

氏名 (本籍)	石原 力也 (愛知県)
学位の種類	博士 (工学)
学位授与番号	甲第564号
学位授与日付	令和2年3月25日
専攻	生産開発システム工学専攻
学位論文題目	コンクリートのひび割れがあと施工アンカーの引抜き挙動に与える影響の評価方法 (Evaluation method for effects of crack in concrete on pull-out behavior of post-installed anchor)
学位論文審査委員	(主査) 教授 内田 裕市 (副査) 教授 小林 孝一 教授 國枝 稔

論文内容の要旨

本研究は、コンクリートのひび割れがあと施工アンカーの引抜き挙動に及ぼす影響およびその評価方法について、一連の研究成果をまとめたものである。ひび割れを有するコンクリートにおけるあと施工アンカーの簡易試験方法を提案するとともに、あと施工アンカーの引抜き耐力式を提案した。本研究によって得られた知見を以下に示す。

第2章では、あと施工アンカーのひび割れの影響を小型供試体で評価できる簡易試験方法 (PIPE 式) を欧米で使用されている ETAG 式と比較し、試験方法と適用範囲の妥当性について検討した。金属系アンカーに関しては、PIPE 式の結果と ETAG 式の結果は、引抜き耐力および破壊モードもほぼ同じであり、PIPE 式の簡易試験法としての妥当性が確認された。接着系アンカーに関しては、PIPE 式はひび割れ幅調整時の拘束力が付着力にわずかに影響を与え、破壊モードは ETAG 式と同様であるにも関わらず、引抜き耐力はやや高い傾向にあった。しかしながら、いずれのあと施工アンカーも PIPE 式で得られた引抜き耐力は既往の文献のデータのばらつきの範囲内にあり、PIPE 式によりひび割れの影響を評価できる可能性が示された。

第3章では、アンカー近傍のひび割れに対してエポキシ樹脂を主剤とするひび割れ注入材を用いて補修し、引抜き試験を実施した。アンカーの種類やひび割れ幅の違いによらず、ひび割れ発生により生じたコンクリートとアンカー間の空隙に注入材が充填されることで、アンカーの引抜き耐力が向上する傾向が確認された。金属系アンカーの破壊モードは、注入補修によって拡張部以外での樹脂による化学付着が形成され、金属系アンカーと接着系アンカーの複合的な破壊モードとなった。接着系アンカーの破壊モードは、ひび割れにより分割されたコンクリートが樹脂により接着され、ひび割れない場合と同様となることが確認された。

第4章では、ひび割れを有するコンクリートにおける試験結果を用いて、土木学会の耐力式に基づく新たな評価方法を提案した。PIPE 式試験によって、ひび割れの耐力への影響のばらつきと付着応力およびひび割れ低減係数を評価し、耐力式にこの低減係数を用いることでひび割れを想定した場合のあと施工アンカーの引抜き耐力の算定が可能であることを示した。金属系アンカーのひび割れ条件下でのあと施工アンカーの引抜き破壊モードを評価し、これにより低減係数を設定しコーン状破壊耐力の算定が可能であることを示した。

論文審査結果の要旨

この論文では、ひび割れを有するコンクリートに施工されたあと施工アンカーの評価方法として、PIPE 式の試験方法を提案し、各種アンカーに対する適用性を検証し、その妥当性を示した。また、ひび割れ補修された場合の引抜き挙動を実験的に明らかにした。既存の引抜き耐力式を参考に、ひび割れの影響を考慮した引抜き耐力式を新たに提案した。このように、この論文は新規性、有用性に優れ、また今後の発展性も有している。したがって、学位審査委員会は、審査の結果、この論文を学位論文に値するものと判定した。なお、英文タイトルについて、「Evaluation method for effects of crack in concrete on pull-out behavior of post-installed anchors」に修正することとした。

最終試験結果の要旨

学位審査委員会は、提出された論文の主要部分が、下記に示す 4 編の審査付き論文として既に発表済みであることを確認するとともに、令和 2 年 2 月 5 日に開催された学位論文公聴会における質疑応答と口頭試問などに基づいて審査を行い、最終試験に合格と判定した。

発表論文（論文名、著者、掲載誌名、巻号、ページ）

1. 石原力也，国枝稔，川口潤，高橋宗臣：コンクリートのひび割れがあと施工アンカーの力学性能に与える影響評価のための試験方法の開発，日本材料学会 コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文集，Vol.15，pp.381-386，2015
2. 石原力也，国枝稔，高橋宗臣：コンクリートのひび割れがあと施工アンカーの力学性能に与える影響評価のための試験方法の開発と実験的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.39，No.1，pp.1723-1728，2017
3. 高橋宗臣，佐藤靖彦，石原力也：日本と欧米のあと施工アンカー設計手法の比較，コンクリート工学年次論文集，Vol.40，No.2，pp.571-576，2018
4. 石原力也，国枝稔，荒川 遙，高橋宗臣：ひび割れ注入補修があと施工アンカーの引抜き耐力に与える影響，日本材料学会 コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文集，Vol.19，pp.509-515，2019