



Title	H形鉄骨内蔵CES柱の構造性能評価に関する研究
Author(s)	石, 鈞吉
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/27573
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	石 鈴 吉 (SHI JUNJI)
博士の専攻分野の名称	博士 (工学)
学 位 記 番 号	第 26248 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 25 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科地球総合工学専攻
学 位 論 文 名	H 形鉄骨内蔵 CES 柱の構造性能評価に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 倉本 洋
	(副査) 教 授 多田 元英 教 授 宮本 裕司 准教授 真田 靖士

論 文 内 容 の 要 旨

CES (Concrete Encased Steel) 構造は鉄骨と繊維補強コンクリート (FRC) のみからなる合成構造であり、鉄骨
鉄筋コンクリート (SRC) 構造と比較して鉄筋工事がないため施工性およびコスト面で有利な構造形式となっ
ている。これまでの柱、柱梁接合部、耐震壁およびフレームを対象とした構造実験等から、CES構造はSRC構造と
同程度以上の耐震性能を有することが確認されている。しかしながら、内蔵鉄骨にH形鉄骨を採用したCES柱で
は、高軸力下において水平変形の増加に伴い内蔵鉄骨に局部座屈が生じ、軸力保持能力を喪失する場合があり、
CES柱の構造性能に関する問題点の一つとなっている。

そこで、高軸力下におけるH形鉄骨内蔵CES柱の上記の問題を改善すべく、内蔵H形鉄骨の座屈防止を目的とし

たCES柱の構造実験を実施した。これらの実験結果から本研究ではH形鉄骨内蔵CES柱の実用化に向けて、構造設計時の判断指標となる限界変形角を適切に評価しうる定量的な評価手法および構造解析プログラムに適用可能なCES構造柱の復元力特性モデルを提案し、その妥当性について検証した。本論文は全6章で構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景と目的を示すとともに、H形鉄骨内蔵CES柱に関する既往の研究について概説した。

第2章では、H形鉄骨内蔵CES柱における軸力比の影響およびバンドプレートによる内蔵鉄骨の局部座屈の抑制効果を把握することを目的として、軸力比およびバンドプレート幅の異なる試験体を用いた静的載荷実験を実施した。その結果、軸力比に関しては僅かな変化であっても変形能力に与える影響は極めて大きいことを指摘した。また、軸力比0.3の試験体では柱頭部における圧壊が顕著となり、内蔵鉄骨フランジは最上端のバンドプレートの下で座屈が発生し、バンドプレートによる局部座屈の抑制および変形能力の向上などの効果はほとんど期待できないことを示した。また、その原因がコンクリートが内蔵鉄骨の外側で圧壊したこと、内蔵鉄骨量および鉄骨に囲まれたコアコンクリートの面積が小さかったことなどであることを明らかにした。

第3章では、FRCの繊維混入量を増加させた試験体を用いてカバーコンクリートのひび割れおよび圧壊を抑制することに加え、鉄骨フランジの幅を大きくすることによって拘束コンクリートの面積を増加させ、内蔵鉄骨の座屈を遅延させることを目的として、4体のH形鉄骨内蔵CES柱の静的載荷実験を実施した。その結果、FRCの繊維混入量を増加させることでCES柱の変形能力を大きく改善させることができることを明らかにした。また、内蔵鉄骨のフランジ幅を大きくし、鉄骨によるコンクリートの拘束領域を増加させると、CES柱の変形能力は向上するが、逆にフランジ位置でのかぶりが小さくなるため、変形能力改善に及ぼす繊維混入量の効果は減少する傾向があることを示した。

第4章では、既往の研究を踏まえ、実験における各パラメータ（軸力比、鉄骨比、せん断スパン比、FRCの繊維混入量および内蔵鉄骨のフランジ幅）がCES柱の変形能力に及ぼす影響を検討した。また、各パラメータを変数としたCES柱の変形能力評価式を提案するとともに、その精度を検証し、実験結果と極めて良好な対応関係にあることを示した。

