

耐久性の高い材料・構造・施工方法の研究開発

島 弘

1. 研究概要

社会マネジメントシステムの構築のためには、構造物のライフスパンシミュレーションが必要である。また、今後の少子高齢化社会においては、耐久性の高い構造物材料、構造形式、施工方法の開発が求められる。構造物のライフスパンシミュレーションにおいては、劣化の原因として、地震等の災害によるものと塩害等の経時劣化などがある。本研究は、コンクリート構造物を対象として、地震および塩害に対して、耐久性の高い構造物の開発を目指すものである。

2. 成果目標

2.1 耐震性能評価技術

鉄筋コンクリート柱のせん断耐力は、構造物の耐震性を評価する上で、非常に重要な要因であり、鉄筋コンクリート柱のせん断耐力に対する設計式を提案する。

2.2 塩害シミュレーション手法の確立

社会システムをマネジメントするために必要な一要素として、構造物のライフスパンシミュレーションがある。この研究では、鉄筋コンクリート構造物の塩害による耐久性シミュレーション手法を開発する。

2.3 自己充填コンクリートを用いたCFRTPはり-CFRTP柱フレーム構造の開発

鋼管の中にコンクリートを充填した部材(CFRTP)は、鋼とコンクリートの長所を活かす耐久的な合成部材であり、柱に応用されている。しかし、通常のコンクリートでははりには充填することが出来ないが、自己充填コンクリートを使用する

ことによって、はりもCFRTPとした高耐久の構造を開発する。

3. 研究成果

3.1 耐震性能評価技術

土木学会コンクリート標準示方書では、鉄筋コンクリート部材のせん断耐力をせん断補強筋の負担分(V_s)とその他の負担分(V_c)を足し合わせることで求めている。この研究は、その他の負担分(V_c)について取り扱っている。この研究では、まず、土木学会コンクリート標準示方書が提示しているせん断耐力式を柱に適用した場合には、かなり安全側の結果を与えることを示している。これは、この式は引張側に鉄筋が集中するはりの実験結果を基に定式化されたものであるからである。そこで、柱に対しても合理的な設計が出来るようにすることを目的にしたのである。はりと比較した柱の特徴は、鉄筋が断面周辺に均等に分散して配置されていることと円形など断面形状が長方形とは限らないことである。提案式は、この特徴の影響を既存の設計式を修正して取り入れる形で作成されており、簡便でわかりやすいものとなっている。また、精度も十分であると判断できる。

3.2 塩害シミュレーション手法の確立

現在の土木学会コンクリート標準示方書においては、耐久性に対する照査法として、鉄筋が錆び始める時点の算定方法を提示している。しかし、塩害による構造物の劣化損傷は、腐食ひ

び割れの発生、かぶりコンクリートの剥落、鉄筋断面積の減少という過程が続くのであり、これらの現象もシミュレーションする必要があるが、これらの損傷過程をシミュレーションする手法はまだ無い。そこで、本研究は、腐食ひび割れの発生時期を算定する方法を新しく提案するものである。研究の内容は、腐食ひび割れの発生メカニズムを考慮し、錆の膨張力とコンクリートの抵抗力を比較する手法を取っている。錆の膨張力を計算するために、飛来塩分のコンクリート中への拡散に対する新しい考え方を提示し、さらにコンクリート中の鉄筋の腐食メカニズムとして、コンクリートの飽和度と塩化物イオン濃度をパラメータとした腐食速度式を提案している。また、コンクリートのひび割れ抵抗力は、変位制御による実験法を開発し、それによってコンクリートの拘束力-拘束変位の関係式を導いた。最終的には、実在構造物におけるひび割れの有無と比較する方法で、提案方法の検証を行っており、信頼性を証明している。

3.3 自己充填コンクリートを用いたCFTはり-CFT柱フレーム構造の開発

中層階の建物を対象として、コストを従来の鉄骨構造と比較した結果、新しく提案する構造が1割程度安価であることが分かった。また、提案する構造の耐震性能を明らかにするために、接合部の実験を行い、十分な変形性能を有することを示した。施工方法については、柱の下から鋼管中に圧入する方法を提案した。

4. 教育成果

4.1 関連する博士論文テーマ

“Proposal of design equation for shear strength of reinforced concrete columns without transverse reinforcement”

“Simulation for corrosion cracking due to chloride attack in reinforced concrete structures”

“Development of CFT beam-CFT column flame structure using self-compacting concrete”

4.2 関連する修士論文テーマ

「構造物の非線形性と地震動の非定常性を考慮した耐震性能照査のための地震動波形の提案」

5. その他成果

5.1 発表論文

Piyamahant, S., and Shima, H., Applicability of Superposition Method for Estimating Shear Strength of Reinforced Concrete Beams with Small Amount of Web Reinforcement, Proceedings of the Forth International Conference on Concrete under Severe Conditions, June 27-30, 2004.

S.Swatekititham and H.Shima, Chloride Concentrations on Surfaces of Concrete Structures, Proceedings of the Forth International Conference on Concrete under Severe Conditions, June 27-30, 2004.

H.Shima, Recent Earthquake Damages and Seismic Design Code of Concrete Structures in Japan, Proceedings of the Seventh International Conference on Concrete Technology in Developing Countries, October 5-8, 2004.

S.Piyamahant and H.Shima, Experimental Study on Cracking in Covering Concrete due to Pressure around Reinforcing Bars, Proceedings of the First International Conference of Asian Concrete Federation, October 28-29, 2004.

S.Swatekititham, H.Shima and H.Okamura, Modeling on Chloride Attack in Concrete Structures under Marine Environments, Proceedings of the First International Conference of Asian Concrete Federation, October 28-29, 2004.

Y.Wang, H.Shima, N.Fujisawa and M.Ouchi, Seismic Behavior of New CFT Structure using Self-Compacting Concrete, Proceedings of International Conference on Structural and Road Transportation Engineering, January 3-5, 2005.