

コンクリートの円形断面による曲げ強度試験について

愛知工業大学

正員・森野 奎二

学員 西野 昭

1. まえがき

筆者らはコンクリートの円形断面による曲げ強度試験を行なってきたが^{1),2)}、試験条件の多様性と試験値のバラツキのために、容易にJISの方法に対する補正係数を決定することができないでいる。

今回の試験結果は、バッチ内外でバラツキが大きく、また前回とは異なる結果が得られるなど、曲げ強度試験の難かしさが感じられた。曲げ試験に限らずとも、一般にコンクリートの強度は使用材料、成形方法、養生方法および試験方法等の微妙な変動によって簡単に変化し、また、いずれの一方法の誤差によってもばらつき、あるいはまた、充分に注意した場合においてもバラツキを無くすことは出来なく、コンクリート自体がバラツキを持ったものである。最終的には統計処理によって補正係数を求めることになるが、目下のところ実験シリーズごとに平均値が異なっており、実験を行なうごとに更に多数のデータが必要となる状況である。

2. 実験の概要

使用材料および曲げ強度試験方法(供試体寸法、載荷方法等)は前回と同様である。今回の実験は大きく分けて二つの実験からなる。第1の実験は、載荷装置選択の問題、供試体寸法の影響、あるいは載荷方法(スパンなど)の影響等基本的な問題点を取扱ったものである。第2の実験は、円形断面による曲げ強度とJISの方法による曲げ強度を、いろいろな配合で求めて比較したものである。この供試体は多人数の学生実験で作成したので、成形時の誤差が大きく入ったものである。

3. 実験結果および考察

円柱供試体による曲げ試験をJISの方法に出来るだけ近づけて行なうには、供試体の径と同じ曲率半径を持った載荷装置が必要となるが、この半円形の

装置をそれぞれの径に合わせて作るとは不経済である。特に、コア供試体には側面に凹凸がある場合が多いので、全断面を密着させることは難しい。このようなときには、V字型あるいは棒状の装置の方が載荷位置がはっきりする。棒状による載荷ではJISの装置が利用でき都合である。4種の載荷装置による強度比較を表-1に示したが、いずれの装置によっても強度差はないようである。ただし、供試体の端部と支点との距離を次のように離しておく必要がある。

全面載荷(半円形)：端部を全く残さなくても支点破壊しない。

V型載荷(90°, 120°)：端部を1cm以上残さないと支点破壊する。

棒状載荷(180°)：端部を2cm以上残さないと支点破壊する。

次に、いろいろな供試体に対する強度を求め表-2

表-1 各種曲げ載荷装置の比較(円柱供試体)

断面寸法	載荷装置 載荷方法	全面 	90° 	120° 	180° 
三等分点荷重	15	100 3.8	—	99 8.7	103 2.1
	45	100 1.8	96 9.4	—	104 7.7
	15	100 3.1	98 3.8	104 7.5	99 3.4
	45	100 3.2	106 1.9	105 7.1	105 3.8
中央集中荷重	10	100 10.3	102 5.4	106 4.8	91 5.5
	30	100 1.9	100 7.8	105 1.1	—
	18	100 6.8	102 7.0	105 4.5	支点破壊
	7.5	100 5.7	100 7.1	101 6.3	—
平均	5	100 3.1	103 12.8	94 11.7	94 13.5
	比率 変動係数	100 4.1	101 6.9	102 6.5	99 6.0

に示した。実際に円柱供試体で曲
げ試験の必要が生じるのは、既設

コンクリートから採取されたコア
供試体の場合と思われるが、コア
の寸法は採取状態によって、長さ
および径が様々である。概して長
いコアは得られ難い。短かい供試
体では中央集中載荷によって強度
を求めることになる。円形断面で
の曲げ試験では弱い個所の影響を
強く受けるので、荷重点の最大モ
ーメントの所で破壊するよりは、
多少ずれた所で破壊する場合が多
い。ずれによるモーメントの補正
を行なうと最大値から約10%程度
小さくなった。なお表-2の結果は
15cm供試体の値が特に高く、一般
的な寸法の関係とは逆になっている。

