

コンクリート打継部の曲げ強度の寸法効果

岐阜大学 学生員 ○西田好彦 深石裕紀 国枝 稔
岐阜大学 正会員 栗原哲彦 鎌田敏郎 六郷恵哲

1. はじめに

コンクリート構造物の大型化に伴い、構造上および施工上の理由から打継部が設けられる。打継部の挙動が部材全体の挙動を支配する場合があります、その挙動を把握することは重要である。一方、コンクリート部材の強度は、寸法の増大に伴って見かけの強度が低下する寸法効果が存在し、構造物の安全性を検討する上で重要である。本研究では、はり高さの異なる供試体を用い、実験および解析により打継部の曲げ強度の寸法効果について検討する。また、曲げ強度に及ぼす打設ならびに載荷方向の影響についても検討する。

2. 実験および解析概要

普通コンクリートを用い、はり高さが 10, 20, 40cm と異なるはり供試体を表-1 に示すように作製した。コンクリートの配合と強度試験結果を表-2 に示す。供試体中央の打継部には、供試体の破断が打継部で生じるように、あらかじめはり高さの 1/3 の切欠きを設けた。打継部の表面処理方法には遅延剤シートを用い、洗出しを行った。また、図-1 に示すように載荷方向と打設方向を一致させたもの (T シリーズ: T10, T20, T40) と打設方向に直角に載荷したもの (Y シリーズ: Y10, Y20, Y40) の 2 種類の載荷を行った。載荷方法は 4 点曲げ載荷とし、荷重および供試体下面の切欠き口の開口変位 (以下、CMOD) を計測した。供試体中央に仮想ひび割れモデルを組み込んだ多直線近似解析法を用い、実験で得られた荷重-CMOD 曲線の平均曲線により引張軟化曲線を推定した。

3. 実験および解析結果

表-3 に実験により得られた曲げ強度を、図-2 にはり高さと曲げ強度との関係を示す。はり高さ 10cm の T10 シリーズにおいて、最大曲げ荷重に比較的大きなバラツキが認められた。しかし、そのバラツキを考慮しても、T、Y シリーズいずれにおいても図-2 に示すようにはり高さの増大に伴い曲げ強度が低下するいわゆる寸法効果が認められた。また、T、Y シリーズの同じはり高さにおける曲げ強度を比較すると、はり高さ 10 および 20cm においては、曲げ強度に大きな差は認められないが、はり高さ 40cm においては、T40 の曲げ強度の方が Y40 より大きくなり、はり高さが大きい場合に打設方向の影響が現れる結果となった。図-3 に得られた引張軟化曲線の比較を示す。ひび割れ幅の小さい領域において、T40 シリーズの引張軟化曲線は若干応力が高く、Y40 シリーズの引張軟化曲線は応力が低くなった。特に Y40 シリーズにおいては、引張軟化曲線初期においても低い応力レベルとなっ

表-1 打継部を有するはり供試体

シリーズ名	コンクリート旧&新	打継面方向	供試体寸法 (cm)	
			幅×高さ×長さ	[スパン]
T10	① & ②	鉛直	10×10×40	[25]
T20	① & ②	鉛直	10×20×120	[50]
T40	① & ②	鉛直	10×40×120	[100]
Y10	① & ②	鉛直	10×10×40	[25]
Y20	① & ②	鉛直	10×20×120	[50]
Y40	① & ②	鉛直	10×40×120	[100]

表-2 コンクリートの配合と強度試験結果

配合番号	単位量 (kg/m ³)					強度 (MPa)			弾性係数 (MPa)
	W	C	S	G	Ad.*1	圧縮	引張	曲げ	
①	171	338	781	1014	1.009	48.0	3.05	5.06	3.20×10 ⁴
②	171	339	782	1023	1.018	50.5	3.11	4.94	3.19×10 ⁴

*1: AE 剤

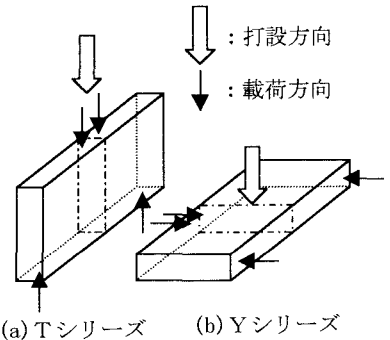


図-1 供試体の打設方向と載荷方向

表-3 曲げ強度

はり高さ (cm)	曲げ強度 (MPa)		
	実測		解析*1
	Tシリーズ	Yシリーズ	
10	3.26	3.34	3.12
20	2.47	2.56	2.51
40	2.28	1.60	1.90
100	-	-	1.25
200	-	-	0.740

