

V-418

RC正方形断面柱の2軸曲げ動的耐力とその解析に関する基礎的研究

中部大学 学生員 ○鈴木 信彦
愛知県庁 正会員 藤城 正裕
中部大学 正会員 平澤 征夫

1. はじめに

本報告では、RC正方形断面柱を作成し、振動台試験法でEL CENTRO (NS) 地震波形を斜め方向から作用させて動的耐力を求め、また静的載荷試験により静的耐力を求め、動的耐力と静的耐力の比較および、ひずみ速度、拘束効果を考慮した解析値を求め、実験値と比較検討を行った結果を述べる。

2. 解析方法

断面を121個の要素に分割し、また柱の長さ方向にも15個のセグメントに分割して行うものとし、変形の決定は繰り返し計算による収れん法を用いた。解析は、表-1に示すような影響要因を与えて解析値を区別した。解析値Aに用いたコンクリートおよび鉄筋の応力～ひずみ曲線および、解析値Bのひずみ速度の影響は、図-1に示すように解析値Aに用いたものを、 α 、 β 倍したものを用いた。さらに、解析値Cの拘束効果の影響は、応力～ひずみ関係にKent&Parkの提案式を適用した。

3. 実験方法

実験に使用した供試体の形状寸法を図-2に示す。断面は15×15 (cm)、軸方向鉄筋にD10mmを8本、帯鉄筋間隔10cmと5cm、高さは144cmとした。地震波の作用方向による影響を調べるために供試体に対する波形の入力角度を断面の主軸に対して、0°、22.5°、45°傾けた3方向とした。動的耐力は図-3に示す振動台試験法によった。入力は、各加速度倍率の段階（1/3倍、2/3倍、1倍、4/3倍、..）に対して同一の供試体を用いて行い、破壊するまで増加させた。静的耐力は図-4に示す載荷装置によった。また、静的載荷試験方法は振動台試験法の各段階での入力加速度に対応して得られた柱頂部の正負の最大応答変位を1サイクルずつ静的に載荷するものとした。各試験及び各載荷方向に対して1体ずつの供試体とし、表-2に示す名称を付けた。

4. 実験結果

(1) 振動台試験と静的載荷試験の比較

図-5に荷重～応答変位曲線の例を示す。図-5より、ET94-10シリーズ（拘束鉄筋間隔10cm）とES94-10シリーズ（拘束鉄筋間隔10cm）、ET94-0

解析値の種類	考慮した要因	
	ひずみ速度	拘束効果
解析値A		
解析値B	○	
解析値C		○
解析値D	○	○

表-1 解析値名と考慮した要因

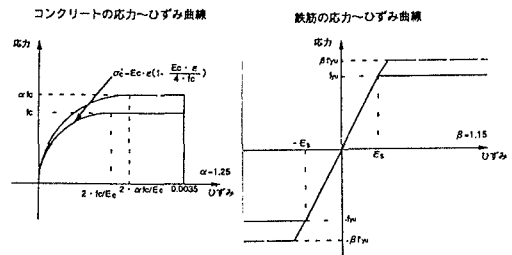


図-1 コンクリートおよび鉄筋の応力～ひずみ曲線

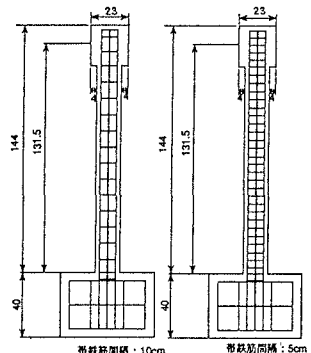


図-2 供試体の形状寸法

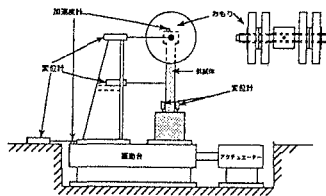


図-3 振動台試験法

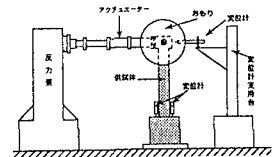


図-4 静的載荷試験法

試験種類	拘束鉄筋間隔	0° 方向	22.5° 方向	45° 方向
振動台試験	10cm	ET93-00	ET93-22	ET93-45
	10cm	ET94-00-10	ET94-22-10	ET94-45-10
	5cm	ET94-00-05	ET94-22-05	ET94-45-05
静的載荷試験	10cm	ES93-00	ES93-22	ES93-45
	10cm	ES94-00-10	ES94-22-10	ES94-45-10
	5cm	ES94-00-05	ES94-22-05	ES94-45-05

表-2 供試体名

5シリーズ（拘束鉄筋間隔5cm）とES94-05シリーズ（拘束鉄筋間隔5cm）を比較すると、共にETシリーズの方が30～60%程度大きな値が得られている。93シリーズでは耐力の上昇率は12～17%程度であった。ET94シリーズが大きな増加割合を示したのは、ES94シリーズの耐力が小さかったため、これは施工不十分にも原因していると考えられる。このようにETシリーズの結果はESシリーズの結果とは異なり、地震波形の繰り返し損傷を含んでいるにも拘らずESシリーズよりも大きな値が得られたことから、相違は主として載荷速度の違いにあることが明らかである。

