

複合応力状態におけるRC部材の相関特性

九州大学 工学部 学生会員○西 祐樹 九州大学大学院 工学府 学生会員 竹下永造
九州大学大学院 工学研究院 フェロー 大塚久哲 オリエンタル建設(株) 正会員 角本 周
九州大学大学院 工学研究院 正会員 矢葺 亘

1. はじめに

例えば逆L字型橋脚で、張り出し梁の長さが長い橋脚が橋軸方向の地震力を受ける場合、橋脚には曲げに加えて、ねじりが生じる。

本実験は、このようなRC橋脚をモデルとした供試体ねじりと曲げの正負交番荷重を載荷し、曲げとねじりの相関曲線を求め、軸力と帯鉄筋間隔をパラメータとしてその特性を調べることを目的として行った。

2. 実験概要

(1) 供試体諸元

寸法、及び計測機器の設置位置を図-1に示す。さらに、供試体タイプを表-1に、材料強度を表-2に示す。

(2) 交番載荷方法

載荷は、降伏まで載荷割合(目標載荷比率のことで、同時載荷時の M_x と M_y の増加比率を意味する。)を一定に保つことを目標に、曲げ、ねじりの変形量を各載荷ステップで調整し行った。降伏以降は、降伏時の変位量の倍数で交番載荷を行った。また、載荷の増分に関して、ねじり荷重の増分を曲げ荷重の増分に対して大きくとったものをねじり卓越型、また、その逆を曲げ卓越型と呼ぶこととした。さらに、載荷比率が同じものを中間型と呼ぶこととした。例として、図-2にねじり卓越型載荷イメージ図を示す。この図に見られるように、制御した変位量は卓越する側の変位量である。また、図-3に載荷状況を示す。

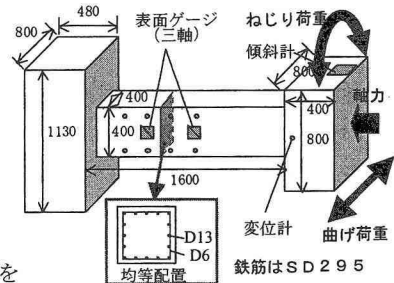


図-1 供試体概要(単位: mm)

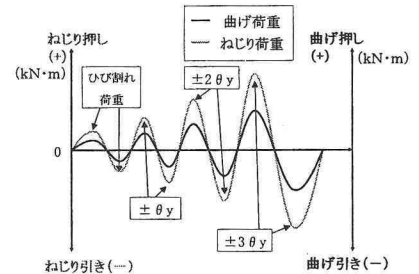


図-2 ねじり卓越型載荷イメージ

表-1 供試体タイプ

帯鉄筋間隔 30mm (ctc30)			ねじり	帯鉄筋間隔 30mm (ctc60)	
No. 1	No. 6	No. 11		No. 16	No. 21
No. 2	No. 7	No. 12	ねじり卓越	No. 17	No. 22
No. 3	No. 8	No. 13	中間型	No. 18	No. 23
No. 4	No. 9	No. 14	曲げ卓越	No. 19	No. 24
No. 5	No. 10	No. 15	純曲げ	No. 20	No. 25
設計基準圧縮強度の5%を軸圧縮力とする				設計基準圧縮強度の10%を軸圧縮力とする	

表-2 材料強度

No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
3.9	4.3	4.0	3.6	2.9
33.4	47.6	51.1	43.2	32.8
No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10
3.4	3.9	3.2	3.8	3.5
31.9	50.6	45.4	54.0	51.6
No. 11	No. 12	No. 13	No. 14	No. 15
4.1	3.4	4.0	3.7	2.9
35.3	49.3	50.4	47.5	40.6
No. 16	No. 17	No. 18	No. 19	No. 20
3.4	3.5	4.0	3.3	3.6
34.8	48.0	47.9	41.5	46.5
No. 21	No. 22	No. 23	No. 24	No. 25
4.2	4.8	3.4	3.8	3.3
45.7	60.4	35.2	51.6	41.1

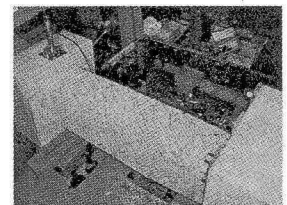


図-3 載荷状況

※上表において上段が引張強度、下段が圧縮強度である。

3. 実験結果(相関関係)

(1) 相関関係

図-4, 5に軸力(0, 5, 10%)をパラメータとした相関関係のグラフを示す。ここで図中の ctc とは帯鉄筋間隔のことである。図より、軸力が0%, 5%, 10%と大きくなるにつれて相関関係を表すグラフが大きくなっていることが分かる。これは、軸力の作用に

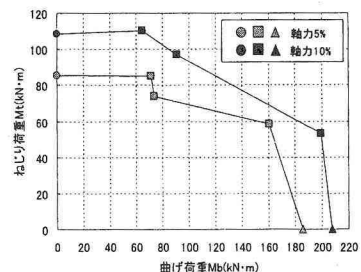
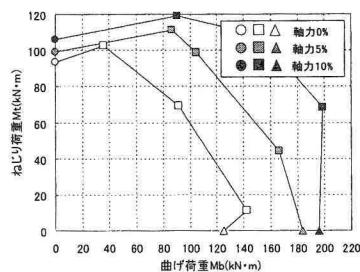


