

I-A299

鋼・コンクリート合成鋼管柱の損傷評価に関する検討

川崎重工業(株) 正会員 吉野精二

川崎重工業(株) 正会員 山本晃久

川崎重工業(株) 正会員 佐藤昌宏

川重工事(株) 正会員 永井勇五

1 はじめに

コンクリート充填鋼管（CFT）は、コンクリートと鋼管が一体化して相互作用することにより、耐荷力と靱性に優れた性能を発揮する構造形式として知られている。しかし実際の製作工程を考えた場合、鋼管内部のコンクリートの充填状態を直接見ることはできない。また構造物としての使用中に大地震等により損傷を受けた場合にも、内部コンクリートの状態を検査する必要が生じる。本研究では、当社が取り組んでいる鋼・コンクリート合成鋼管柱に関する基礎検討のひとつとして、硬化後のCFTに外力を加えたときの破壊現象を、アコースティックエミッション（AE）法と赤外線画像法により計測し、鋼管内部のコンクリートの損傷状態を外部から検出する可能性について検討した。

2 実験概要

実験は、外径150mm×長さ500mm、板厚2.3mmの円形コンクリート充填鋼管に4点曲げ载荷を行い、载荷中にAE計測、除荷後に赤外線画像計測を行った。4点曲げ試験方法を図-1に示す。AE計測は、供試体端部の封止面（鋼材面）と開放面（コンクリート面）の2箇所にAEセンサを固定し、1/50秒のサンプリング間隔でAE発生頻度信号を記録した。赤外線画像計測は、曲げ試験後の供試体に白熱灯の光をあてて加熱し、消灯後の冷却過程を10秒間隔で記録して、時間差のある画像から供試体各部の温度差を検出した。

3 結果および考察

4点曲げ载荷中のAE発生頻度信号と荷重の変化を図-2に示す。AE信号はノイズが多いため帯状に見えるが、振幅が大きくなったときに局部破壊が起こっていると判断した。AEセンサを鋼材面とコンクリート面の2箇所に設置したが、AE（超音波域の弾性波）が伝わる際の減衰を考慮すると、鋼材側でより多くの信号が検出されると予想できる。実際に得た信号は、鋼材面とコンクリート面でタイミングが異なり、形状も違うことから、鋼材とコンクリートそれぞれで発生したAE信号をある程度分離して検出できたと考えられる。AEのタイミングを比較すると、コンクリート面では広い荷重範囲に信号が分散しているのに対し、鋼材面では最大荷重付近に信号が集中した。これは弾性域の差を反映しており、材料の脆さから推定される破壊挙動と一致するといえる。今回のAE計測ではAE発生頻度信号だけを測定しているが、AE波形を直接計測した場合、振幅と時間の関係が、クラックの進展では突発型、摩擦では連続型の波形になることが知られており¹⁾、鋼管とコンクリートの付着剥離、鋼管の座屈、コンクリートのクラック発生等の破壊形態をより細かく識別できる可能性がある。