表-2 供試体寸法とスパンおよび載荷方法の相違による強度比較

各強度	スパン (mm)	曲 げ 強 度 (kg/cm ²)						引 張 強 度 (kg/cm ²)					
		中央集中載荷			三等分点載荷			中央集中載荷			三等分点載荷		
		最大値	補正値	係数	最大値	補正値	係数	最大値	補正値	係数	最大値	補正値	係数
モ ル タ	φ 5	8	68.5 5 7.2 104	61.6 5 16.1 93	0.90	15	53.9 5 11.3 82	72.4 5 6.2 110	66.0 5 6.6 100	0.91	134	122	0.91
	φ 7.5	13	73.8 5 5.5 112	64.3 5 4.9 97	0.87	225	—	64.4 3 2.6 97	55.4 3 3.0 84	0.86	—	—	—
	φ 10	18	73.4 5 8.3 111	66.2 5 7.4 100	0.90	30	68.5 5 4.0 104	69.0 5 6.4 104	62.5 5 4.5 95	0.91	101	0.91	20.8 5 26.9
	φ 15	27	86.8 4 7.1 131	79.0 4 7.4 120	0.91	45	69.5 3 3.9 105	—	—	—	—	—	31.5 3 5.4
JIS 15×15							66.1 5 12.2						
コ ン ク リ ー ト	φ 5	8	64.0 6 7.2 117	60.2 6 6.9 110	0.94	15	52.1 5 20.7 95	67.3 5 4.7 123	55.8 5 13.6 102	0.83	129	107	25.3 5 13.7
	φ 7.5	13	65.6 6 13.3 119	58.6 6 10.9 107	0.89	225	57.2 5 5.8 104	—	—	—	—	—	20.3 4 14.8
	φ 10	18	60.0 5 9.2 109	58.6 5 8.0 107	0.98	30	51.8 5 3.7 94	64.3 4 9.4 117	61.3 4 8.1 112	0.95	124	118	24.9 5 10.3
	φ 15	27	64.6 7 6.6 118	58.2 7 8.2 106	0.90	45	50.6 3 6.1 92	57.4 3 2.4 105	55.2 3 1.7 101	0.96	113	109	27.1 6 12.9
JIS 15×15							54.9 5 12.2						
平均値			115	105	0.91		97	109	99	0.90	120	109	149

曲げ試験を行なった後の折片(

上段:平均強度 中段:供試体数 下段:変動係数 最下段:JISに対する強度比

規格に定められているより短かい折片)を再び利用して曲げ
試験を行なった(表-3)。多少強度低下する傾向が認められる。

第2の実験結果を表-4に示した。この供試体作成は各配
合ごとに作成者グループが異なり、また、1グループ6~7人
からなっているので、供試体作成誤差は最大級のものと思わ
れる。従って、やはりバラツキが大きい。曲げ強度と圧縮、
引張強度との関係をみても、著しい変動があり、一般的に言
われている比率より遙かに大きな比を示すもの、小さい比を
示すもの等がある。曲げ強度の比は、正方形と円形で1対1.05
となり、平均値でみる限り、円形断面の値が大となることを
示している。

まとめ

曲げ強度試験において個々の場合には、円形断面の値が小
となることはあるが、総合的に判断すると、正方形断面より
は円形断面の値が大きくなるようである。

1) 森野・白木:土木学会中部支部研究発表会 昭和50年度

2) 森野・西野:土木学会全国大会 昭和51年度

表-3 曲げ強度試験を行なった後の折片による強度試験

各強度	スパン (mm)	モ ル タ ル			コ ン ク リ ー ト		
		曲 げ 強 度 (kg/cm ²)			曲 げ 強 度 (kg/cm ²)		
		最大値	補正値	係数	最大値	補正値	係数
φ 7.5	13	63.2 6 10.3 86	55.5 6 11.4 86	0.88	57.6 6 6.3 88	54.8 6 8.3 94	0.95
φ 10	18	63.7 6 8.2 87	60.6 6 8.6 92	0.95	63.8 6 7.1 106	55.1 6 6.5 94	0.86

最下段:表-2の強度に対する折片供試体の強度比

表-4 円柱供試体とJIS供試体との比較

番号	曲げ強度 (kg/cm ²)	強度比	引張強度 (kg/cm ²)	圧縮強度 (kg/cm ²)	引張強度比	圧縮強度比
JIS φ10×40						
1	44.7	38.9	0.87	18.2	208	1.5
2	37.8	48.7	1.29	23.7	246	1.6
3	33.1	37.0	1.12	18.4	162	1.8
4	58.4	50.0	0.86	24.7	233	2.4
5	30.6	38.2	1.25	16.1	115	1.9
6	40.9	44.5	1.09	23.4	224	1.7
7	39.2	36.6	0.93	21.1	151	1.9
8	50.2	55.1	1.10	29.8	321	1.7
9	40.0	47.3	1.18	22.4	257	1.8
10	42.9	43.3	1.01	14.1	204	3.0
11	45.1	44.5	0.99	15.4	258	2.9
12	45.8	40.1	0.87	16.0	198	2.9
平均		105		平均	22	103

φ10×40 (mm): 30mmスパンの三等分点載荷