱によるコンクリートの劣化がひびわれ発生を進行させるとともに、付着強度の低下を引き起こすためと考えられる。

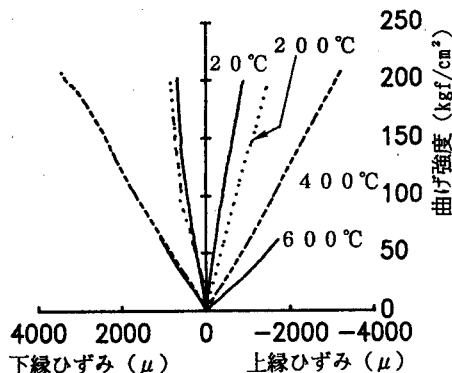


図-6 曲げ載荷時のはりの上・下縁ひずみ

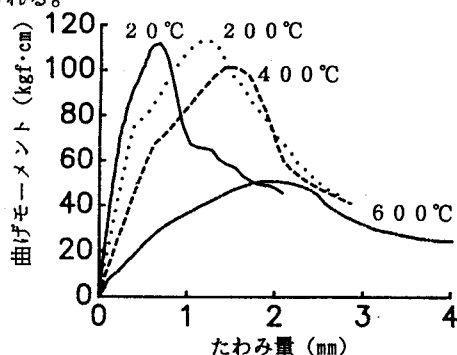


図-7 曲げモーメント～たわみ曲線

4. まとめ 本研究により、加熱を受けた鉄筋コンクリートばりにおいては、加熱によるコンクリート自体の強度および弾性、さらに付着強度の低下により、最大履歴温度が高くなるほど最大曲げ強度は減少し、同一曲げ応力に対するひずみ量およびたわみ量はともに増大することが明かとなった。