HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	断面解析モデルを用いたアンボンドPCaPC梁部材の構造特性評価に関する研究［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	松茂良, 諒
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第11573号
Issue Date	2014-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/57223
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Makoto_Matsumora_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学　位　論　文　内　容　の　要　旨

博士の専攻分野の名称　　博士（工学）　　氏名　松茂良 諒

学　位　論　文　題　名

断面解析モデルを用いたアンボンド PCaPC 梁部材の構造特性評価に関する研究
(Evaluation of Structural Characteristics for Unbonded Post-Tensioned Precast Concrete Beams by Using Section Analysis)

近年、建築物の強度を保持しつつも建設工程を集約し、建設工事を迅速化することができるプレキャストプレストレストコンクリート構造 (以下、PCaPC 構造) を用いた建築物が数多く建設されている。PCaPC 構造はプレキャスト部材を PC 鋼材によって圧着接合した構造形式であるが、その PC 鋼材をアンボンドとする、つまりグラウト材による一体化を行わずに部材を圧着することで、さらなる工程の簡便化を実現するアンボンドプレキャストプレストレストコンクリート構造 (以下、アンボンド PCaPC 構造) がある。このアンボンド PCaPC 構造は被震後の残留変形や残留ひび割れを少なくでき、またグラウト材によってプレキャスト部材と PC 鋼材を一体化していないため、解体後に部材のリユースできる可能性があるなど多くの利点を持っており、損傷制御設計や被震後における構造物の活用など、合理的な運用を可能にする構造形式として期待されている。しかし、本構造形式は PC 鋼材がアンボンドであることから、従来の解析手法および評価式などが直接的に適用できず、その構造特性の評価が難しいため、国内においては設計・施工例がほとんど見られない。このことから、その構造特性を明らかにし、耐震設計手法を整備することが本構造の普及において急務であるといえる。本研究では、載荷時において柱・梁間の圧着面に生じる目開きが梁部材全体の変形において支配的になるという本構造の特徴に着目し、圧着面の目開き挙動をモデル化した新たな断面解析モデルを提案した。本解析モデルを用いて、アンボンド PCaPC 梁部材の特徴的な挙動を明らかにし、さらにパラメトリック解析を通してアンボンド PCaPC 梁部材の曲げ終局耐力点の評価式を提案した。

第 1 章「序論」では本研究の背景と目的について述べた。まず構造物の施工において職人の減少や工期短縮化への要請などの社会的背景から、より簡便な構造形式としてのアンボンド PCaPC 構造が期待されることとともに、その耐震設計手法確立の必要性について述べた。次に PC 部材の構造特性を評価する手法に関して、既往の 1) 通常の PC 部材を対象とした数値解析モデル、2) プレキャスト部材を用いず、PC 鋼材をアンボンドとしたアンボンド PC 部材の梁部材を対象とした解析モデル、3)PCaPC 部材の梁部材を対象とした解析モデルについて、それぞれコンクリート部材および PC 鋼材の変形の評価手法を概説した。まず 1) について説明した後、当該解析モデルのアンボンド PCaPC 部材への適用についてその課題を整理した。次に 2) からアンボンド PC 鋼材の変形の評価手法を、また 3) からプレキャスト架構の柱・梁圧着接合面における目開きの評価手法を概説した後、それらを踏まえてアンボンド PCaPC 梁部材を対象とした解析モデルの現状について整理した。加えて既往の終局耐力点の評価手法を概観し、本研究で提案する終局耐力点評価手法の位置づけを明示した。最後に本論文の内容とその研究手法の概略について示した。

第 2 章では本研究で提案した断面解析モデルについて概説した。この断面解析モデルは圧着面における目開き挙動をモデル化したものであり、圧着面における曲げモーメントと回転角の関係を得

る解析モデルである。アンボンド PCaPC 部材は PC 鋼材がアンボンドであるため、PC 鋼材を設置した領域全体に生じる変形の総量、つまりアンボンド PCaPC 構造において変形の支配的な要因である柱・梁間の目開きの数がその履歴挙動に大きく影響を与える。本解析モデルではそれらを考慮するため、ト型試験体のような目開きが一箇所のみ生じる場合と十字型試験体のような目開きが柱を軸に逆対象に生じる場合の両方を解析対象として扱えることを示した。次に本解析モデルの計算手順と梁断面を構成する各要素の設定など、本解析モデルにおける基本的な仮定事項を示し、それらの後、圧着面に生じる目開きを回転角として、回転角から各要素における変形量、ひずみ、応力、軸力、曲げモーメントをそれぞれ求める計算方法を順次示した。

第 3 章では第 2 章における提案解析モデルの妥当性および適合性を検証するため、解析結果とアンボンド PCaPC 部分架構の実験結果との比較を示した。比較に際してはト型試験体と十字型試験体の二つの試験体を対象とした。これら二つの試験体は生じる目開きの数から、その履歴挙動に違いが生じるため、まずこれら二つの試験体の挙動の違いを荷重-部材角関係、PC 鋼材引張合力-部材角関係、さらに PC 鋼材の応力-部材角関係を比較し、PC 鋼材の変形の仕方の違いが全体の履歴挙動に及ぼす影響として大きく現れること、そしてそのメカニズムについて示した。次に、本解析モデルはコンクリート部分による圧縮力および PC 鋼材による引張力の評価方法が全体の解析結果に大きく影響を与えるモデルであることから、そのコンクリート部分の挙動を精度よく評価するため材料モデルに設定した圧縮破壊領域長さと圧縮破壊エネルギーの二つのパラメータを用いた破壊力学に基づく緻密なモデルについて示し、さらに実験結果と解析結果の終局耐力以前と以後の荷重-部材角関係による比較を通してそれらパラメータによる影響について示した。さらに比較的良く適合したパラメータの値を用いてト型試験体及び十字型試験体の解析を行い、複数の観点において比較した結果、本提案モデルを用いることでト型試験体及び十字型試験体それぞれの特徴的な挙動とその違いを精度よく表現できることを示した。

第 4 章ではアンボンド PCaPC 梁部材の曲げ終局耐力点の評価式を提案した。本研究で提案した評価式は終局時においてアンボンド PC 鋼材が降伏しない場合においても、その曲げ終局耐力点を評価することができる。まず曲げモーメント評価式及び軸力の釣り合い式からそれぞれ、曲げ終局耐力および曲げ終局耐力時の回転角 (以下終局回転角) 評価式の基本形を導出し、次に評価式における変数と係数についてそれぞれ段階を踏んだ検討を行った。まず変数について、評価式に用いた変数を含む 8 種類のパラメータを用いて断面解析モデルによる計 72000 ケースのパラメトリック解析を行った。それらの解析結果から得られた曲げ終局耐力点について、各パラメータによる影響を概観した後、変動係数を用いた評価を行い、評価式において用いた変数の妥当性を明らかにした。次に評価式における係数について、まずこのパラメトリック解析結果を評価式の形に従って PC 鋼材係数との関係について回帰した。続いて、変動係数の評価において大きな値を示した PC 鋼材係数以外の変数を用いて段階的な回帰を行うことにより、曲げ終局耐力および終局回転角の算定式における係数の回帰式を得た。曲げ終局耐力点の評価式とその係数の回帰式を用いてパラメトリック解析結果と既往の実験結果に対して適用した結果、本評価式を用いて良好に終局耐力点を評価できることを示した。さらに既往の評価式による値と比較した結果、本評価式を用いて比較的良好に終局耐力点を評価できることを示した。

第 5 章では本論文の成果をまとめ、今後の課題と展望について述べた。