

高靱性セメントを使用した RC 橋脚の棒形スキャナによる損傷形態評価

九州工業大学
九州工業大学
株式会社長大

学生会員 ○山之内 俊樹
正会員 幸左 賢二
正会員 佐藤 崇

1. はじめに

本論文では、高靱性セメントと高強度鉄筋を組み合わせた RC 橋脚の正負交番載荷実験を行い、主鉄筋の座屈発生メカニズムの解明を目的に、棒形スキャナを用いて、内部コンクリートのひび割れを計測し、外観のひび割れ状況との比較を行った。

2. 実験概要・結果

供試体の形状およびレーザー変位計の計測装置の概要を図-1 に示す。供試体は 1 辺 400mm の正方形断面、高さ 1600mm の柱供試体で柱基部から 700mm の高さまでを全断面高靱性セメントで打設している。これは終局時において降伏曲げモーメント以上の断面力が 0.3~0.4H (載荷高さ H) 位置で働くためである。帯鉄筋には SD345 を使用し、軸方向鉄筋には高強度鉄筋である SD490 を使用した。高靱性セメント材料の繊維量は 2.0Vol.% とした。実験方法は柱供試体の上面より 1.0N/mm² 相当の一定軸力を載荷した正負交番載荷実験であり、柱基部より高さ 1400mm を水平荷重載荷高さとした。実験開始から降伏点までは荷重制御で載荷し、降伏後は変位制御で降伏変位を δ_y として整数倍で載荷実験を進めた。降伏荷重は試算より算出し、終局は降伏荷重を下回った時を終局点と定義した。図-2 に荷重変位履歴曲線を示す。同図より、水平変位 15 mm で降伏荷重 217kN に達し、その後、5 δ_y (75mm) で最大荷重 301kN に達した。その後、8 δ_y (120mm) まで荷重を保持したが柱基部のはらみ出しとともに荷重が低下し、140mm で P_y を下回った。

3. 棒形スキャナによる内部観察

図-3 に棒形スキャナの計測方法を示す。具体的には、図中 (a) のように計測用の穴の中に棒形スキャナを挿入する。次いで、図中 (b) のようにセンサを回転させることで穴の側面の展開画像を得ることができる。なお、センサの測定深さは 170 mm である。計測は、図-2 中に示す各載荷ステップにおける 0 mm 変位時と最大変位時に行った。内部ひび割れは、南側から 100 mm を計測範囲として、目視確認できるひび割れを対象にひび割れ長さを計測した。図-3 中の穴の南北に平行に伸びる横ひび割れ[1]は主に

