

PSV-7 X線造影撮影による鉄筋コンクリートの内部ひびわれ検出

正会員 東北学院大学 大塚 浩司
正会員 東北学院大学 森 横夫

1. まえがき

引っ張りを受ける異形鉄筋の近傍のコンクリートには、鉄筋応力度がある程度高くなると、鉄筋のふし部より内部ひびわれが発生する。この内部ひびわれの数、角度、長さ等の発生状況は鉄筋からコンクリートへの力の流れを知るのに極めて役立つものである。

従来、この内部ひびわれを検出する方法として、いわゆる「赤インク注入法」を用いていた。この方法は、内部ひびわれを肉眼で直接確認できる利点はあるが、鉄筋応力度の増加によって変化する、ひびわれの発生・成長状況を同一の供試体で連続的、立体的に検出することができないという欠点があった。

鉄筋コンクリートのひびわれや内部欠陥を非破壊的に検査する方法として従来よりX線透過撮影が用いられている。しかし、普通のX線透過撮影ではコンクリート内部の微細なひびわれを検出することはできない。

そこで、この研究は、上述の赤インクの代わりに造影剤をコンクリート中に注入し、X線透過撮影を行うことによって鉄筋の周りにおける内部ひびわれの発生・成長状況を連続的に検出しようとしたものである。

2. 実験材料および実験方法

2.1 供試体

供試体は、早強ポルトランドセメントと河川産砂を用いたモルタルによって作成した。モルタルのW/Cは50%とし、セメントと砂との割合は1:2とした。モルタルの荷重時圧縮強度は大略280 kg/cm²であった。鉄筋は市販の横ふし異形鉄筋D13, D16, D19 (SD35)を用いた。供試体の形状寸法は、図-1に示すような、両引供試体および片引供試体である。供試体の厚さ50mmは、X線の透過効果についての予備試験の結果定めた値である。

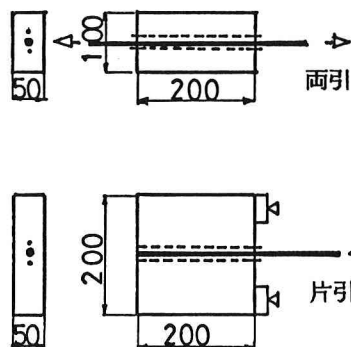


図-1 供試体の形状・寸法

2.2 造影剤

造影剤とは、一般に医学の分野で用いられているもので、検査する臓器と周囲組織の間にX線による透過率の差を生じさせる物質のことである。種々の造影剤について検討した結果、本実験には有機ヨード化合物系の1種を選定し用いた。

2.3 X線透過撮影装置

X線撮影には、写真-1に示すような、工業用X線装置を用い、管電圧60KV~120KV、管電流2mA、距離60cm、撮影時間2分~5分で行った。フィルムは工業用X線フィルム#80および#100を用いた。

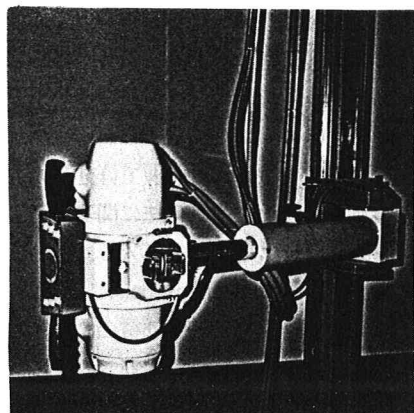


写真-1 X線透過撮影装置

3. 内部ひびわれの検出結果

3.1 両引供試体

断面 50×100 mm、長さ200mm、使用鉄筋D16の供試体を用いて、両引載荷荷重を段階的（鉄筋引張応力度 250 kg/cm^2 毎）に増加させ、それぞれの荷重段階でX線造影撮影を行った。供試体の厚さが50mmと薄いので、縦ひびわれによる早期の割裂を避けるために、2個のロードセルを介して 30 kg/cm^2 の側圧をかけた。

