

NC継手を有する鉄筋コンクリート部材の 曲げ・曲げせん断挙動について

名古屋高速道路公社 鶴飼俊男
名古屋高速道路公社 鈴木教義
名城大学 正員 泉 満明

1. はじめに：最近の現場労務者の不足による人件費の高騰、熟練者の不足は安全で経済的なコンクリート構造物に問題を投げかけてきている。これらの解決の一つとして現場における作業の単純化が考えられる。ここでは現場作業の中で煩雑なものの一つである従来の鉄筋継手に対し単純な鉄筋継手構造を検討している。検討する単純な鉄筋継手構造とは、図1(a)に示す従来の鉄筋と鉄筋を鉄線で結束するものと異なり、図1(b)に示す鉄筋間を離しその間のコンクリートにより鉄筋の応力の伝達を間接的に行う鉄筋継手（NON-CONTACT継手、以下NC継手という）である。この継手では、鉄筋の鉄線による結束が省略でき、作業の単純化が計られ、さらに、配筋作業の省力化、鉄筋のブロック化による多くの利点があるものと推定される。

本報告は従来の鉄筋継手と、NC継手を主に実験により比較・検討した。なお、実験は載荷状態が曲げモーメントが支配的な場合と、せん断が支配的な場合の2種類を実施したが、ここでは前者についてのみ報告する。

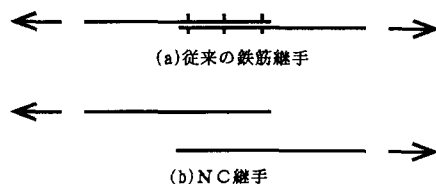


図1 鉄筋の継手

2. 実験供試体：供試体の形状寸法は、NC継手の鉄筋の間隔を将来の製作・施工性よりほぼ50mmとし通常のかぶりを取り幅を決定した。長さは重ね継手を30D（ここにDは異径鉄筋の公称直径）確保するとともに載荷位置などを考慮し決定し、高さはスパン比を1/10程度を目標とした。また、引張鉄筋量、圧縮鉄筋量およびスターラップは一般的な鉄筋コンクリート断面を想定し図2とした。測

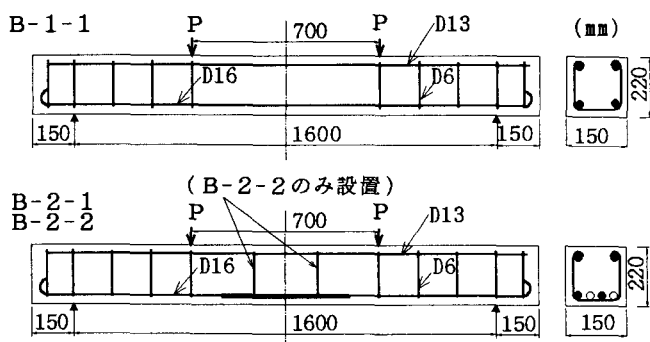


図2 供試体

定項目は載荷荷重、変位、鉄筋のひずみ、コンクリートの圧縮ひずみ、目視によるコンクリートのひび割れである。載荷方法は図2に示すように継手に影響を与えない位置に等しい単調増加荷重(P)を載荷した。

3. 実験結果及び考察：表1に使用材料、実験結果および計算値を、図3、図4に支間中央での鉄筋ひずみの比較を、NC継手部の鉄筋ひずみの比較をそれぞれ示す。

ひび割れ発生モーメント(M_c)の算定は、鉄筋の影響を無視しコンクリートの断面を完全弾性体と仮定し、弾性理論により行う。コンクリート部材の曲げ破壊モーメント(M_u)の算定は、補強鉄筋量が曲げ破壊モーメントに対して釣合鉄筋比以下のため、力の釣り合いのみによって導かれる以下の式によって算定する。

$$M_u = A_s \sigma_{sy} (d_s - \frac{1}{2} x_s)$$

ここに A_s ：引張鉄筋の断面積(cm^2)

σ_{sy} : 引張鉄筋の降伏点応力(kgf/cm²)

d_s : 断面の有効高さ(cm)

x_s : コンクリートの圧縮部の高さ(cm) = $A_s \sigma_{sy} / (\sigma_{ck} b)$

b : コンクリートの圧縮部の幅(cm)

σ_{ck} : コンクリートの圧縮強度(kgf/cm²)