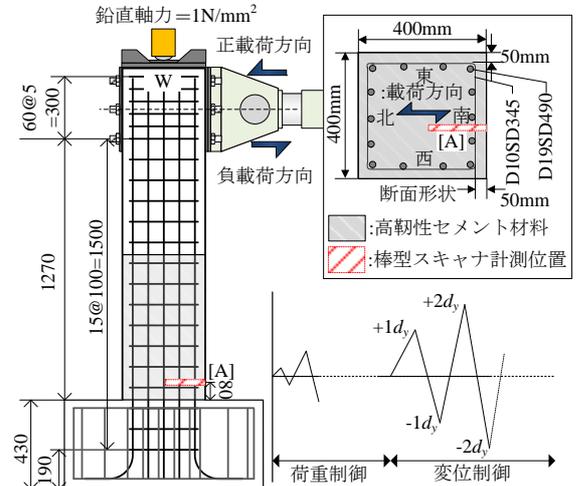


図-1 供試体形状

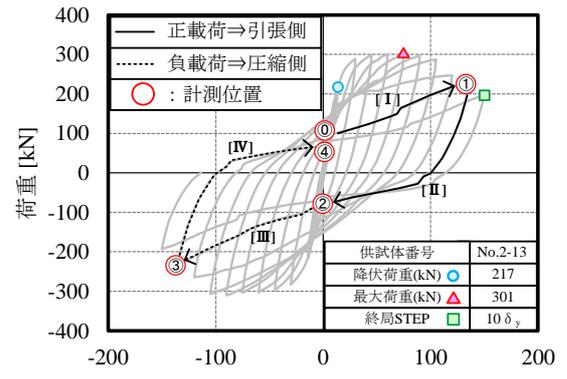


図-2 P- δ_y 履歴曲線

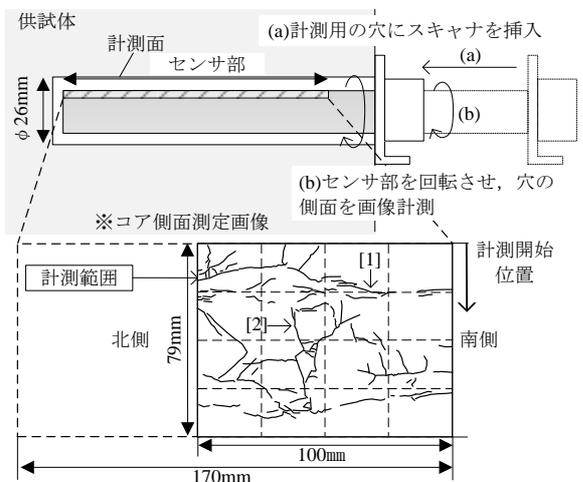


図-3 棒形スキャナの計測方法

キーワード 柱, 高靱性セメント材料, 正負交番載荷実験, 棒形スキャナ

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学 建設社会工学科 TEL093-884-3123

引張時に生じ、穴の東西に平行に伸びる縦ひび割れ[2]は主に圧縮時に生じたものである。図-4 に外観ひび割れの計

測範囲を示す。同図に示すように南面の柱基部から高さ 200 mm、柱幅全域 (400 mm) の範囲に生じたひび割れ長さを計測した。また、図-1 および図-4 中の[A]は棒型スキャナ計測位置である。図-4 に示すように、基部から 80 mm、柱面の端 (西側) から 160 mm の位置に φ26 mm の塩ビ管を柱供試体打設前にあらかじめ設置し、コンクリートが固まったあとに塩ビ管を引き抜くことで、棒型スキャナの計測用の穴を作成した。

4. 計測結果

図-5 に荷重ステップ毎のひび割れ密度変化を示す。ひび割れ密度の算出方法は、ひび割れ総延長を求め、対象面積 (内部：圧縮域=0.1m×0.079m, 外部：計測範囲=0.2m×0.4m) で除すことにより算出した。まず、外観ひび割れ密度の変化をみると、1δy 以降では 7δy までひび割れ密度が大きく増えることはない。しかし、はらみ出しが発生した 8δy 時には多数のひび割れが入ることによって、ひび割れ密度が増加した。次に、内部ひび割れ密度の変化をみると、4δy まで引張りひび割れ密度の割合が大きく、最大荷重に到達した 5δy 以降は圧縮ひび割れ密度の割合が大きくなっていくことがわかる。このことから、外観では確認できなかったコンクリートの圧壊が内部では徐々に進展していたことが推定させる。図-6 に圧縮ひび割れ密度分布を示す。ここでは、計測用の穴の入り口を 0 mm として、そこから 100 mm の範囲を 4 分割したエリア別の圧縮ひび割れ密度を示す。同図に示すように、6δy 時に最も圧縮ひび割れが生じており、主鉄筋位置より内側、つまりコアコンクリート部でひび割れが進展していたことが確認できた。以上のことから、図-7 に損傷過程の模式図を示す。同図に示すように、-7δy 時に内部では圧縮力によるひび割れが主鉄筋付近で生じているものの、外部 (南面) では新たなひび割れは生じていない。そして、-8δy 時に主鉄筋の座屈に伴ってかぶりコンクリートのはらみ出しが生じることにより、外部ではひび割れの発生が確認できたが、内部コンクリートの圧壊により、内部は計測不能となった。よって、内部では主鉄筋付近のコンクリートの損傷が進展することにより、主鉄筋の座屈に対する拘束力が低下し、主鉄筋の座屈開始に伴ってかぶりコンクリートのはらみ出しが発生すると推定される。

