

氏名(本籍)	大住 道生		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第 10021 号		
学位授与年月日	令和 3 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査学術院	理工情報生命学術院		
学位論文題目	破壊尤度の制御による極大地震動に対する道路橋の崩壊シナリオデザイン設計法の開発		
主査	筑波大学 教授	博士(工学)	庄司 学
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	松島 亘志
副査	筑波大学 准教授	博士(工学)	西尾 真由子
副査	京都大学 教授	工学博士	境 有紀
副査	東京大学 教授	博士(工学)	本田 利器

## 論文の要旨

本研究では、設計地震動を超える極大地震動に対する道路橋の耐震設計体系のエンパワーメントを目的として、道路橋を構成する構造部材の破壊尤度の制御をあわせもつ崩壊シナリオデザイン設計法の開発を試みている。

第1章では、2011年東北地方太平洋沖地震や2016年熊本地震における道路橋の地震被害を振り返りながら本研究の背景と目的について言及し、本論文の構成を示している。第2章では、既往の性能規定型設計体系の成り立ちの経緯と課題を明らかにした上で、道路橋の耐震設計体系のエンパワーメントの必要性を示し、崩壊シナリオデザイン設計法の枠組みを提案している。具体的には、起こり得る最大の地震動は特定できないが、道路橋はあらゆる地震動に備えなければならないという基本認識に立脚して、現行の耐震設計基準が求める所要の性能を確保しつつ、設計地震動を超える極大地震動に対しても、橋の崩壊に至るまでの各地震動レベルに応じて残存機能と機能回復に要する時間の観点から複数のシナリオを相対的に評価し、より望ましい崩壊シナリオに誘導することのできる設計の考え方を提案している。第3章では、道路橋の中でも桁橋とアーチ橋を取りあげ、崩壊シナリオデザインの具体の道路橋への適用方法を示し、崩壊シナリオデザインの効果を定量的に評価している。第4章では、提案する崩壊シナリオデザイン設計法の中での構造部材の破壊尤度の制御方法を一般的に示したのち、第3章の桁橋を再度取りあげ、極大地震動に対しても、対象とする道路橋を構成する構造部材の破壊尤度を適切に制御すれば、崩壊シナリオデザインが一定の信頼性をもって実現可能であることを非線形地震応答解析に基づき検証している。第5章では、本研究の結論を述べ、崩壊シナリオデザイン設計法の展開性と現時点における課題を示している。

## 審査の要旨

### 【批評】

本研究では、設計地震動を超える極大地震動に対する道路橋の耐震設計体系のエンパワーメントを目的として、道路橋を構成する構造部材の破壊尤度の制御をあわせもつ崩壊シナリオデザイン設計法を提案している（2章）。その上で、本問題設定の対象として適切な桁橋とアーチ橋を取りあげ、崩壊シナリオデザインの適用方法を示すとともに崩壊シナリオデザインの効果を定量的に評価し（3章）、極大地震動に対しても橋の構造部材の破壊尤度を適切に制御すれば、崩壊シナリオデザインが一定の信頼性をもって実現可能であることを非線形地震応答解析に基づき例証している（4章）。

本研究においては、我が国の各種構造物の性能規定型設計法の主旨や、設計基準を超える外乱作用後の構造物に求められるレジリエンスの性能に対する考え方を道路橋の耐震設計体系において拡張的に位置づけ、本提案設計法を道路橋の具体的な構造に対して解析的に実証し得ており、学術的な意義と独自性は高いと判断される。特に、橋の構造の崩壊に至るまでの地震動レベルに応じクリティカルエレメントを試行的に選定・移行しつつ、構造システムの中のクリティカルエレメント、損傷を許容する部材、及び、損傷を許容しない部材の耐震性能を階層的に序列化し、その結果明示される崩壊に至るプロセスを複数シナリオ化して、残存する構造的機能と機能回復に要する時間スケールの観点から好ましい崩壊シナリオにチューニングするという考え方は道路橋特有の考え方と言える。

本提案設計法の成立性を論じた3章や4章において採用されている解析・計算手法は信頼性に富むものであるが、現行の耐震設計の実務で適用されている一般的な手法を踏襲している。また、解析結果自体においては対象橋梁の地震応答特性に係る新たな学術的知見が得られているわけではない。しかし、我が国において数多く立地し耐震対策が喫緊の課題になっている桁橋を対象として、複数の崩壊シナリオの中から耐力階層化鉄筋の構造ディテールに工夫を施すことにより、クリティカルエレメントをRC橋脚基部から支承のアンカーボルトに移行させ、破壊尤度の制御も兼ね備えた崩壊シナリオデザイン設計法の実現方策を示した点において、耐震設計の実務的観点から高い有用性が認められる。今後の課題としては、本提案設計法の枠組みにおいて、機能回復に要する時間スケールの評価法や崩壊シナリオデザインを帰結するためのインフォームドコンセントの方法論を技術的に具体化する必要がある。

### 【最終試験の結果】

令和3年2月4日、理工情報生命学術院において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。この結果とシステム情報工学研究群構造エネルギー工学学位プログラムにおける達成度評価による結果に基づき、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

### 【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。