



Title	Seismic Performance Evaluation of Reinforced Concrete Exterior Beam-Column Joint with Deficient Anchorage of Beam Longitudinal Rebar
Author(s)	Ahmed, Murshalin
Citation	大阪大学, 2024, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/98796
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

Abstract of Thesis

Name (MURSHALIN AHMED)	
Title	Seismic Performance Evaluation of Reinforced Concrete Exterior Beam-Column Joint with Deficient Anchorage of Beam Longitudinal Rebar (鉄筋コンクリート梁主筋の定着が不十分な外柱－梁接合部の耐震性能評価)
<p>Abstract of Thesis</p> <p>This study aims to investigate and present a practical seismic performance evaluation for reinforced concrete (RC) exterior beam-column joints with deficient anchorage of beam longitudinal rebar. The research is particularly relevant to Bangladesh, where construction practices often involve the use of low-strength concrete and inadequate rebar anchorage, leading to significant seismic vulnerabilities. The thesis consists of the following seven chapters:</p> <p>Chapter 1 describes the motivation for this study, arising from the frequent inadequacies observed in RC structures in developing countries. It also introduces that Bangladesh, situated in a seismically active zone, faces considerable risks due to the prevalent use of brick aggregate concrete resulting in low-strength concrete, use of low-quality construction materials and sub-standard construction practices.</p> <p>Chapter 2 provides a comprehensive review of the existing literature on the seismic behavior of RC beam-column joints, focusing on failure modes, influencing factors and anchorage requirements. It discusses the prevalence and consequences of sub-standard anchorage of beam longitudinal rebar in RC buildings in developing countries, particularly in Bangladesh.</p> <p>Chapter 3 describes the development and application of a nonlinear finite element model to analyze the behavior of RC beam-column joints with deficient beam rebar anchorage. The model incorporated detailed material characteristics, bond-slip relationships and loading conditions to accurately reproduce the seismic behavior of these joints. The analysis results were validated against the experimental data, showing good agreement. The analysis revealed that bond strength played a key role in the seismic performance of such joints.</p> <p>Chapter 4 describes the experimental test program. Four 70% scaled specimens representing typical Bangladeshi construction were prepared, incorporating low-strength concrete made with brick aggregates. These specimens featured different embedment lengths for the beam's longitudinal rebar and two different methods for measuring rebar strain. Specimens were subjected to quasi-static cyclic loading to simulate seismic conditions. The experimental tests revealed that the presence of inadequate anchorage in exterior beam-column joint led to premature brittle pullout failure and that the observed maximum strength of the specimens was lower than the theoretical design estimates.</p> <p>Chapter 5 describes the quantitative bond strength evaluation of brick aggregate concrete from the experiments. Utilizing Fiber Bragg Grating (FBG) sensors embedded in optical fiber, bond stress at the instance of pullout failure was measured without hampering the bond condition between rebar and concrete. A comparative analysis was conducted to evaluate the effectiveness of various existing bond strength equations. The findings clarified that the equation provided by the Architectural Institute of Japan (AIJ) design guidelines offers conservative estimation of bond strength with practical safety margins.</p> <p>Chapter 6 integrates the key results from the finite element analysis, experimental tests and bond strength evaluation to provide a comprehensive method for evaluating the seismic performance of RC buildings with deficient beam-column joints. The proposed method was based on an alteration of the seismic performance evaluation of standard buildings. The proposal was demonstrated through application to two actual buildings in Bangladesh, identifying their impact on seismic resilience.</p> <p>Chapter 7 summarizes the main findings and conclusions of the study. Recommendations for future research are also provided.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (MURSHALIN AHMED)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	真田 靖士
	副 査	教授	桑原 進
	副 査	教授	柏 尚稔

論文審査の結果の要旨

本研究は梁主筋の定着が不十分な外柱－梁接合部を有する鉄筋コンクリート造（ＲＣ）建物の実用的な耐震性能評価法を提案するものである．研究フィールドとして，低強度コンクリートと不適切な主筋の定着が建設に普及し，建物の耐震脆弱性が懸念されるバングラデシュを設定している．本論文は以下の 7 章より構成される．

第 1 章では発展途上国の ＲＣ建物にみられる不適切な建設に起因する本研究の動機を論じている．また，バングラデシュが抱えるレンガ骨材の普及による低強度コンクリート，低品質な建設材料，不適切な建設技術に起因する深刻な地震災害リスクについて論じ，本研究の目的を示している．

第 2 章では ＲＣ柱梁接合部の耐震挙動とくに破壊モードとこれに影響する因子および定着規定に関する既往の文献を整理している．発展途上国とくにバングラデシュの ＲＣ建物において梁主筋の定着不足が蔓延する現状とその結果懸念される問題について説明している．

第 3 章では梁主筋の定着が不十分な ＲＣ柱梁接合部に関する既往の実験を対象に，鉄筋とコンクリートの付着強度を変数として非線形有限要素法解析を行い，接合部の挙動や性能を解析的に分析している．その結果，定着が不十分な梁主筋を考慮した耐震性能の評価には，付着強度の正確な評価が不可欠であることを明らかにしている．

第 4 章ではバングラデシュの典型的なレンガ骨材による低強度コンクリートを用いる ＲＣ建物を模擬する 4 体の 70%縮尺の試験体に関する実験研究について論じている．実験変数は梁主筋の定着長さ 3 通りと鉄筋のひずみ測定方法 2 通りである．地震荷重を想定し静的繰返し載荷が行われた結果，梁主筋の不適切な定着により梁主筋の引き抜けに伴う脆弱な破壊が生じること，試験体の耐力は実務構造計算によるものを下回ることを明らかにしている．

第 5 章では実験結果に基づきレンガ骨材による低強度コンクリートと鉄筋の付着強度について分析している．とくに光ファイバーセンサーを用いて計測した梁主筋の引き抜け時における高精度な平均付着応力度を計測するとともに，従来の計測技術を用いる場合の問題を明らかにしている．また，既往の付着強度の評価式との比較を通して，日本建築学会の評価式の適合がよく，一定の安全率を有することから実用性に優れることを明らかにしている．

第 6 章では上記の有限要素法解析，構造実験，付着強度評価より得れた成果に基づいて，耐震的に不適切な柱梁接合部を有する ＲＣ建物の耐震性能評価法を提案している．この耐震性能評価法をバングラデシュの 2 棟の実建物へ適用し，従来の評価法による結果と比較して，耐震性能指標が有意に低下することを示している．

第 7 章では本論文の主要な知見と結論をまとめている．また，将来の課題を整理している．

以上のように，本論文は発展途上国における梁主筋の定着が不十分な外柱－梁接合部を有する ＲＣ建物の耐震性能評価法をとくに精緻な構造実験を実施して明らかにし，バングラデシュはもとより同様な社会背景を有する発展途上国において共通に適用できる方法を提示しており，これらの国々の地震防災への大きな貢献が期待できる．

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める．