

複合荷重を受けるRC部材の強度-変形解析

○名古屋大学 学生員 中井 聖棋
名古屋大学 正 員 二羽淳一郎

1. はじめに

本研究では、守屋らのねじりを受けるRC部材の強度変形解析法⁽¹⁾を基礎として、ねじり及び軸力を受けるRC部材の強度変形解析を行なう目的で、軸力の影響をより適切に考慮した、ひずみの適合条件を設定した。さらに荷重制御による解析を行った。

2. 解析方法

本解析ではねじりと軸力を受けるRC部材を、仮想の厚みを有するRC板部材として解析を進める(図1、図2)。なお、ここで述べるひずみとは平均ひずみのことであり、引張を正とする。

a) 主引張ひずみ方向と主引張応力方向

図2に示す様に、x方向とRC板要素の主引張ひずみ方向のなす角度を α 、x方向と外力として作用する主引張応力方向のなす角度を β とする。ひびわれ発生前では $\beta = \alpha$ としてさしつかえない。ひびわれ発生後は、ひびわれ発生時の β を固定して解析する。ひびわれは主引張ひずみが降伏に達したときに主引張方向に垂直な方向に発生するとしている。

b) ひずみ分布

図3に示すようにねじりを受ける板部材は深さ方向でひずみが一定ではない。そこで、図4にひびわれに平行な方向と垂直な方向のコンクリート断面での、ひずみ分布を示す。

弾性状態でねじりのみが作用する場合(図4-a)は、ねじりによって生じる圧縮ひずみ ε_{oo}' 、引張ひずみ ε_{ct}' を考え、圧縮側のひずみが0となる厚さを td と仮定する。これにさらに軸力が加わると、実際のひずみは軸応力によるひずみ ε_n のそれぞれの方向成分を加えたものが ε_{oo} 、 ε_{ct} となる。なお、弾性状態では $\varepsilon_{oo}' = -\varepsilon_{ct}'$ である。一方、ひびわれ発生後の非弾性状態(図4-b)では軸力によるひずみを直接得ることはできない。また守屋らのように圧縮ひずみが0となる厚さを td とすることは、軸力の過大な場合には td が大きくなりすぎて不適切になることが認められた。従って今回は、 td を一定値として解析を行うことにした。

