

V-602 サーモグラフィ法による外殻鋼管コンクリートにおける鋼・コンクリート間の剥離評価

東京工業大学大学院 学生員 黒坂 基
 東京工業大学工学部 正会員 長滝 重義
 東京工業大学工学部 正会員 鎌田 敏郎
 東京工業大学大学院 学生員 矢崎 剛吉

1. はじめに

鋼・コンクリート合成構造においては鋼とコンクリートの境界面が構造的に弱点となりやすく、この部分からずれや剥離といった欠陥が生じる可能性が高いものと考えられる。したがって、部材の完工時点および維持管理段階の健全性評価において、非破壊的に鋼とコンクリート間の剥離程度を検査することは重要であると考えられる。しかしながらこの検査において、たとえば超音波法を適用する場合には、鋼管表面とセンサーの接触状態および鋼とコンクリートの部分的な付着状況により、測定時のばらつきが大きくなるなどの問題点が多く、鋼とコンクリート間の剥離の領域を評価することは現時点においては困難である。また、超音波法では剥離厚さの評価はできない。よって本研究においては、曲げ載荷の荷重レベルが異なる外殻鋼管コンクリート梁の表面の温度分布をサーモグラフィ法により測定し、鋼管と内部コンクリートの剥離程度を評価するための手法の検討を行った。

2. 実験概要

本研究では、コンクリートに適用可能なサーモグラフィ法についての既往の研究成果¹⁾を踏まえて、剥離の影響による鋼管表面の温度差を明確にする目的で測定面を強制的に冷却する方法をとることとした。

本実験においては、図-1に示す梁供試体を用いた。鋼管の肉厚は4.5mm、コンクリートの配合はW/C = 40%、s/a = 41%とした。またサーモグラフィの測定は同一の梁において載荷前、鋼管の座屈時の荷重を100%として、その25%載荷後、50%載荷後、75%載荷後および100%載荷後に行った。そして、載荷荷重の増加にともなう剥離程度の進展状況を、鋼管上面の温度分布により検討することとした。

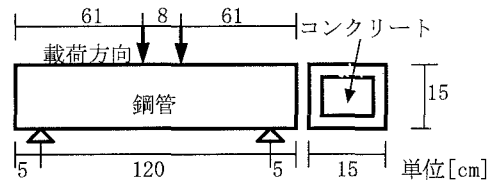


図-1 供試体概要

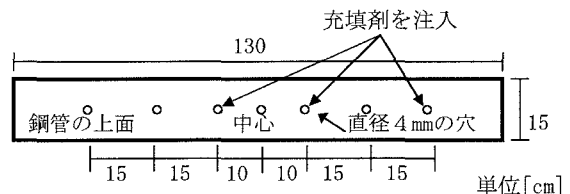


図-2 充填剤注入状況

梁の冷却は液体窒素を使用した。本実験ではまず厚さ9mm、幅25cm、長さ130cmのベニア板にタオルを巻きつけ、このタオルに液体窒素を染み込ませた。そして、この冷却板を鋼管表面に接触圧がほぼ均等となるように押し当てることにより冷却した。また冷却時間は10秒とした。

また、実際の剥離厚さを確認するために、図-2に示すように100%載荷後の梁の上面に直径4mmの穴を開け、そこからエポキシ系充填剤を鋼とコンクリートの剥離部分に注入し、充填剤が硬化するのを待って上面の鋼管を切り取り、ノギスおよびマイクロスコプにより充填剤の厚みを計測し、剥離厚さを確認した。

3. 結果および考察

図-3に鋼管表面の温度分布を載荷前、50%載荷後、100%載荷後の各載荷レベルごとに示す。なおこれらは冷却開始後30秒の時点の結果である。これによれば、50%載荷後の場合、中心部の温度が周囲と比較して低くなっており、梁の中心部から剥離が進展しているものと推測される。また100%載荷の梁では、梁の中心

を挟んで中心から左右に約10cmの範囲に大きな温度低下が認められる。この部分は、図－4に示すような鋼管上面の座屈部分であると考えられる。この座屈のため、他の部分より剥離厚さが大きくなり、したがって熱の移動が起これにくく温度の低下が大きくなったものと考えられる。これについては、赤外線測定後に注入した充填剤の厚さを計測することにより確認を行った。これによれば、温度低下が著しい梁の中央部分の充填剤の厚さは3mm程度であり、温度低下を示した領域の輪郭近傍の厚さは、0.1mm程度であった。

また、荷重レベル間で比較すると、100%荷重の表面温度分布は他のケースより温度低下が大きくなっている。これは、100%荷重の場合では完全に梁が塑性変形するまで荷重したため、梁の全長にわたって剥離厚さが大きくなったことによるものと考えられる。これらより本実験において発生した程度の剥離厚さの違いは、サーモグラフィ法による表面温度分布により評価できる可能性があることが明らかとなった。また同時にこの結果から、写真－1に示すように剥離厚さが0.1mm以上であれば、表面温度分布により剥離領域を推定することができるものと考えられる。

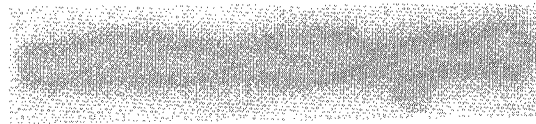
またこの手法による測定の結果に影響を与える要因としては、環境条件（外気温度）、冷却方法、冷却時間、鋼板の厚さなどが考えられる。これらについては今後さらに、測定条件の検討が必要となると考えられる。

4. まとめ

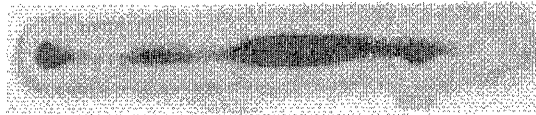
鋼・コンクリート合成構造における鋼とコンクリートの間の剥離発生箇所および剥離厚さの違いをサーモグラフィ法により測定される鋼の表面温度分布に着目することにより評価することができた。なお本実験の範囲においては検出可能な剥離厚さは、約0.1mm以上のものであることが明かとなった。

参考文献

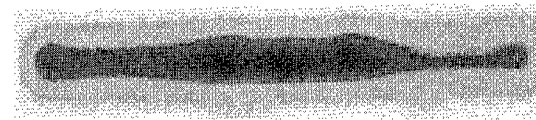
- 1) たとえば、渡部 正、魚本健人：型わく面の画像解析によるコンクリート打ち込み時の欠陥検出法に関する研究，土木学会論文集，No.478，V-21，pp.51-59，1993.



荷重レベル0%

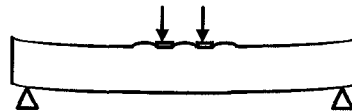


荷重レベル50%



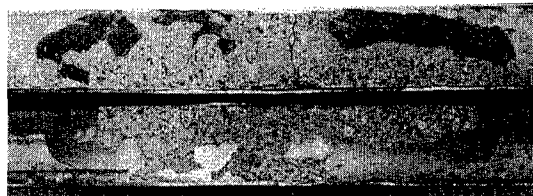
荷重レベル100%

図－3 鋼管表面温度分布



図－4 鋼管座屈状況

コンクリート表面



鋼管裏側

写真－1 剥離状況の観察結果