

鉄筋コンクリート柱部材の靱性に及ぼす軸方向力の影響

徳島大学大学院 学生会員 ○吉岡 靖司
高知工科大学 正会員 島 弘

1. はじめに

兵庫県南部地震では、高い軸方向力を受ける地下鉄の中柱が多くせん断破壊した。高い軸方向力が作用する場合の部材の耐震設計を行うためには、その変形性能を評価することが重要である。そのための簡易的な設計手法のひとつとして、軸方向力を考慮した靱性評価式を用いることが考えられる。本研究では、靱性に及ぼす要因の中で軸方向力に着目し、鉄筋コンクリート柱部材の変形性能に対する土木学会コンクリート標準示方書〔耐震設計編〕¹⁾で提案されている式を用いて、鉄筋コンクリート柱部材の靱性に及ぼす軸方向力の影響を検討した。

2. 既往の研究

既往の靱性率評価式として、町田ら²⁾、石橋ら³⁾、檜貝ら⁴⁾があるが、いずれの評価式も軸方向力 h_a を考慮に入れていない。兵庫県南部地震の後に改訂された土木学会コンクリート標準示方書〔耐震設計編〕では、軸方向力を軸力比の形で考慮に入れているが、その基となった実験データは軸力比が0.53以下であり、高い軸力比への適用性を確認する必要がある。

3. 研究方法

3.1 手段

靱性に及ぼす軸方向力の影響を調べるために、既往の実験データとして、谷ら⁵⁾、矢代ら⁶⁾、荒川ら⁷⁾、六車ら⁸⁾の実験結果を用いて検討を行った。鉄筋コンクリート部材の変形性能を定量的に表す指標として、靱性率すなわち降伏変位に対する終局変位の比を採用した。

3.2 靱性率の定義

靱性率で評価する場合、各研究者によってその定義が異なり、そのままでは統一的でないために、コンクリート標準示方書〔耐震設計編〕の定義を用いて靱性率を計算し直した。ここで、靱性率を求める場合、降伏変位 (δ_y) は、降伏荷重に対応する変位とし、降伏荷重は鉄筋に発生している張力の合力位置の鉄筋が降伏するときの荷重である。終局変位 (δ_u) は荷重-変位曲線の包絡線において荷重が降伏点荷重を下まわらない時の最大の変位である。

3.3 諸要因の正規化

検討を行う際に、靱性に及ぼす要因が供試体ごとに異なっていたため、その影響を正規化するのに土木学会コンクリート標準示方書〔耐震設計編〕で提案されている軸方向力が作用しない場合の靱性率の計算値(μ_0)を用いた。