写真-2は、鉄筋応力度 3000 kg/cm^2 まで両引載荷した時に得られたX線造影写真の一部を示したものである。X線写真は、フィルムを読影器を用いて直接観察すれば、かなり微細なひびわれもその陰影の濃淡の差で判別できるが、フィルムを印画紙に焼付けると、その判別が困難となる。

そこで、フィルム読影器により、写真-2の場合の供試体全体のひびわれをトレースした結果を図-2に示す。この図から分かるように、数多くの内部ひびわれが異形鉄筋のふし部より発生しているのが検出されている。これらの内部ひびわれの鉄筋応力度の増加に伴う成長を示す写真も得られた。

3.2 片引供試体

断面 50×200 mm、長さ200mm、使用鉄筋D16の供試体を用いて、片引載荷荷重を段階的（鉄筋引張応力度 250 kg/cm^2 毎）に増加させ、それぞれの荷重段階でX線撮影を行った。載荷端におけるコンクリートの反力は鉄筋中心から左右それぞれ7.5cm離れた位置にとった。側圧は両引供試体の場合と同様に 30 kg/cm^2 とした。

写真-3は、鉄筋応力度 3250 kg/cm^2 におけるX線造影撮影したフィルムを印画紙に焼付けた写真である。X線照射範囲およびフィルムの寸法の制約のために鉄筋から左右5cmの範囲しか写っていない。

図-3は、写真-3のフィルムからトレースしたものである。これらの写真および図から分かるように、鉄筋の載荷端付近のふしから内部ひびわれが斜め方向に発生しているのが検出されている。

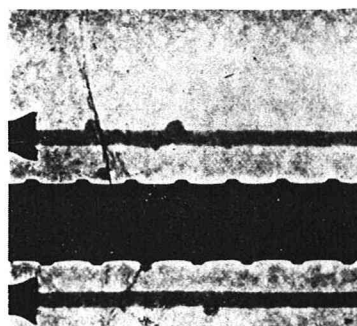


写真-2 X線写真（両引 3000 kg/cm^2 ）

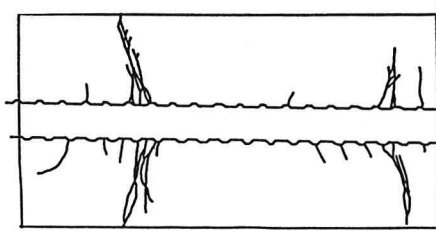


図-2 ひびわれ発生状況
（両引 3000 kg/cm^2 ）

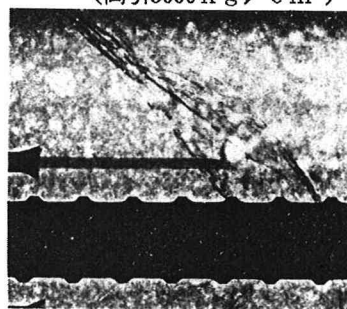


写真-3 X線写真（片引 3250 kg/cm^2 ）

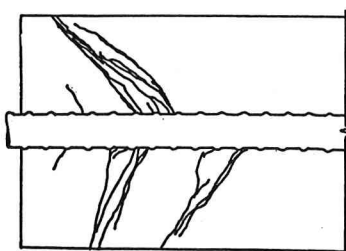


図-3 ひびわれ発生状況（片引 3250 kg/cm^2 ）

4. まとめ

造影剤を鉄筋コンクリート両引供試体および片引供試体に注入してX線透過撮影を行った結果、鉄筋の周りのコンクリートに発生している内部ひびわれを非破壊的に検出することができることが分かった。

また、ひびわれ検出精度を向上させるためには、造影剤の品質やフィルム読影技術など解決すべき種々の問題点が存在することが分かった。

参考文献

- 1) 阿部 孝、大塚浩司、阿部義憲：X線造影撮影による鉄筋コンクリートの微細ひびわれ検出について
土木学会東北支部技術研究発表会講演概要 1988年3月