

(25) NC (Non-Contact) 継手を有するJIS桁の曲げ・せん断強度

名城大学 理工学部 正会員 泉 満明
 (株)日本ピーエス 技術部 正会員 ○油野 博幸
 (株)日本ピーエス 技術管理部 正会員 濱岡 弘二
 (株)日本ピーエス 技術部 杉山 哲也

1. 概要

最近、現場労働者の不足による人件費の高騰、熟練者の不足の問題があり、これらの問題を解決し経済的かつ安全な構造物を建設するために鉄筋継手の作業を単純化したNC (Non-Contact) 継手を提案する。

通常の継手(重ね継手)は鉄筋と鉄筋を結束するものであるが、今回提案するNC継手は、鉄筋と鉄筋を結束しないで間隔をあけて配置し、鉄筋応力をコンクリートを介して伝達を行うものである。この種の継手は我が国の設計基準類では一般的に鉄筋継手として認められていないが、外国では、これらの研究が進められており、それらの報告によるとNC継手と通常の継手では同等の挙動を示すものとされ、実際の構造物にも適用されている。

コンクリート構造物の施工の急速化、経済化として想定されるものには、鉄筋コンクリートのプレキャスト化や鉄筋そのもののプレハブ化であり、それらにNC継手を採用することにより施工過程をロボット化することができる。つまりプレキャスト部分あるいはプレハブ鉄筋を工場でブロックに組立て、鉄筋の一本ごとの配置と鉄線による結束を省略することができ、作業の省略化、工期の短縮、施工上での安全面など多くの利点がある。

今回の研究は、PC-JIS桁とそれにNC継手を採用した桁(NC継手桁)について、曲げおよび曲げせん断の破壊試験を行い、それらの挙動を調べ、比較検討を行ったものである。

2. 供試体の製作

今回の試験に使用した供試体の概略を表-1

表-1 供試体の概要

図-1、図-2に示す。

供試体	載荷方法	個数	支間(mm)	載荷位置の鉄筋間隔(mm)
JIS桁	曲げ	1	13,000	200
NC桁		1	13,000	100 上200下200交互配置
JIS桁	曲げせん断	1	6,320	100
NC桁		1	6,320	50 上100下100交互配置

尚、供試体の製作条件は下記の通りとした。

- (1) 試験対象桁 PC桁 BS13
(JIS A5313)
- (2) 設計基準強度 $\sigma_{ck} = 500\text{kgf/cm}^2$
(49.1N/mm^2)
- (3) 使用鉄筋 SD295 (D10)

また、試験時のコンクリートの諸性状は下記の通りであった。

- (1) 圧縮強度 $\sigma_{17} = 588\text{kgf/cm}^2$
(57.7N/mm^2)
- (2) 弾性係数 $E_c = 3.7 \times 10^5 \text{kgf/cm}^2$
($3.63 \times 10^4 \text{N/mm}^2$)

尚、試験桁は支間1.3mのスラブ橋用であるが曲げせん断試験では半長の6.32mで行った。

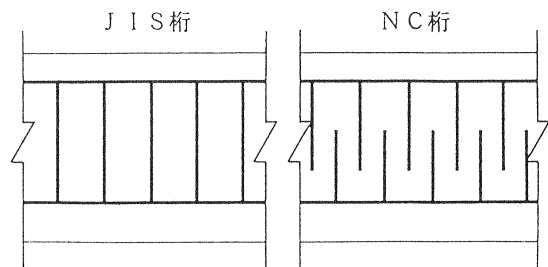


図-1 桁側面図(スターラップ配置図)

