瀧口克己氏の討論に対する回答

THE AUTHERS' ANSWERS TO THE DISCUSSION BY PROF. KATSUKI TAKIGUCHI

(Katsuki TAKIGUCHI, J. Struct. Constr. Eng. AIJ, No. 543, 191-192, May 2001)

浜田 公也*, 中西 靖直**, 南 宏一***

Kimiya HAMADA, Yasunao NAKANISHI and Koichi MINAMI

The authors' answers to discussion by Prof. K. Takiguchi are as follows.

- 1) The values are calculated correctly. But expression of some sentences is opposite.
- 2) The value of Q_{exp}/Q_{cal} is 0.95 ~ 1.53 and average value is 1.18 when the axial force ratio is 0 ~ 0.3. The value of Q_{exp}/Q_{cal} is 0.90 ~ 1.28 and average value is 1.28 when the axial force ratio is 0.3 ~ 0.5.
- 3) There are must be some difference between the calculated value and experimental value by a assumption. It's important considering the difference in structural design.

Keywords : reinforced concrete column, half-precast, centrifugal casting, discussion, calculated value, experimental value
鉄筋コンクリート柱, ハーフプレキャスト, 遠心成形, 討論, 計算値, 実験値

1. はじめに

遠心成形ハーフプレキャスト角型管の終局強度に関する筆者等の論文¹⁾ (以下、該論文と呼ぶ) に対して、ご丁寧なご意見をいただきました。ご質問について検討した結果を以下に述べさせていただきます。

2. 結語の記述について

「実験値を計算値で除した強度比の値は全体ではおよそ0.9~1.4の範囲にあり、平均値は1.15であった」との記述と「誘導された方程式は、実験値に較べて・・・1~2割程度大きく評価する」との記述は、逆の意味ではないかとのご指摘については、ご指摘の通りです。前者の記述は、実験値と該論文で誘導されている方程式による計算値から求めた実験値/計算値の値について示したもので、検討結果として適切であると考えます。しかし、後者の記述は、設計の参考にするため、対象とする柱の強度を方程式を用いて推定する場合、実際の強度はどの程度の余裕があるのかを示そうとしたものですが、表現が不適切でした。「大きく評価する」を「小さく評価する」に訂正します。このような表現は、5. 結語の他、4.2 実験値と計算値との強度比 Q_{exp}/Q_{cal} と各要因の関係、4.3 精度の検証結果 の文章中にもありますので、読者の方にはお詫びをするとともに訂正のお願いをします。

3. 軸力比の影響について

$n-q$ 相関方程式における特定点 $n_0 \sim n_7$ の値は、試験体における断面の形状寸法、主筋の量・強度、横補強筋の量・強度、材料強度等により変化するため、軸力比の値とは直接関係ありません。軸力比の影響について示そうとしたために、軸力比の値を低および中

レベル程度の軸力として0~0.3、0.3~0.5の範囲に分けた、という以外には特別な意味はありません。また、 Q_{exp}/Q_{cal} の値は、軸力比が0~0.3の範囲では0.92~1.53で平均値は1.18、0.3~0.5の範囲では0.90~1.28で平均値は1.06です。この値を基に1~2割程度および同程度という記述をしました。

次に、軸力比が零で計算値が式(15)で求められた資料の取り扱い方が不明とのご指摘についてですが、軸力比が零でも式(15)が該当するのかとのご指摘かと思われます。これについては、圧縮力が零でも式(15)が該当する場合があります。該当する3体の試験体は、特に主筋の降伏引張強度が大きく、式(15)に対応する圧縮力の下限値を表す特定点 n_8 の値が負になっています。これら3体の試験体について、圧縮力 N とせん断力 Q の関係を図- A に示します。太い実線が該論文の $N-Q$ 関係、●印が特定点、◎が実験値を表し、トラス機構、アーチ機構、中段筋による $N-Q$ 関係も併記しています。また、既報²⁾ で提案した圧縮と曲げを受ける場合の終局強度の評価式による $N-Q$ 関係を一点鎖線、同じ評価式によるが補正係数を見捨てた全塑性モーメントによる $N-Q$ 関係を破線で示しています。

4. 計算値と実験値の差異について

まず、ご指摘の該論文の表- 2 と図- 9 は異なる場合があるかどうかについてですが、同じデータを使用しており異なることはありません。ところが、筆者等の不注意で、図- 9 の作成時に縦軸の値を小さく設定したことにより、試験体3体分の情報が示されておりませんでした。図- A に示した3体分です。改めて、実験値 Q_{exp} と計算値 Q_{cal} の関係を図- B に示します。このことにより、実験値は23.7~211tfの範囲になります。

さて、圧縮曲げせん断を受ける鉄筋コンクリート柱で、曲げ系の

* ㈱ビー・エス建築技術部 主任研究員・博士(工学)

** 三菱建設(株)技術研究所 所長・博士(工学)

*** 福山大学工学部建築学科 教授・工博

Senior Research Engineer, Research & Engineering Dept., P.S. Corporation, Dr. Eng.
General Manager, Technical Research Institute, Mitsubishi Construction Co., Ltd., Dr. Eng.
Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Fukuyama Univ., Dr. Eng.