5. まとめ

- 1) 主鉄筋の座屈発生メカニズムの解明を目的に、棒形スキャナを用いて、内部コンクリートのひび割れを計測し、外観のひび割れ状況との比較を行った。
- 2) その結果、外面の圧縮ひび割れ発生前に、内部コンクリートにおいて圧縮ひび割れ密度の割合が大きくなることで圧壊し、主鉄筋座屈に至ったと推定される。

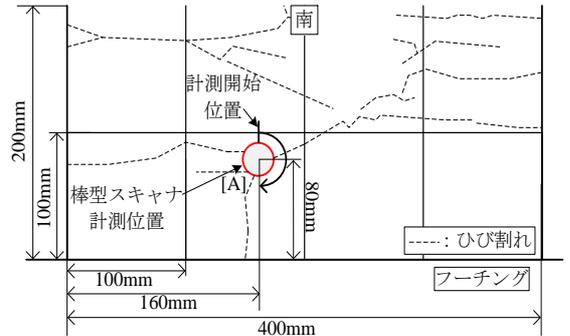


図-4 外観ひび割れ計測範囲

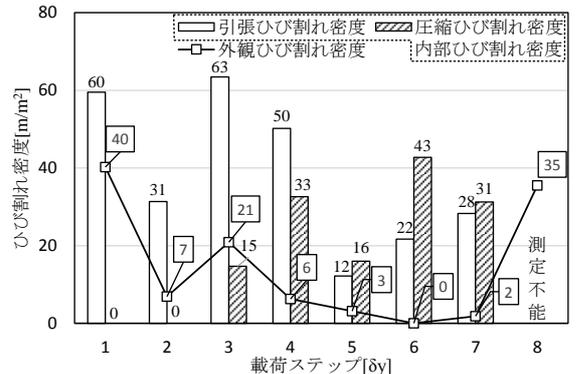


図-5 荷重ステップ毎のひび割れ密度変化

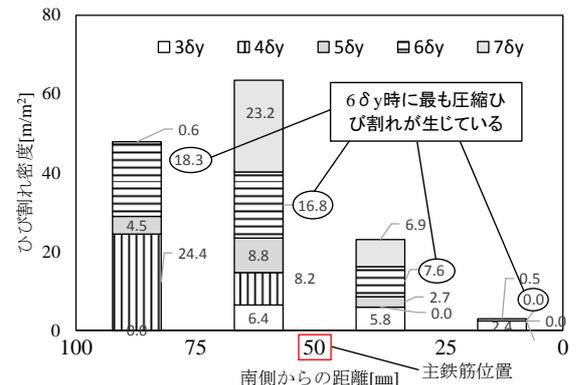


図-6 圧縮ひび割れ密度分布

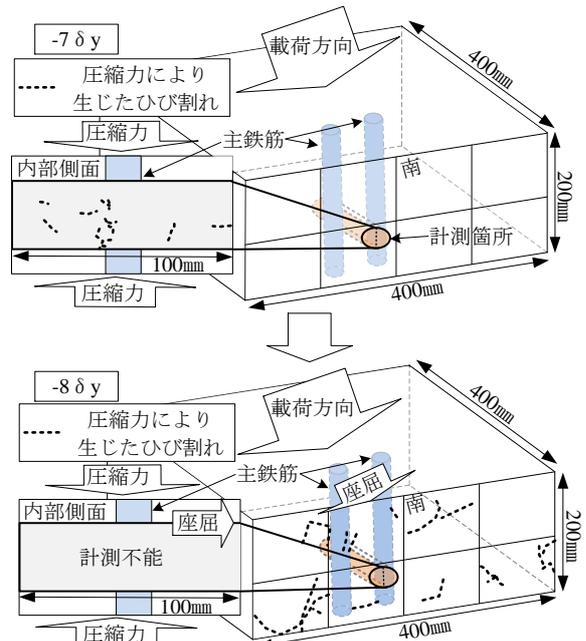


図-7 損傷過程