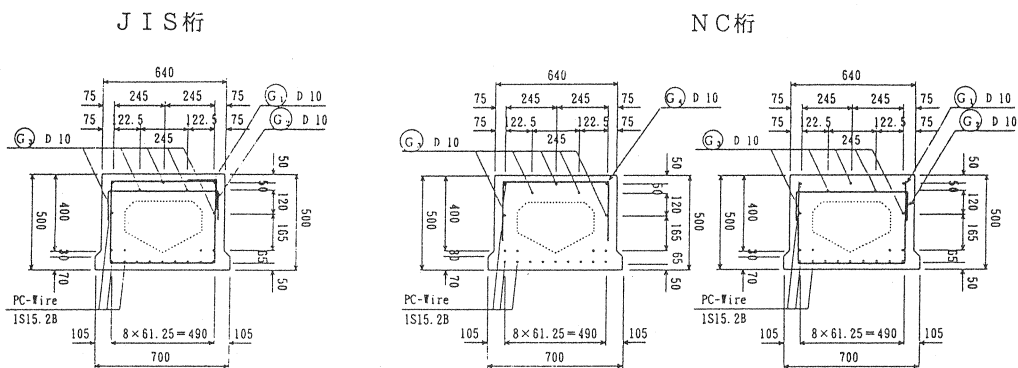


図-2 桁断面図

3. 試験方法

荷重試験方法を図-3、図-4に示す。

測定項目は荷重荷重、桁、たわみ、鉄筋およびコンクリートのひずみ、目視による桁のひびわれである。

荷重方法は曲げ試験については2点荷重、曲げせん断試験については1点荷重で行い、ひびわれ前後に分割して、各々単調増加荷重方式とした。

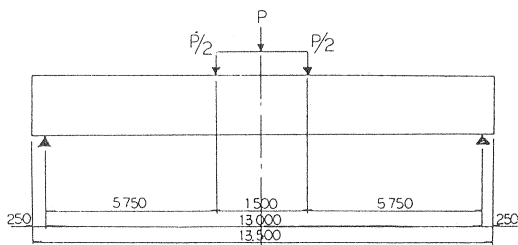


図-3 曲げ破壊試験

4. 実験結果

1) 曲げ破壊試験

JIS桁とNC継手桁の実験値・計算値比較を表-2に示す。ひびわれ発生荷重、破壊荷重ともに、計算値よりも実験値の方が大きい値を示し、実験値を比較するとJIS桁とNC継手桁に大きな差はなかった。ひびわれの状況は、JIS桁・NC継手桁ともに引張側にひびわれが生じた。またJIS桁・NC継手桁の破壊はともに上縁の圧縮破壊であった。

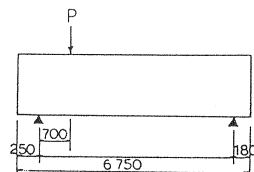


図-4 曲げせん断破壊試験

表-2 実験値と計算値の比較

曲げ試験

供試体	計算値		実験値		実験値/計算値	
	NC桁	JIS桁	NC桁	JIS桁	NC桁	JIS桁
ひびわれ荷重	14.9	14.9	17.0	18.0	1.14	1.21
破壊荷重	35.1	35.1	37.2	36.0	1.06	1.03

荷重と桁のたわみ、荷重とコンクリート上縁圧縮ひずみの関係を図-5・図-6に示す。JIS桁とNC継手桁のひびわれ発生荷重時と破壊荷重時の桁の支間中央におけるたわみは、それぞれ37.0mmと35.0mm、192.0mmと191.0mmでほぼ同じであり、圧縮ひずみもほぼ同様の軌跡をたどった。