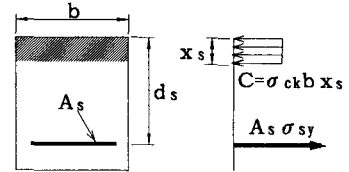


表1 供試体と実験結果

載荷形式	供試体名	継手形式	使用材料		実験結果 (tf) (A)		計算値 (tf) (B)		実験結果と計算値の比 (A/B)		破壊の特徴
			コンクリート	鉄筋 SD295A	ひび割れ発生	最大荷重	ひび割れ発生	最大荷重	ひび割れ発生	最大荷重	
曲げ	B-1-1	継手なし	$\sigma_{ck}=353$ kgf/cm ²	D16 $\sigma_{sy}=333$ N/mm ²	3.5	12.0	2.72	10.3	1.29	1.17	曲げ破壊
	B-2-1	NC継手	$\sigma_{ck}=33$ kgf/cm ²	D13 $\sigma_{sy}=347$ N/mm ²	3.5	12.5	2.72	10.3	1.29	1.21	曲げ破壊
	B-2-2		$E_c=2.94 \times 10^5$ kgf/cm ²	D6 $\sigma_{sy}=336$ N/mm ² $E_s=2.1 \times 10^6$ kgf/cm ²	3.5	13.1	2.72	10.3	1.29	1.27	曲げ破壊、NC鉄筋の端部のひび割れ拡大

注：B-2-2 継手区間にスターラップが設置

表1より継手なしのB-1-1、継手のみNC継手に変えたB-2-1ではひび割れ発生荷重、最大荷重とも今回の実験の範囲では有意な差はなく、ひび割れ状況も余り変わらなかった。しかし、継手部にスターラップを追加したB-2-2においては最大荷重が若干増大しており、スターラップの効果と推定できる。

支間中央でのひずみの比較を図3に示す。これによるとひび割れ発生前の数100 μ 付近でそれぞれの値が近いのは疑問が残るが、ひび割れが発生した後では同一載荷荷重に対しNC継手に発生している鉄筋のひずみは、継手なしの鉄筋のひずみの約 $\frac{1}{2}$ であり、十分な機能を発揮していることがわかる。また、この実験の範囲ではNC継手の囲りにスターラップ鉄筋を配置しても鉄筋のひずみに有意な差はないと言える。

つぎに、図4には最大荷重付近までのNC継手の鉄筋のひずみを、囲りのスターラップの無い場合と、有る場合を比較して示している。最大荷重付近では一部にひずみ測定が不可能であったため断定はできないが、ほぼ同じ挙動を示していることがわかる。それ以外の載荷状態では鉄筋のa点付近に有意な差が見られる。これは、スターラップ鉄筋のフープテンション効果が表れたものと推定できる。

4. 結論

(1) D16を引張鉄筋に用いた部材が静的載荷による純曲げモーメントを受けた場合、直径の30倍の重ね長さのNC継手を有するものと継手のないものは、今回の実験の範囲ではほぼ同一の挙動を示す。

(2) NC継手の区間にスターラップを配置することは、継手強度を高め、部材の曲げ挙動が改善できると思われる。

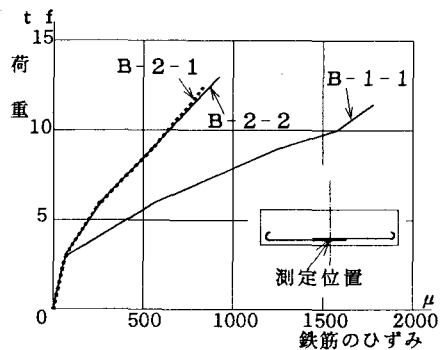


図3 鉄筋のひずみ(支間中央)

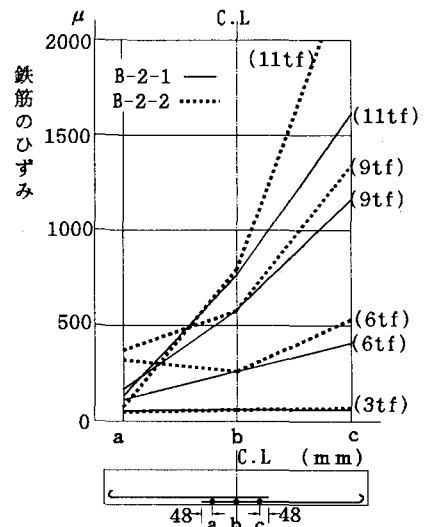


図4 鉄筋継手部の応力分布(平均値)