$$\mu_0 = 12((0.5 V_c + V_s) / V_{mu}) - 3$$

ここで、 V_c : コンクリートの負担するせん断力

V_s : せん断補強筋の負担するせん断力

V_{mu} : 部材の曲げ耐力

本研究においても、軸方向力を軸力比(σ_d / σ_b : 作用軸方向応力に対する釣り合い破壊時の軸方向応力の比)という形に着目して検討を行う。

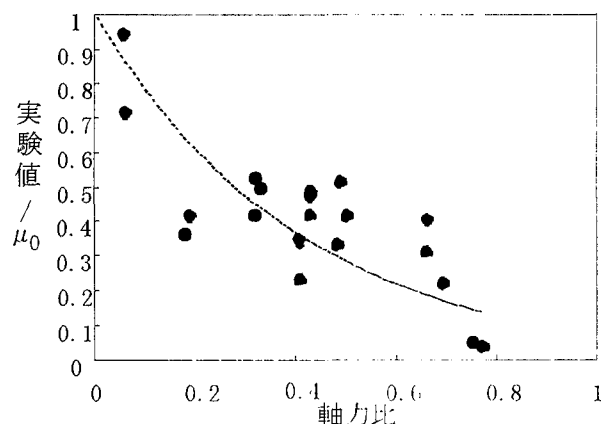


図-2 実験値/ μ_0 と軸力比との関係

表一1 供試体データ

文献	供試体名	鉄筋比	帯鉄筋比	耐力(tf)				作用軸力 (kg/cm ²)	圧縮強度 f'c	耐力比 μ_0	設計値	実験値	鈎合破壊 (kg/cm ²)
		Pt	Pw	Vmu	Vc	Vs	Vsu						
5	04-6	0.56	0.4	5.79	2.99	3.7	6.69	53	315.8	7.77	3.70	4.62	162
	04-4	0.56	0.4	6.65	3.08	4.25	7.33	78	310.7	7.45	2.87	4.44	160
	04-3	0.56	0.4	7.76	3.29	4.96	8.25	112	334.9	7.21	2.08	3.33	170
	06-6	0.56	0.6	5.81	3	5.57	8.57	53	319	11.60	5.44	6.33	163
	06-4	0.56	0.6	6.93	3.29	6.64	9.93	87	346.3	11.35	4.12	5.13	174
	06-3	0.56	0.6	7.87	3.33	7.55	10.88	115	345.7	11.05	2.94	3.73	174
	12-6	0.56	1.2	5.74	2.95	11.01	13.96	51	306.6	23.10	10.64	10.13	158
	12-4	0.56	1.2	6.52	3.01	12.5	15.51	74	294.1	22.78	8.16	7.85	153
	12-3	0.56	1.2	8.61	3.62	16.51	20.13	139	417.6	22.53	5.19	5.27	203
3	3-2	0.48	0	12.24	9.85	0	9.85	5	244	1.83	1.19	2.77	85
	3-3	0.48	0.14	12.18	9.8	5.06	14.86	5	240	6.81	4.31	7.3	84
6	B0.85-15	0.96	0.85	20.51	6.12	9.88	16	24	296.2	4.57	2.60	1.69	127
	B1.28-15	0.96	1.28	20.45	6.27	14.84	21.11	24	317.8	7.55	4.26	2.86	135
7	101	0.342	1.185	11.97	4.18	48.52	52.7	70	223	47.74	8.37	2.7	93
	107	0.342	1.185	11.95	4.17	49.27	53.44	70	220	48.57	7.99	2.1	91
8	KS2-5R	1.07	0.45	12.36	6.91	9.46	16.37	62.48	344	9.54	4.03	2	152.6
	KS2-7.5R	1.07	0.3	12.36	6.91	6.3	13.21	62.48	344	6.47	2.82	2.03	152.6
	2NB-10R	1.07	0.22	9.2	5.35	5.05	10.4	50.8	267	7.08	2.96	3.15	117
	2NB-7.5R	1.07	0.3	9.2	5.35	6.77	12.12	50.8	267	9.32	3.80	4.55	117
	2NB-5R	1.07	0.45	9.2	5.35	10.15	15.5	50.8	267	13.73	5.47	6.3	117

4. 研究結果および考察

4.1 軸力比と靱性率の関係

各供試体データの計算値を表一1に記す。図一2は、既往の実験の靱性率を土木学会の式(μ_0)で割った値と軸力比との関係を示したものである。その結果、軸力比が高くなるにつれて、実験値/ μ_0 の値が小さくなっており、靱性率を評価するには、軸方向力の影響を考慮に入れる必要がある。

4.2 評価式の適用

図一3は、既往の実験の靱性率を軸力を考慮した土木学会コンクリート標準示方書〔耐震設計編〕の設計値

$$\mu = \mu_0 + (1 - \mu_0) + (\sigma_0 / \sigma_b)$$

で除したの値と軸力比の関係を示したものである。その結果、軸力比が変わっても実験値/設計値の値が1を中心にして散らばっていることが分かる。ばらつきの原因として設計値を算出する際に用いる軸方向力が作用していない場合の設計値(μ_0)自体にばらつきが有ることを考慮に入れると、軸力比が0.8程度までの高い場合でも土木学会が提案している靱性率評価式は適用できると思われる。

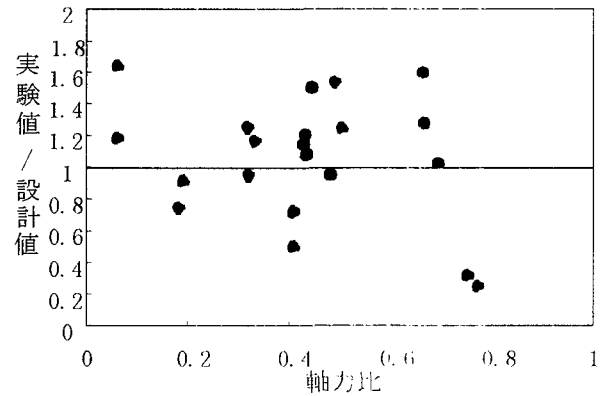


図-3 土木学会式の適用性

5. まとめ

靱性に及ぼす軸方向力の影響は軸力比に直線関係であるとした土木学会が提示している靱性率評価式は、軸力比が高い範囲でも適用できると思われる。

【参考文献】

- 1)土木学会：コンクリート技術シリーズ No.12 「阪神淡路大震災被害分析と靱性率評価式」
- 2)町田 篤彦：鉄筋コンクリート部材の塑性変形能定量化に関する研究，土木学会論文集第378号，1987，
- 3)石橋 忠良：鉄筋コンクリート橋脚の地震時変形能力に関する研究，土木学会論文集第390号，1988，
- 4)檜貝 勇：曲げ降伏後にせん断破壊するRC部材の破壊メカニズムに関する考察，コンクリート工学年次講演会論文集，9-2，1987，
- 5)谷 資信：せん断補強筋を考慮した鉄筋コンクリート柱の復元力特性，日本建築学会大会学術講演梗概集，昭和58年
- 6)矢代 晴実：鉄筋コンクリート短柱のせん断破壊機構に関する実験研究，コンクリート工学年次講演会講演論文集，5，1983，
- 7)荒川 卓：鉄筋コンクリート柱の耐力と靱性の及ぼす繰り返し載荷速度の影響，コンクリート工学年次講演会講演論文集，4，1982，
- 8)六車 照他：鉄筋コンクリート柱のせん断力伝達機構に関する研究，日本建築学会大会学術講演論文集，昭和54年。