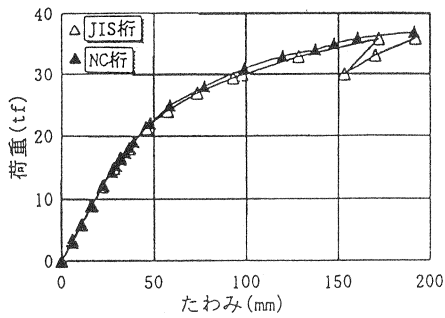


図-5 支間中央部たわみ

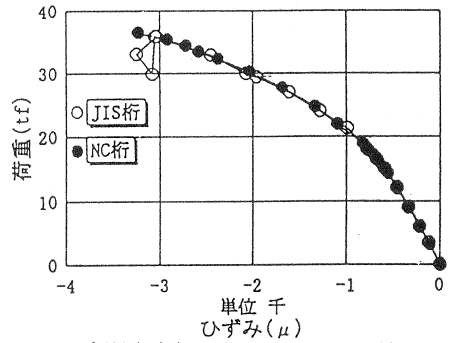


図-6 支間中央部コンクリートの圧縮ひずみ

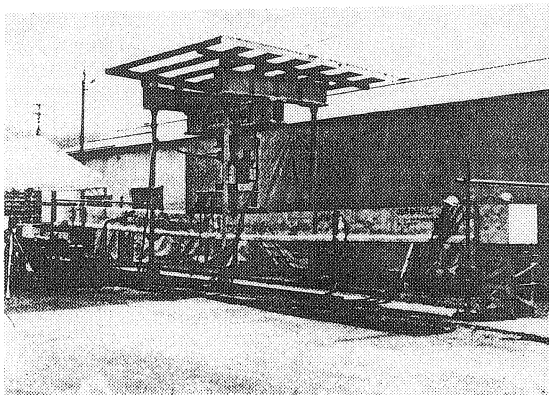


写真-1 曲げ破壊試験全景

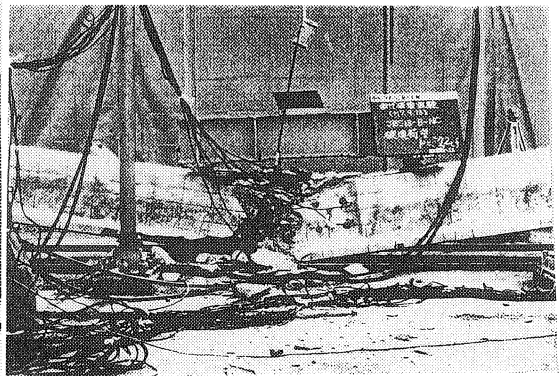


写真-2 NC継手桁曲げ破壊状況

2) 曲げせん断試験

ひびわれ発生荷重はJIS桁が70 tonf、NC継手桁が65 tonfと10%程度の違いがあったが、破壊荷重はともに約90 tonfで同様の結果であった。

表-3 曲げせん断試験 実験値と計算値の比較

曲げせん断試験

供試体		計算値		実験値		実験値/計算値		
		NC桁	JIS桁	NC桁	JIS桁	NC桁	JIS桁	
		S=5cm	S=10cm	S=5cm	S=10cm	S=5cm	S=10cm	
ひびわれ荷重	b=24cm	53.8	53.8	65.0	70.0	1.21	1.30	
	b=64cm	122.2	122.2			0.53	0.57	
破壊荷重	ケース1	b=24cm	118.3	90.5	90.0	0.77	1.05	
		b=64cm	200.7			143.8	0.45	0.63
	ケース2	b=24cm	118.3			86.1	0.77	1.05
		b=64cm	200.0			143.2	0.45	0.63
	ケース3	b=24cm	80.9			80.9	1.12	1.11
		b=64cm	215.7			215.7	0.42	0.42
	ケース4	b=24cm	100.1			100.1	0.90	0.90
		b=64cm	266.9			266.9	0.34	0.34

ケース1 : 塑性理論

ケース2 : 斜材角度が変化するトラスモデル

ケース3 : 平均せん断耐力

ケース4 : 斜め圧縮破壊耐力

S : スターラップのピッチ

b : ウェブ厚

J I S桁とNC継手桁のそれぞれについて、塑性理論・トラスモデル・平均せん断耐力・斜め圧縮破壊耐力から破壊荷重を算定し、実験値と比較したものを表-3に示す。理論式の算定にはJ I S桁、NC継手桁のスターラップ間隔をそれぞれ10.0cm、5.0cmとにおいて計算したためJ I S桁よりNC継手桁の方が破壊荷重は大きく出ているが実際にはほぼ同じ荷重で破壊している。さらにウェブ厚についても24.0cmと、桁幅である64.0cmの2種類で算定している。これらの結果を比率で表して比較検討してみるとNC継手もJ I S桁と同じスターラップ間隔と考えて計算した方が良く、さらに実際のウェブ厚である24.0cmで行うのがよりいい精度が得られる。

また、荷重点部の桁のたわみおよび鉄筋ひずみを図-7図-8に示すが、大きな差はなく、J I S桁も、NC継手桁もほぼ同じ挙動を示すと考えられる。

5. まとめ

今回行った試験により次のことが明らかとなった。

1) NC継手を使用した桁もJ I S桁も曲げと曲げせん断ともにひびわれ荷重および破壊荷重については差がなくひびわれから破壊にかけての力学的挙動はほとんど同じであった。

2) 曲げせん断の場合、NC継手を用いるときの鉄筋量を、J I S桁の2倍として計算を行ったが、実用上は同量と仮定してもよいと考えられる。

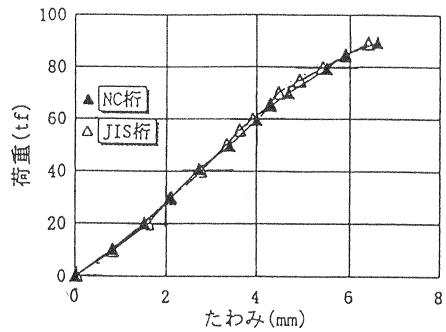


図-7 荷重点部のたわみ

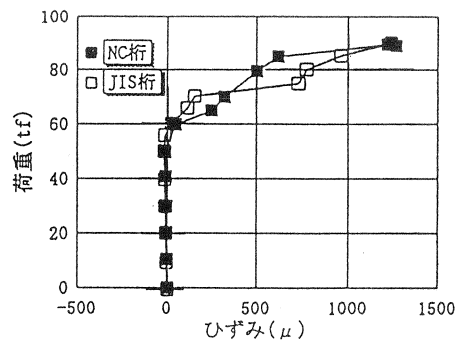


図-8 荷重点部の鉄筋ひずみ

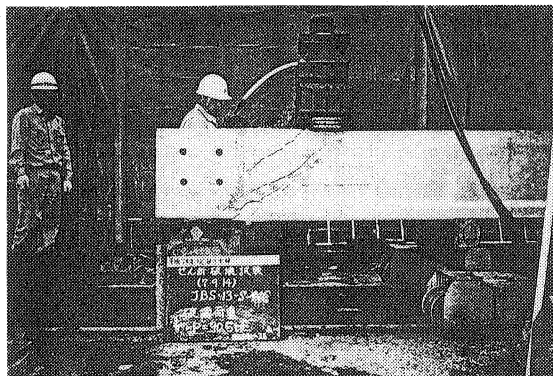


写真-3 NC継手桁の曲げせん断破壊状況

参考文献

- 1) 泉 満明・近藤 明雅：橋梁工学，コロナ社1995年10月 p154,155、p172,173
- 2) コンクリート標準示方書（平成3年度版）設計編 土木学会 p56~p63
- 3) 小坂義夫、森田司郎：鉄筋コンクリート，丸善株式会社1975年10月 p249~p253
- 4) T. I. Campbell, L. Chitnuyanondh and B. deV. Batchelor: Rigid-plastic theory V. truss analogy method for calculating the shear strength of reinforced concrete beams. (magazine of concrete research: Vol.32, No.10: March 1980)
- 5) 岡田清：コンクリート工学ハンドブック、朝倉書店 p1403