図-A 圧縮力Nとせん断力Qの関係(試験体名は該論文の表-2に対応する)

破壊を示すものに関しては、ストレスブロックや平面保持の仮定を用いて計算した値と実験値とでは差が生じる場合があることに対して、筆者等の考えを求められておりますので意見を述べます。

該論文で示した曲げ系の破壊を示している試験体の計算値は、ほぼ下限値を予測しております。その要因の1つとして、終局強度の評価式の選択が考えられます。該論文で提案した圧縮・曲げ・せん断を受ける場合の終局強度の評価式と既報²⁾で提案した圧縮と曲げを受ける場合の終局強度の評価式とでは、N-Q相互作用曲線で比較した場合、概略ではありますが、式(12)近辺ではあまり差はなく、式(13)～式(14)近辺では前者に比べ後者が大きくなる傾向があります(該論文の図-6、図-7参照)。該論文では前者で終局強度を評価しており、後者で評価するよりは、若干小さめに評価されていることが考えられます。

一方、一体打ち鉄筋コンクリート柱について、阿部³⁾は、平面保持の仮定を用いて求めた曲げ終局耐力に較べて、実験値は大きくなる傾向を示し、圧壊がある程度進んでいる断面の曲げ終局耐力は、フェイス位置より上部の断面位置での曲げ応力とすべきであると指摘し、討論者ら^{4)~7)}は、圧縮・曲げ・せん断を受ける場合の危険断面の圧縮曲げ強度は、ストレスブロックを仮定して算定する際には、応力値の割増しを考慮する必要があることを示しています。また、渡辺⁸⁾は、超高強度コンクリート柱について、ストレスブロックを用いると、柱曲げ強度のほぼ下限を予測できるが、コンクリート強度が小さくなれば、また軸力が大きくなると実験値を過小評価することを報告しています。この場合、拘束コンクリートによる圧縮強度の増加では説明が難しいことも報告されています。

このように、平面保持やストレスブロックを仮定して求められた曲げ強度は実験値を過小評価する場合がありますが、その原因は明確になっていないのが現状であると考えます。該論文で対象としている強度の異なるコンクリートで構成された柱についても、同様の傾向が認められるものもあり、終局強度の評価に中央部分で膨らんだ形のアーチ機構⁹⁾を導入することも考えられますが、定量化するまでには至っておりません。筆者等は、終局強度を小さめではなく適切に評価されることが望ましいと考えています。しかしながら、現状では計算値と実験値に差が生じることはやむを得ず、その差の程度を考慮して設計に利用することも重要であると考えます。

図-B 実験値 Q_{exp} と計算値 Q_{cal} の関係

参考文献

- 1) 浜田公也、中西靖直、南宏一：圧縮・曲げ・せん断を受ける遠心成形ハーフプレキャスト角型管を用いた鉄筋コンクリート柱の終局強度、日本建築学会構造系論文集、第532号、pp. 127-136、2000. 6
- 2) 浜田公也、中西靖直、南宏一：遠心成形ハーフプレキャスト角型管を用いた鉄筋コンクリート柱の累加強度法による終局曲げ強度、日本建築学会構造系論文集、第511号、pp. 123-132、1998. 9
- 3) 阿部浩一：全軸力範囲における鉄筋コンクリート柱の主軸および対角軸曲げ終局耐力算定式の一提案、コンクリート工学論文、Vol. 23、No. 9、pp. 107-117、Sept. 1985
- 4) 瀧口克己、堀田久人、溝淵知巳、森田修平：RC柱端部コンクリートの圧縮特性に関する基礎実験、日本建築学会構造系論文報告集、第442号、pp. 123-131、1992. 12
- 5) 瀧口克己、森田修平：偏心圧縮を受けるR/C部材におけるコンクリートの圧縮挙動、日本建築学会構造系論文集、第464号、pp. 109-118、1994. 10
- 6) 瀧口克己、宮崎裕一、溝淵知巳：逆対称偏心圧縮を受けるR/C柱端部コンクリートの圧縮特性、日本建築学会構造系論文集、第478号、pp. 143-151、1995. 12
- 7) 瀧口克己、今井和正、溝淵知巳：圧縮曲げせん断を受けるR/C柱端部コンクリートの圧縮強度、日本建築学会構造系論文集、第496号、pp. 83-90、1997. 6
- 8) 渡辺史夫、西山峰広、六車熙：超高強度コンクリートを用いたRC柱の曲げ強度と靱性、日本建築学会構造系論文報告集、第446号、pp. 99-106、1993. 4
- 9) 若林實・南宏一：鉄筋コンクリート柱のせん断破壊防止法に関する実験的研究、京大防災研究所年報、第22号B-1、pp. 295-316、昭54. 4

(2001年2月9日原稿受理、2001年2月13日採用決定)