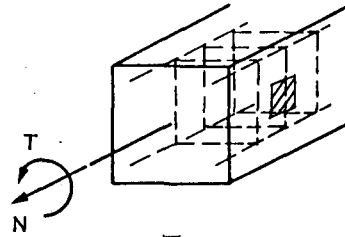


図1

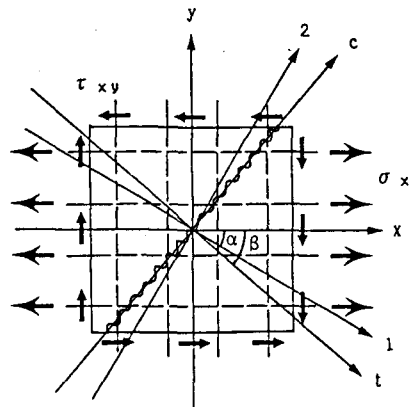


図2

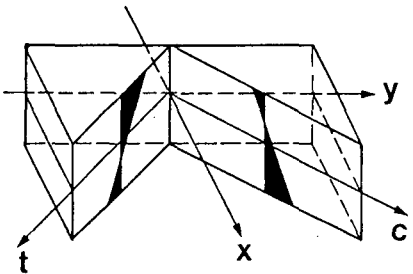


図3

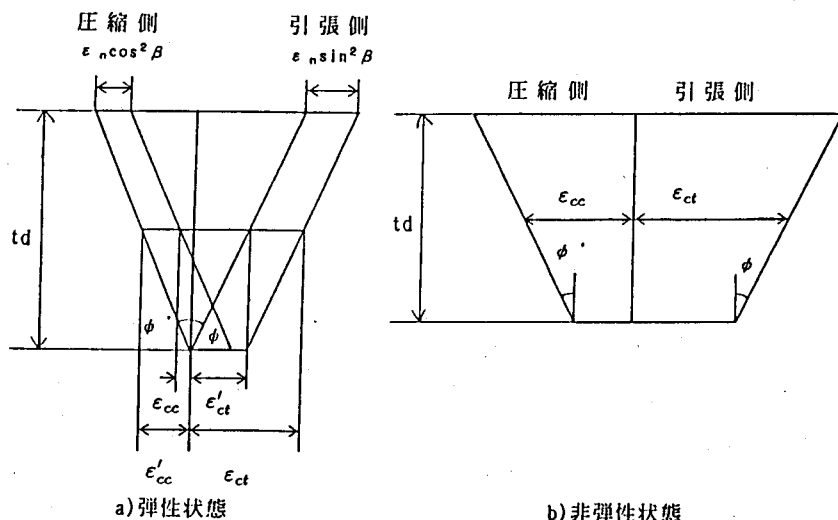


図4

c) 解析手法

ひびわれ発生前では与えたトルクおよび軸力に対して ϵ_{ot} をせん断力の釣合を満たすように収束計算を行った。また、ひびわれ発生後では ϵ_{ot} と ϵ_{cc} 、および α をせん断力と軸力、y軸方向の力の釣合を満たすように収束計算を行った。トルクの増分ステップは $0.5 \text{ tf} \cdot \text{m}$ とし、軸力（圧縮および引張）はトルクに対して一定の割合で増加させた。

3. 解析結果

解析結果を図5に示す。数値解析に用いたRC桁は、幅20cm高さ20cmの矩形断面で、軸方向鉄筋の総断面積 5.068 cm^2 、腹鉄筋1本の断面積 0.7133 cm^2 、腹鉄筋の配置間隔10cmである。ひびわれ

発生後の td は純ねじりの解析で得られていた値を使用することとし、今回は 2.5 cm とした。ひびわれ発生時のトルクは圧縮軸力をかけると高い値をとり引張をかけると低い値をとる。これは軸応力によって、引張側のひずみが増減されるためである。すなわち、圧縮軸力を加えた時は引張側のひずみが減少するため、より大きなねじれ角まで耐え得るようになる。また、引張軸力を加えた時は引張側のひずみが増加し、小さなねじれ角でひびわれが発生するからであると考えられる。また、ねじり剛性は圧縮軸力を加えると高くなり、引張軸力を加えると低くなる。一方、最大トルクは純ねじりに比較して、圧縮軸力を加えた時は上昇し、引張軸力を加えた時は低下している。このことに関しては、満足いく結果が得られている。しかし圧縮軸力を加えたときの最大トルク時のねじれ角は、純ねじりに比較して小さな値を取るはずであるが、今回の解析では、ほとんど変化がみられない。これは、ひびわれ面での鉄筋の局部降伏を考えることで解決すると思われる。

(参考文献)

1) 守屋紀和 他：面内せん断理論を用いたRC部材のねじり解析 コンクリート工学年次論文報告集 第11巻 第2号 pp. 357-362

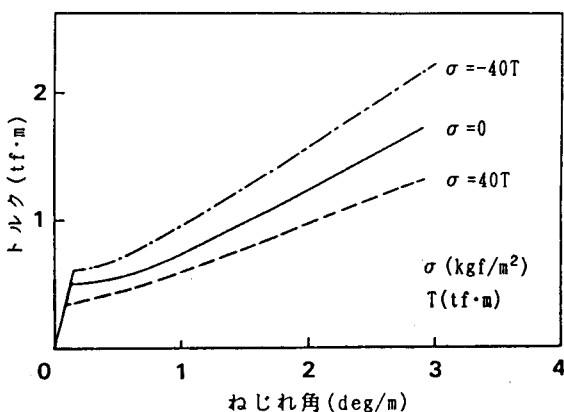


図5