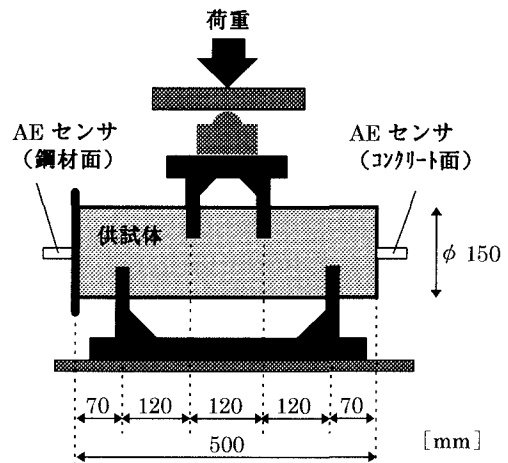


図-1 4点曲げ試験模式図

キーワード：コンクリート充填鋼管，AE計測，赤外線画像計測

連絡先：〒278-8585 千葉県野田市二ツ塚118番地 TEL. 0471-24-0302 FAX. 0471-24-5917

4点曲げ試験後の供試体の赤外線画像を図-3に示す。鋼板下のコンクリートに空隙がある場合、比熱差による断熱作用のため温度変化が大きくなる²⁾ことを利用して、供試体を白熱灯で加熱し、放冷直後と90秒後の2画面から温度差を計算した画像である。曲げ試験時の下面（引張側）を観察したもので、载荷点直下（画面中央の左寄り）で鋼管が割れている。割れの周囲ともう一方の载荷点下に温度差が大きい箇所があり、この部分が剥離していると考えられる。また開放端付近（画面右）では鋼管がコンクリートから浮いており、ここも温度差が大きく表示された。ただし、供試体の表面状態（色、光沢等）により放射率が異なり、赤外線画像に影響することから、温度差の原因が鋼板表面の影響か鋼板下の欠陥かを判断する必要がある。なお今回の計測では簡便さから白熱灯を使用したのが、より大型の供試体および実構造物の計測には太陽光線を利用する予定である。

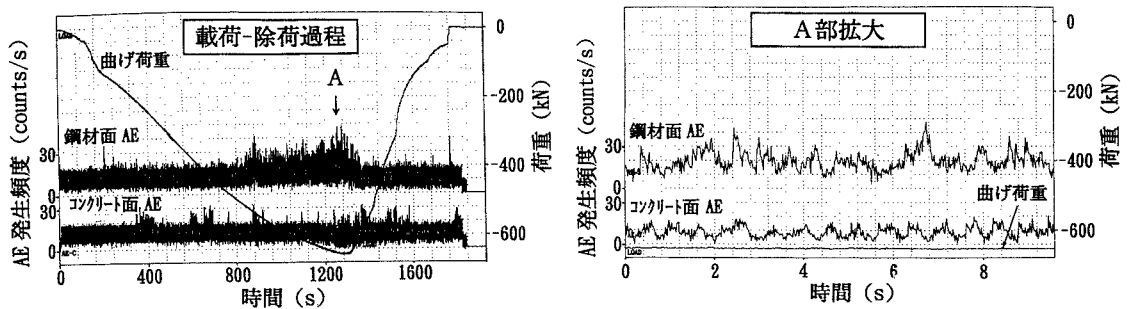


図-2 曲げ試験における荷重とAE発生頻度信号（最大荷重 643kN）

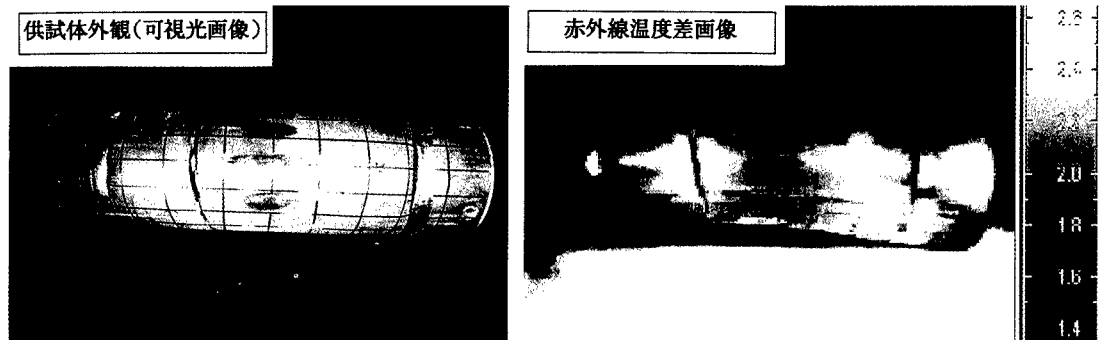


図-3 曲げ試験後の供試体外観と赤外線温度差画像（最大荷重 711kN）

4 まとめ

コンクリート充填鋼管の曲げ载荷試験において、試験中にAE計測、試験後に赤外線画像計測を行い、鋼管内部のコンクリートの損傷検出について以下の知見を得た。

- (1) 鋼材面とコンクリート面の両方でAEを計測することにより、合成構造の破壊過程が推定できる。
 - (2) 鋼管表面の温度分布から、鋼管内部のコンクリートの空隙が推定できる。
- 今後は試験データを蓄積し、検査技術としての精度の向上を図る予定である。

参考文献

- 1) 森, 岡本, 内田, 柴田: 常時微動荷重下における鉄筋コンクリート梁のAE発生挙動に関する研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 19, No. 1, 1997
- 2) 高木, 尼崎: 赤外線法によるコンクリート構造の表層部欠陥の評価, コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 19, No. 1, 1997