図-4 ctc30 軸力別相関関係(終局時) 図-5 ctc60 軸力別相関関係(終局時)

よって主鉄筋およびコンクリートに初期圧縮ひずみが生じ、このことが複合荷重載荷時に生じる引張ひずみの抑制につながり耐力が上がると思われる。また帯鉄筋間隔の影響は、ねじりが卓越する範囲で見られることが分かる。

次に図-6～9に帯鉄筋間隔(ctc30, 60mm)をパラメータとした相関関係のグラフを示す。図より降伏においては帯鉄筋間隔の影響はほとんど見られない。このことにより、弾性範囲内において帯鉄筋間隔は、軸力の大きさに関わらず相関関係に影響を及ぼさないことが分かる。

一方、終局時においては帯鉄筋間隔の影響が見られ、ねじりが卓越する範囲ではctc毎で相関特性が変わってくる。しかし、曲げが卓越する範囲では帯鉄筋間隔の影響が見られず、軸力別に見ても同様である。これは、曲げが卓越する範囲でのねじりの影響より、ねじりが卓越する範囲での曲げの影響のほうが大きいためであると考えられる。

(2) 相関関係(無次元化)

図-10, 11に相関関係を無次元化したグラフを示す。ここで無次元化の仕方は、各荷重の実験値を純ねじり、純曲げの各理論値で除して求める方法をとった。また、この理論値は配合強度 40kN/mm² として算出したものである。次に、図の曲線はコンクリート標準示方書にある曲げモーメントとねじりモーメントを同時に受ける部材の相関関係の基本式で、以下のような式で表される。

$$\left(\frac{M_t}{M_{tu}}\right)^2 + \left(\frac{M_b}{M_{bu}}\right) = 1$$

M_{tu} : 終局純ねじりモーメント
 M_t : 組合せ応力時における終局ねじりモーメント
 M_{bu} : 終局純曲げモーメント
 M_b : 組合せ応力時における終局曲げモーメント

この式は、われわれの実験値に対しては傾向は近いものの定量的にずれが生じている。これは、基本式が断面を弾性体と見なして算出された式であるため本実験が対象とする非線形域の挙動をカバー出来ていないことが考えられる。実験値に対する相関関係は何らかの曲線で表現可能と考えられるため、今後は、非線形域における曲線の提案、およびパラメータの設定等を行っていく予定である。

4. まとめ

軸力の影響により、終局時における相関関係を表すグラフの大きさが影響を受けることが分かった。また、帯鉄筋間隔の影響は、弾性範囲内の降伏までは見られないものの、それ以降は、ねじりが卓越する範囲における相関特性に影響を及ぼすことが分かった。

今後は、これらのパラメータを考慮しながら終局度解析に適した相関関係の設計式を提案していく予定である。

[参考文献]1) 泉満明著「ねじりを受けるコンクリート部材の設計法」1972.9 技報堂

2) 泉満明著「ねじりと曲げを受けるコンクリート部材の終局強度と設計法」1982. 土木学会論文報告集 No. 327

3) 2002年制定コンクリート標準示方書[構造性能照査編]

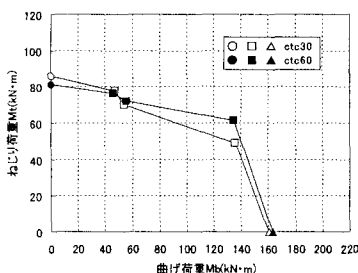


図-6 軸力 5%ctc 別相関関係(降伏時)

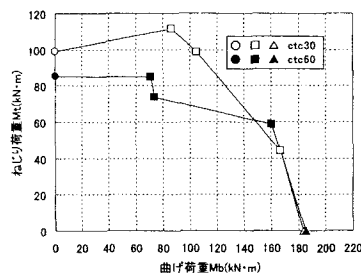


図-7 軸力 5%ctc 別相関関係(終局時)

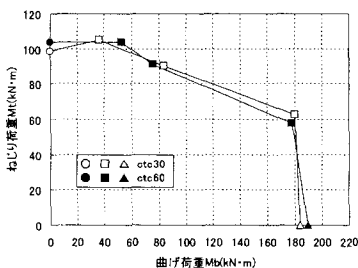


図-8 軸力 10%ctc 別相関関係(降伏時)

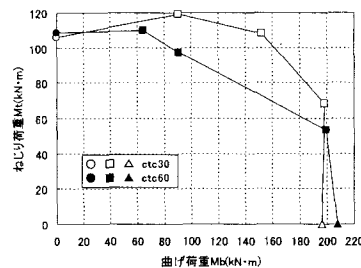


図-9 軸力 10%ctc 別相関関係(終局時)

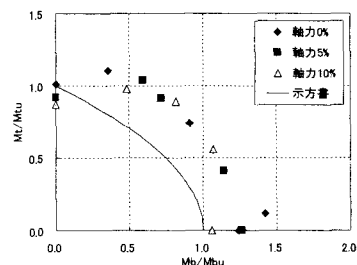


図-10 ctc30 軸力別相関関係(終局時)

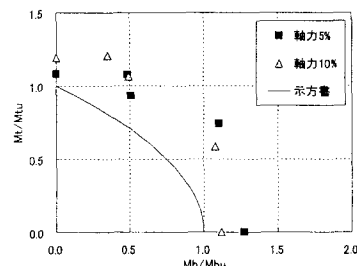


図-11 ctc60 軸力別相関関係(終局時)