（2）拘束鉄筋量による違い

図-6に94-22シリーズ（22.5°）の荷重～応答変位曲線を示す。図-6より、耐力についてみるとESシリーズでは拘束鉄筋間隔による影響は見られないが、ETシリーズでは拘束鉄筋間隔が5cmの方が、大きくなった。

5. 実験結果と解析結果の比較

（1）最大耐力と耐力比

表-3（a）より、ETシリーズと解析値Bを比べると7～9%程度の違いを示しているが、ETシリーズと解析値Dを比べると1～3%程度の違いであり、実験値と解析値Dはほぼ一致していると言える。また、表-3（b）、表-3（c）より、ETシリーズの実験値とよい一致を示しているのは解析値Dであることがわかる。

（2）荷重～応答変位曲線

図-7に22.5°方向の荷重～応答変位曲線を示す。図-7（a）、（b）、（c）より、最大耐力に対しては上述のように解析値Dが一致したが、応答変位曲線で荷重が増加する段階では、解析値Bが比較的一致することがわかった。

6. まとめ

本研究の範囲内では、動的耐力の解析において応力～ひずみ関係にひずみ速度と拘束鉄筋の影響を考慮した解析結果がよく合致したが、鉄筋降伏までの変形解析では、ひずみ速度の影響のみを考慮した方がよい一致を示すことが明らかとなった。

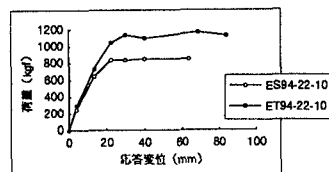


図-5 (a) 荷重～応答変位曲線（実験値の包絡線）

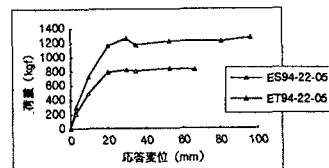


図-5 (b) 荷重～応答変位曲線（実験値の包絡線）

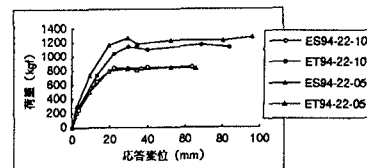


図-6 荷重～応答変位曲線（実験値の包絡線）

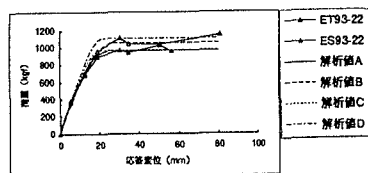


図-7 (a) 93シリーズの22.5°方向の荷重～応答変位曲線

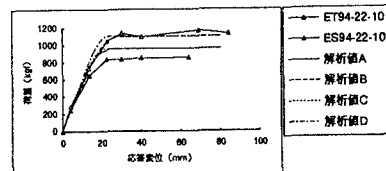


図-7 (b) 94-10シリーズの22.5°方向の荷重～応答変位曲線

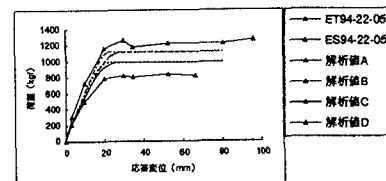


図-7 (c) 94-05シリーズの22.5°方向の荷重～応答変位曲線

	0°	22.5°	45°
ET93シリーズ	1121	1154	1164
ES93シリーズ	999	1027	999
解析値A	990	969	990
解析値B	1050	1061	1089
解析値C	1005	974	997
解析値D	1115	1115	1174
ET/解析値B	1.07	1.09	1.07
ET/解析値D	1.01	1.03	0.99
ES/解析値A	1.01	1.08	1.01
ES/解析値C	0.99	1.05	1.00

表-3 (a) 93シリーズの最大耐力と耐力比

	0°	22.5°	45°
ET94-10	1196	1170	1404
ES94-10	898	854	899
解析値A	970	963	1018
解析値B	1125	1099	1110
解析値C	975	983	1032
解析値D	1145	1104	1131
ET/解析値B	1.06	1.06	1.26
ET/解析値D	1.04	1.06	1.24
ES/解析値A	0.93	0.89	0.88
ES/解析値C	0.92	0.89	0.87

表-3 (b) 94-10シリーズの最大耐力と耐力比

	0°	22.5°	45°
ET94-05	1383	1272	1380
ES94-05	933	843	880
解析値A	1000	990	1018
解析値B	1135	1120	1131
解析値C	1020	996	1039
解析値D	1160	1128	1153
ET/解析値B	1.22	1.14	1.22
ET/解析値D	1.19	1.13	1.20
ES/解析値A	0.93	0.85	0.84
ES/解析値C	0.91	0.85	0.83

表-3 (c) 94-05シリーズの最大耐力と耐力比