

鋼・コンクリート合成柱の設計について(その1)

大阪工業大学 正会員 ○栗田 幸光
大阪工業大学 正会員 赤尾 親助

1. まえがき

今日まで多種多様の鋼・コンクリート合成構造が研究開発され、実用に供されてきた。数多く存在する合成構造において、合成柱は最も早く研究されたにも拘わらず、その設計標準の整備および実用化が遅れていると云えよう。1901年 Sewell は建築物の柱に剛性を増大させるためコンクリート充填角形鋼管柱を用いた。また、コンクリート被覆鋼柱は、1904年にイギリスで、これも建築物における鋼柱の耐火のため採用された。その後多くの人々によって合成柱の研究が行なわれたが、その成果が設計標準に反映されるまでには相当の年月を要した。1970年代の後半になってはじめて本格的な標準が、BS, DIN および AISC など制定されるに至った。

わが国では合成柱という考えはとらずに、周知の SRC 構造という形で研究開発された。今日ではその独自の設計法が幅広く認められ、建築・土木において数多くの実施例を見た。しかし、近年になって SRC 構造とは別に、小規模な橋脚を対象とした合成柱の研究が行なわれつつある。このような背景の下で著者らも数年前から合成柱の実用的な設計法の研究に取り組んできた。本文では、諸外国における合成柱関係の設計標準の特徴ならびに軸力と1軸曲げをうける合成柱断面の相関曲線について述べることにする。

2. 諸外国での設計標準の特徴

2.1 BS 5400: イギリスでは限界状態設計法に基づく詳細な標準が用意されている。標準の草案は1976年に作成された。合成柱の耐荷力曲線は ECCS の推しよめるいわゆる曲線 "a", "b", "c" を使用している。設計上の問題の多いコンクリート充填鋼管の最小板厚制限は ACI 標準と同じである。わが国とは設計条件が異なり、設計の際一般に軸力が支配的となるためいわゆる相関曲線のふくらみを活用していない。R. P. Johnson は、この標準に変わる簡易設計法を建築物の柱を対象として発表している。

2.2 DIN 18806: K. Roick の研究成果に基づいて西ドイツでは独自の標準を制定した。設計法が簡易である上、軸力と曲げをうける断面の実用的な相関曲線が図式化されて用意されている。ここでも耐荷力曲線は ECCS のものを用いている。軸力と曲げの他にせん断をうける場合の簡易計算法も示されている。現行の DIN 4114 による照査法 (W 法) との関係が明瞭である。この標準に基づく実施例 (建築物) が4例見られる。

2.3 CEB-ECCS-FIP-IABSE の合同委員会標準: BS と DIN 双方の内容をうまく取入れた内容となっており、今後わが国で標準を作る場合大いに参考になるであろう。

2.4 AISC: おとに存在している AISC の純鋼柱に対する標準にすりつけを行なった内容となっている。構造細目および施工上の注意事項がない。標準適用の対象は建築物向けで

Akimitsu KURITA, Shinsuke AKAO.

規模の小さな合成柱を想定してゐるように思われる。

3. 合成断面の軸力～曲げ相関曲線

合成柱に作用する断面力は2次理論を用いて算定される。断面算定の際には、軸力(N)と曲げ(M)の相関曲線が必要になる。コンクリート充填長方形管断面のN～M相関曲線も示したのが図1である。相関式は次の形で表わされる。

$$\alpha \left(\frac{N}{N_{pe}} \right)^2 - \beta \frac{N}{N_{pe}} + \frac{M}{M_{pe}} = 1 \quad \text{および}$$

$$\frac{N}{N_{pe}} + \delta \frac{M}{M_{pe}} = 1$$

N, M: 設計軸力, 曲げモーメント

N_{pe} : 断面の圧壊荷重

M_{pe} : 断面の全塑性モーメント

α, β, δ : 断面構成および材料強度で定まる係数。

N～M相関曲線のパラメータとして、図2中に示したものを採用すると設計上便利である。図2は、コンクリート被覆鋼柱のN～M相関曲線の1例を示してゐる。これが図2の柱設計の際には、一般に軸力よりも曲げが支配的になるのを横軸のふくらみを十分に活用する必要がある。

4. あとがき

今後、わが国の設計規準全体が限界状態設計法あるいは荷重係数設計法の採用へと移行していくことになる。適切な安全係数が決められれば合成柱の設計法も急速に進展するであろう。本研究は国交省・合成構造小委員会の前田幸雄委員長はじめ委員各位の調査研究に受うところが多い。ここに記して前田委員長はじめ委員各位に謝意を表します。

- 1) BSI: BS5400, Part 5, Code of Practice for Design of Composite Bridges, PP22~25, 1979
- 2) AISC: A Specification for the Design of Steel-Concrete Composite Columns, Eng. Journal, 1979
- 3) DIN: DIN18806, Teil 1, Tragfähigkeit von Verbundstützen, Berechnung und Bemessung, 1980
- 4) Joint Committee of CEB-ECCS-FIP-IABSE: Composite Structures, The Construction Press, 1979.
- 5) K. Roik et al.: Tragfähigkeit von einbetonierten Stahlstützen, Tech. Rept. Ruhr-Univ. Bochum, 1976.
- 6) K. Roik: Verbundstützen in Forschung und Anwendung, DAST., 1980.
- 7) R.P. Johnson and D.G.E. Smith: A Simple Design Method for Composite Columns, Struc. Eng. 1980.

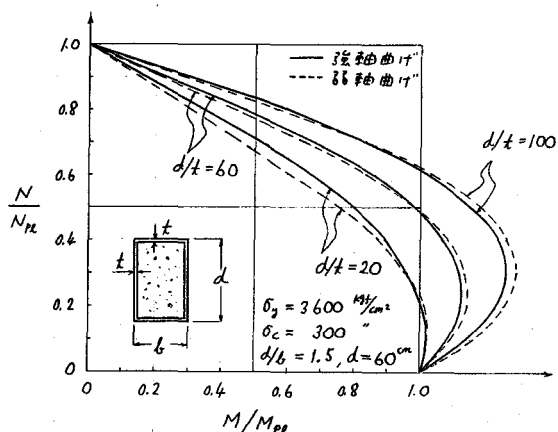


図1. コンクリート充填長方形管断面のN～M相関曲線

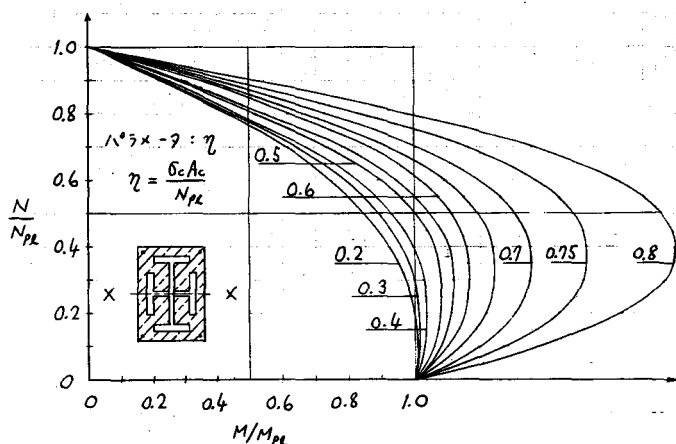


図2. コンクリート被覆鋼柱断面のN～M相関曲線