第5章では構造解析プログラムに適用可能なCES構造柱の復元力特性モデルを開発することを目的として、履歴曲線のモデル化手法について検討した。また、履歴モデルと実験結果との吸収エネルギーの差に着目し、第4章で提案した変形能力評価式との比較によりモデル化を行う際の変形角の範囲を決定し、その範囲では実験結果と極めて良い対応を示すことを確認した。さらに、提案した履歴モデルが構造解析ソフトで慣用されている材端バネモデルに適用可能であるかを検証した。その結果、最大耐力および除荷剛性など、実験結果と良好な対応を示しており、高い精度で履歴ループを再現できることを示した。

第6章では本研究で得られた成果を総括し、今後の課題を示すとともに本論文の結論とした。

論文審査の結果の要旨

本研究は、鉄骨鉄筋コンクリート（SRC）に代わる新しい建築合成構造として提案された鉄骨と繊維補強コンクリート（FRC）のみで構成されるCES（Concrete Encased Steel）構造の実用化研究の一環として実施されたものであり、H形鉄骨内蔵CES柱の構造性能評価法の開発を目的としたものである。本論文では、静的載荷実験の結果に基づいて当該柱の構造性能を把握するとともに、耐震設計クライティアの一つである限界変形角の評価式および構造解析プログラムに適用可能な復元力特性モデルを提案し、その妥当性について検証しており、全6章で構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景と目的を示すとともに、H形鉄骨内蔵CES柱に関する既往の研究について概説している。

第2章では、H形鉄骨内蔵CES柱における軸力比の影響およびバンドプレートによる内蔵鉄骨の局部座屈の抑制効果を把握することを目的として、軸力比およびバンドプレート幅の異なる試験体を用いた静的載荷実験を実施している。その結果、軸力比が0.3以上の試験体では柱頭部における圧壊が顕著となり、最上端のバンドプレート直下で鉄骨フランジの座屈が発生し、バンドプレートによる局部座屈の抑制および変形能力の向上などの効果がほとんど期待できないことを明らかにしている。

第3章では、FRCの繊維混入量を増加させた試験体を用いてカバーコンクリートのひび割れおよび圧壊を抑制する

ことに加え、鉄骨フランジの幅を大きくして拘束コンクリートの面積を増加させることによって内蔵鉄骨の座屈を遅延させることを目的として、4体のH形鉄骨内蔵CES柱の静的載荷実験を実施している。その結果、FRCの繊維混入量を増加させることでCES柱の変形能力を大きく改善させることができることを明らかにしている。また、内蔵鉄骨のフランジ幅を大きくしてコンクリートの拘束領域を増加させると、CES柱の変形能力は向上するが、逆にフランジ位置でのコンクリートのかぶり厚が小さくなるため、変形能力改善に及ぼす繊維混入量の影響は減少する傾向があることを示している。

第4章では、既往の研究を踏まえ、実験における各パラメータ（軸力比、鉄骨比、せん断スパン比、FRCの繊維混入量および内蔵鉄骨のフランジ幅）がCES柱の変形能力に及ぼす影響を検討している。また、各パラメータを変数としたCES柱の限界変形角評価式を提案するとともに、その精度を検証し、実験結果と極めて良好な対応関係にあることを示している。

第5章では構造解析プログラムに適用可能なH形鉄骨内蔵CES構造柱の復元力特性モデルを提案している。また、当該柱のせん断力-水平変形関係から得られる履歴吸収エネルギー量に着目し、提案した復元力モデルによる結果と実験結果とを比較することによって、第4章で提案した評価式により計算された限界変形角の範囲では両者は極めて良好な対応関係にあることを明らかにし、モデル化の妥当性を確認している。さらに、提案した復元力特性モデルが構造解析プログラムで慣用されている材端バネモデルに適用可能であるかを検証している。その結果、最大耐力および除荷剛性などが実験結果と良い対応を示し、高い精度で履歴ループを再現できることを確認している。

第6章では本研究で得られた結論および今後の課題についてまとめている。

以上のように、本論文は新しい建築合成構造として提案されたCES構造の実用化研究の一環として、H形鉄骨内蔵CES柱の構造性能を実験によって定量的に把握するとともに、実験結果に基づいて諸耐力、限界部材角および復元力特性の評価法を開発したものである。これらは現在、日本建築学会で策定中の「CES造建築物の構造性能評価指針（仮称）」など、構造設計基・規準類や関連技術資料に採用できる極めて貴重な研究成果である。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。