*1: 図-4 に示す引張軟化曲線を使用

ており、ひび割れ抵抗性に関してはやや劣る結果となった。それ以外のシリーズにおいては、引張軟化曲線の形状に大きな差は認められなかった。これにより、はり高さ 20cm 以下であれば、打設方向に関係なく同一の引張軟化曲線が得られるが、はり高さが 40cm になると、引張軟化曲線の形状に打設方向の影響が現れることが明らかとなった。

各シリーズの引張軟化曲線を同一のものと

考え、単純に平均したものを図-4 に示す。この引張軟化曲線を用い、それぞれ異なる供試体寸法の荷重-CMOD 曲線を解析した。解析の対象としたはり供試体は、はり高さの 1/3 の切欠きを設けたものおよび切欠きがないものとした。はり高さが大きい場合は、はり高さの増大に比例してスパンも増大させた。解析に用いた弾性係数には実験で得られた値を用いた。解析により得られた荷重-CMOD 曲線の最大曲げ荷重から算出した曲げ強度とはり高さとの関係を図-5 に、曲げ強度を表-3 に示す。はり高さ 20cm 以下においては、曲げ強度の実験値と解析結果は良好な対応をしている。はり高さ 40cm では、解析結果は T40 および Y40 シリーズの計測結果のほぼ中間に位置する結果となった。はり高さを 100cm および 200cm とした場合、曲げ強度は、それぞれはり高さ 10cm の 40%, 24% となり、曲げ強度の寸法効果が明確に現れている。また、図-5 からわかるように、解析の対象を切欠きのないはり供試体とした場合(□)、強度低下の勾配は、両対数グラフ上でほぼ直線(はり高さの 1/3)となった。切り欠きがある場合と切欠きがない場合を比較すると、はり高さを 100cm および 200cm とした場合、曲げ強度は、切欠きがない場合の 50%, 34% となった。

以上より、引張軟化曲線が推定されれば、実際には実験が不可能な供試体寸法においても、曲げ強度や荷重-変位関係を推定することができ、破壊挙動の事前予測の上で非常に有効であることが分かった。

4. まとめ

打継部の曲げ強度の寸法効果について、実験および解析により検討した結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 打継部の曲げ強度においても通常の普通コンクリートと同様に強度の寸法効果が存在することが明らかとなった。
- (2) 引張軟化曲線においても曲げ強度同様、はり高さ 20cm 以下であれば、打設方向に関係なく同一の引張軟化曲線が得られたが、はり高さ 40cm において、打設方向の影響が現れた。
- (3) 引張軟化曲線が推定されれば、実際に実験を行っていない供試体においても、強度や荷重-変位関係の推定が可能であることを示し、引張軟化曲線を推定することの有効性を示した。

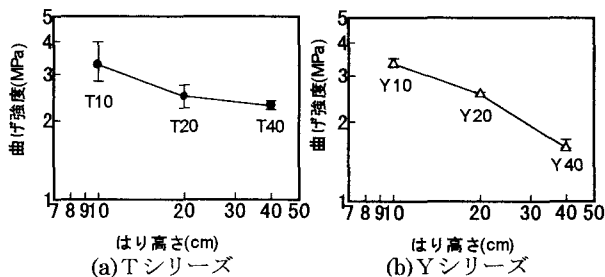


図-2 曲げ強度とはり高さとの関係 (実験)

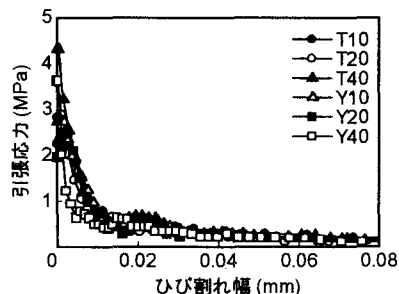


図-3 引張軟化曲線の比較

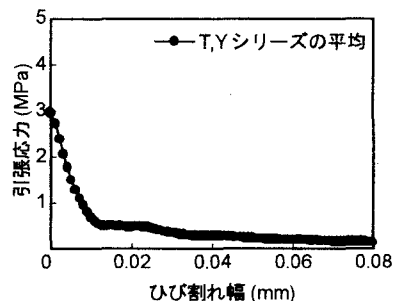


図-4 平均した引張軟化曲線

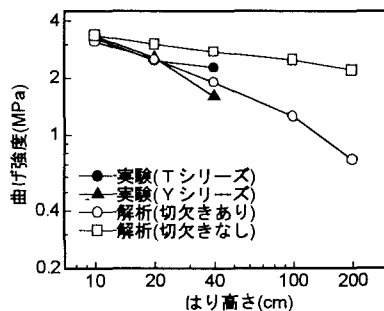


図-5 曲げ強度とはり高さとの関係 (解析)