

高ねじり耐荷力を有するコンクリートボールの研究

名古屋大学 正会員 二羽淳一郎

○名古屋大学 学生員 石原美光

中部電力㈱ 村井友廣

東海コンクリート工業㈱

正会員 縄田初夫

1. はじめに

近年標識、電柱等の構造が多様化し、ねじり力を受ける機会が大変増えているが、設計段階でねじり力の影響はほとんど考慮されていない。そこで本研究では、従来のコンクリートボールのねじり補強筋に変えてねじりに有効な補強方法を実験、検討、解析していくものである。

2. 実験の概要

供試体は円形中空断面で、長さ3.5m、直径30cm、肉厚6cmであるが、遠心成型のため多少の違いがあった。なお、供試体の諸元は表-1に示す通りである。載荷方法は図-1に示すように、曲げ試験機に斜めにビームをつけて行い載荷点にロードセルを取り付け、クラックが入るまでは荷重で制御し、その後は変位で制御して行った。そのため16ヶ所にダイヤルゲージを取り付け、暫時変位を計測した。補強材には、図-2に示すφ-32(真円)と16×32(長円)の穴の空いたパンチングメタルとエキスパンドメタルを用いた。

3. 実験結果の検討

実験結果の一つを図-3に示した。全体的にみて、いずれの供試体もクラック発生まではほぼ弾性的な挙動を示しており、そのねじりモーメントは3〜4tf・mであった。クラックは微細なものを除けば一本が螺旋状に入り、その部分では全ての横方向筋が切れていた。また、随所にかぶりコンクリートの剝離現象がみられた。螺旋筋で補強された供試体はクラック発生後耐荷力が低下し、鉄筋の本来の働きを成さないまま破壊に至っていたことより、現状の補強ではほとんど効果がないことが分かった。高プレストレスの供試体は、高強度であったがクラック発生後は一気に破壊した。メタル補強されたものは長円のパンチングメタルを除いて、期待したほど耐荷力は上がらなかったが、その原因としては応力集中やエキスパンドメタルにおいては製作方法が挙げられる。スチールファイバーを混入した供試体は、遠心成型により分布に偏りが生じたため効果が上がらず、耐荷力の点で大きな相違はみられなかった。

表-1 供試体の諸元

NO	供試体	P.S.	主筋の径	備 考
1	PL1	0	12-φ 7	
2	PL2	80	12-φ 7	
3	PL3	80	12-φ 13 φ 11	
4	PL4	80	12-φ 13	
5	PL5	160	12-φ 13	
6	PLA	80	12-φ 13	「1-1」発生
7	F12	80	12-φ 13	2F-67「N」混入
8	XS1	80	12-φ 13	「XS43」の「N」
9	XS2	80	12-φ 13	「XS43」の「N」
10	PU1	80	12-φ 13	「N」の「N」 16×34
11	PU2	80	12-φ 13	「N」の「N」 φ 32
12	XF1	80	12-φ 13	XS43, 7「N」
13	PF1	80	12-φ 13	φ 32, 7「N」

1〜7 は、らせん鉄筋φ3を用いて、100mm²で補強している。
P.S. (7'×2'×2)の単位は、(kgf/cm²)

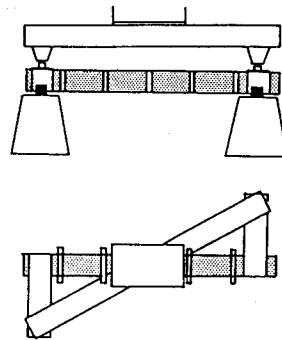


図-1 実験装置

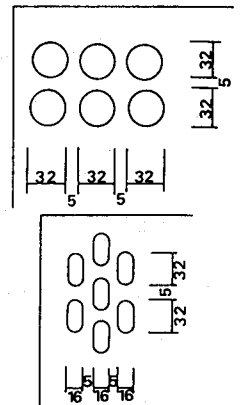


図-2 パンチングメタル

4. 解析

本解析には、部材を仮定の厚みをもった鉄筋コンクリート板要素に置き換えて考える面内せん断理論を用いている。そのフローチャートは図-4に示す通りである。応力、ひずみは全て平均応力、平均ひずみで取り扱い、ひずみの算定にはモールのひずみ円を用いた。応力は各平均応力-平均ひずみ関係より求め、本解析には以下の関係を用いた。コンクリートの圧縮には軟化を考慮したCollinsらの提案式¹⁾、引張りに対しては玉井らの提案式²⁾、ひび割れ面でのせん断抵抗には青柳・山田の提案式³⁾を基に出雲らが提案している方法⁴⁾を用いた。詳細は文献⁵⁾を参照して頂きたい。

