

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	ターンバックルブレースの締め直しによる屋内運動場の被災後補修法
Title(English)	
著者(和文)	仲田章太郎
Author(English)	Shotaro Nakada
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11834号, 授与年月日:2022年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉敷 祥一,元結 正次郎,松岡 昌志,西村 康志郎,佐藤 大樹
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11834号, Conferred date:2022/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)  
Doctoral Program

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	建築学 都市・環境学	系 コース	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	仲田 章太郎		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	吉敷 祥一	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)		

### 要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は「ターンバックルブレースの締め直しによる屋内運動場の被災後補修法」と題する全 5 章の論文である。本論文は面外変形が生じたターンバックルブレースを対象とした締め直しによる被災後補修について検討している。

第 1 章「序論」では、研究背景として、屋内運動場の耐震要素として多用される、保有耐力接合を満たすターンバックルブレースには地震時に面外変形が生ずるが、僅かな面外変形でも一般の人々の不安を煽り、避難施設としての利用に迷いを生じさせ、被災後の復旧に遅延を招く要因となっていることを述べている。これを踏まえ、数値応答解析ならびに構造実験により、ターンバックルブレースの締め直しによる被災後補修法を提案することを目的として設定している。

第 2 章「余震に対する屋内運動場の継続使用に関する解析的検討」では、複数回の地震動を想定し、屋内運動場を 1 質点系せん断ばねモデルとして数値応答解析による検討を行っている。主なパラメータは、ブレースの剛性・耐力、入力地震動の種類とレベルであり、解析モデルは文部科学省における設計例を用いている。本震の入力レベルは、本震による最大層間変形角が 0.5、1.0、2.0%となるように地動最大速度 (PGV) を調整している。一方、余震は本震に対する PGV の比 (余震倍率) として設定し、余震倍率を 0.1~1.0 となるように入力している。並行して、過去に起きた余震に関するデータベースを作成している。これらの検討結果から、余震の大きさが PGV にして本震の 20%以下であれば、本震時より最大層間変形角が増加しにくく、実際に頻発している余震の多くは PGV にして本震の 20%以下であることを明らかにしている。すなわち、本震時に安全性が確保されていれば、これまでの地震記録に基づく大半の余震に対して屋内運動場の被害は拡大しにくいため、早急に補修しなくとも屋内運動場を継続使用できる可能性があるとの結論を得ている。

第 3 章「ターンバックルブレースの締め直しによる被災後補修法の提案」では、ターンバックルブレースの締め直しによる被災後補修を対象とした構造実験を実施し、ブレースの性能回復および締め直しの施工性について検討している。ターンバックルブレースの締め直しは複数回行っても、耐力は低下することはなく、むしろひずみ硬化によって緩やかな耐力上昇を示している。また、複数回の締め直しに対しても安定した施工性が維持でき、断面が M24 以下であれば一般の人でも十分に変形を容易に修復できることを明らかにしている。

第 4 章「被災後補修による屋内運動場の变形抑制効果に関する解析的検討」では、部分的な補修を含めた余震に対する数値応答解析を行い、屋内運動場の变形を抑制させるために必要な補修量について検討している。被災直後に全てのターンバックルブレースを補修できない場合には、応急復旧として損傷したターンバックルブレースの全数量のうち 1/4 以上を桁行方向に対してバランス良く締め直すことで、大半の余震に対して本震と同等以下にまで变形を抑えることができ、使用不可と判断された屋内運動場であっても緊急時に避難所として使用できることを提案している。

第 5 章「結論」では、各章で得られた知見を総括し、本研究における結論としている。あわせて、今後の課題について示している。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)  
Doctoral Program

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of Graduate major in	建築学 都市・環境学	系 コース	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	仲田 章太郎		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	吉敷 祥一	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

This paper is a five-chapter entitled "Seismic Repair of Gymnasiums by Re-tightening Turnbuckle Braces". This paper discusses the seismic repair of turnbuckle braces with out-of-plane deformation by re-tightening.

In Chapter 1, "Introduction," the background of the research is presented. Gymnasiums are often used as evacuation facilities during disasters, and ensuring their seismic performance is an important issue in disaster prevention. However, even a slight deflection of the turnbuckle brace, which is often used as an earthquake-resistant element, causes hesitation in the use of gymnasiums as an evacuation facility. This study focus on the possibility of increased deformation of turnbuckle braces due to aftershocks and the effect of post-disaster repair by re-tightening.

In Chapter 2, "Analytical Study on Continued Use of Gymnasiums against Aftershocks", a numerical analysis is conducted using single-degree-of-freedom system to confirm the influence of aftershocks. It was clarified that the maximum deformation does not increase when the magnitude of aftershocks is less than 20% of the main shock. Furthermore, looking at the past earthquake records, it was found that most of the aftershocks that have occurred frequently are less than 20% of the main shock in terms of PGV. In other words, the damaged gymnasiums can continue to be used without urgent repairs.

In Chapter 3, "Proposal of seismic repair by re-tightening the turnbuckle brace", the experiment was conducted focusing on the mechanical behavior of the turnbuckle braces before and after retightening. It was found that the turnbuckle braces were stable performance even after multiple re-tightening.

In Chapter 4, "Analytical Study on the Effect of Seismic Repair on Deformation Suppression of Gymnasiums", a numerical analysis for aftershocks including partial repair was conducted. It was shown that more than about 1/4 of the damaged braces need to be re-tightened in order to suppress the deformation of gymnasiums against most aftershocks.

Finally, in Chapter 5, "Conclusion", the findings in each chapter are summarized. In addition, future issues are presented.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).