4.1 螺旋筋補強の解析

上述の方法を用いて行った計算結果が図-5の計算値1である。またかぶりコンクリートの剝離が起きていたので、それを考慮に入れるためひび割れ進行とともに有効肉厚を外側から減らしていった計算結果が図-5の計算値2である。

4.2 メタル補強の解析

メタル補強の解析は、同じ材料を用いて作成したコンクリート板の曲げ試験を行い、その結果より横方向の鉄筋比を推定し等価な螺旋筋に置き換えて行った。この計算結果が図-6の計算値1である。また螺旋筋に比べてコンクリートとの付着が不充分であると考え、ヤング率を過小評価しコンクリートのtension stiffnessを無視し、さらに応力集中等の影響から、平均するとメタルの軟化現象が起きていると考えた。この計算結果が図-6の計算値2である。

5. おわりに

今回の研究で、ねじり耐荷力を向上させるには、パンチングメタルによる補強、しかも真円より長円が有効であることが分かった。またかぶりコンクリートのねじり力に対する効果は大きい、クラックが発生すると、その部分はねじりに対して有効ではないと考えられる。

(参考文献) 1) Frank J. Vecchio and Michael P. Collins: ACI STRUCTURAL JOURNAL, pp. 258~268, 1988 2) 玉井、島、岡村: 土木学会論文集、第378号, pp. 239~247, 1987

3) 青柳、山田: 土木学会論文報告集, No. 331, pp. 167~180 1983 4) 出雲、島、岡村: コンクリート工学, Vol. 25, No. 9, pp. 107~120, 1983 5) 二羽、檜貝、守屋: 土木学会論文集, No. 420, pp. 97~105, 1990

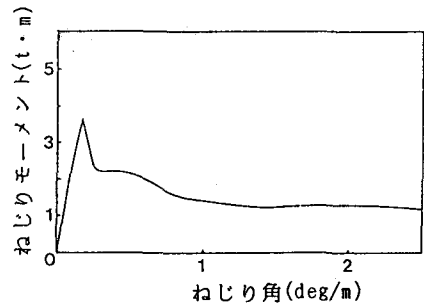


図-3 実験結果

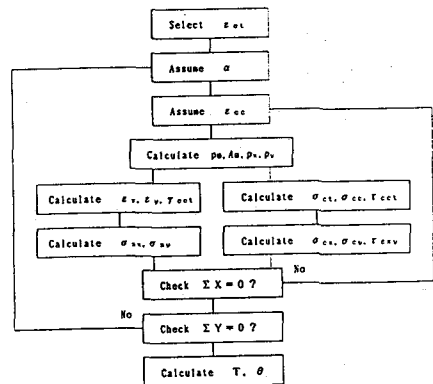


図-4 解析のフローチャート

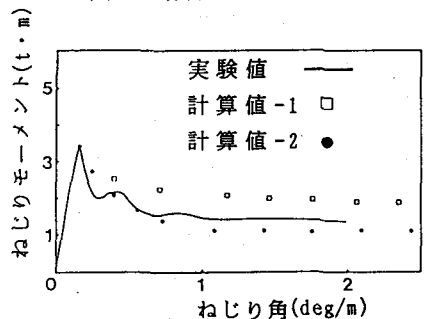


図-5 螺旋筋供試体の結果

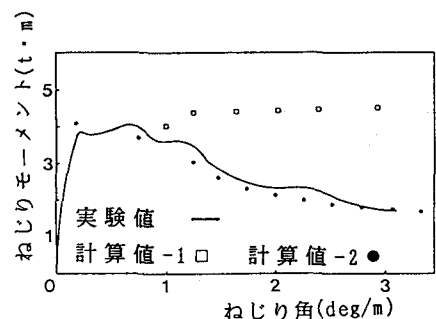


図-6 メタル供試体の結果