

「学校体育館の安全性」 山田 哲

### 学校体育館の安全性

一 東日本大震災における被害と  
熊本地震における被害 一

東京工業大学 科学技術創成研究院  
未来産業技術研究所  
山田 哲

1

### 学校体育館は地震に対してどの程度安全なのか？

文部科学省の施策により、学校の耐震化が進められた結果、東日本大震災や熊本地震では、「**学校体育館の地震による倒壊**」は発生しなかった。

しかし、被害は発生しており、避難所として使えなかっただけでなく、建て替えや、大規模な修理が必要な体育館もあった。

2

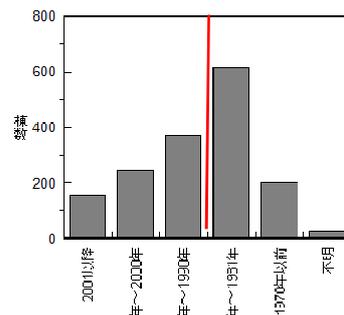
### 東日本大震災における震動被害の分布

- 調査対象は、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、栃木県の公立学校で、建物や敷地に何らかの被害が報告された学校。
- 体育館は**1473**棟
- (調査対象とした5県の公立学校の数は、調査時点(2012年)で3654校)



3

### 調査・分析対象の属性



内訳

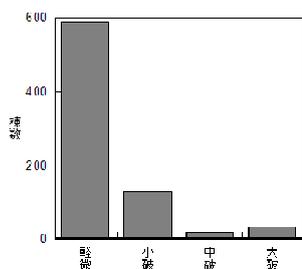
新耐震の体育館 764棟  
補強済の体育館 274棟  
補強不要の体育館 70棟  
未対応の体育館 445棟

不明 58棟

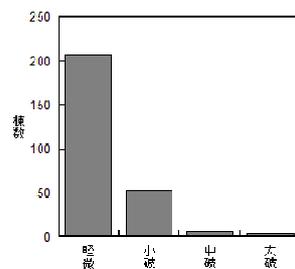
1981年に制定された耐震基準が「**新耐震**」  
それ以前の建物は「**診断**」「**補強**」の対象

4

### 建築年代, 診断・補強の有無と被災度の関係



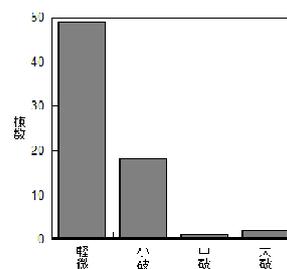
新耐震



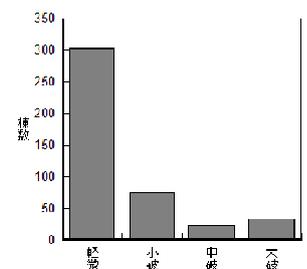
補強済

5

### 建築年代, 診断・補強の有無と被災度の関係



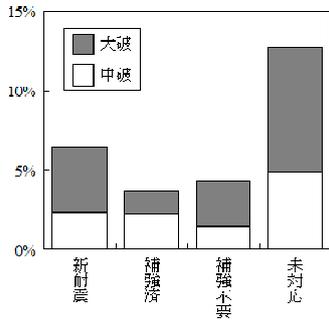
補強不要



未対応

6

### 建築年代, 診断・補強の有無と被災度の関係



大破・中破に区分される被害を受けた学校体育館の割合

7

### 震動被害の事例1(大破)



建物外観(道路側から)  
敷地は傾斜地で、2階建ての特別教室が付属している

8

### 建物外観(グランド側から)



9

### 柱脚部(特にブレースがとりつく部分)に大きな被害



10

### 水平(屋根面)ブレースも大きく変形(一部接合部で破断)



11

### 付属棟の特別教室は天井が全て落下



12

### 震動被害の事例2(大破→復旧)



13

ギャラリーより上のブレースが、ターンバックルの部分で全て破断。窓ガラスは1枚も割れていない。



14

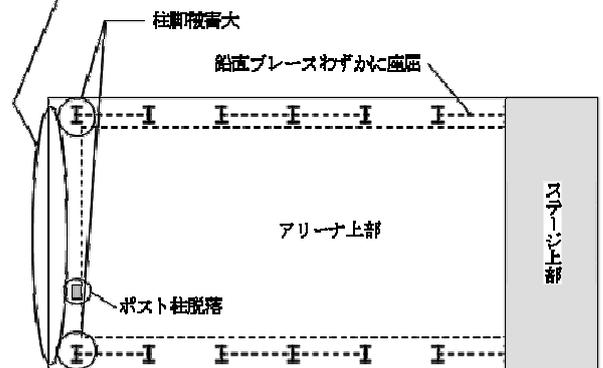
### 震動被害の事例3(中破)



15

**被害の概要:** 剛性の低い南面が大きく振られた。ポスト柱頂部の接合が外れ、外壁も外側にはらみだした。振られた側の柱脚の被害も大きい。

外壁はらみ出し・窓ガラス落下



16

剛性の低い南面が大きく振られた結果、外壁(窓ガラス)に大きな被害が発生した。



17

### 柱脚の状況



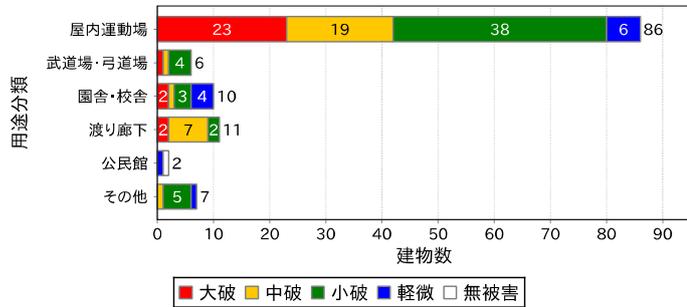
南側

北(ステージ)側

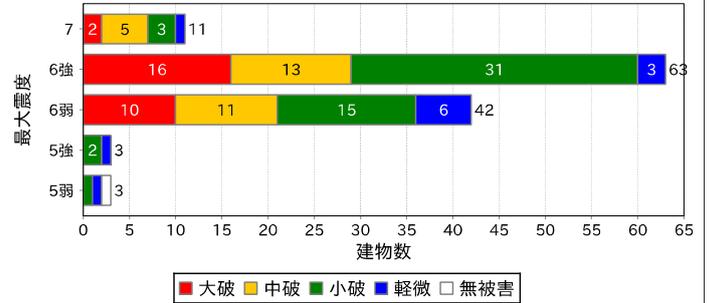
18



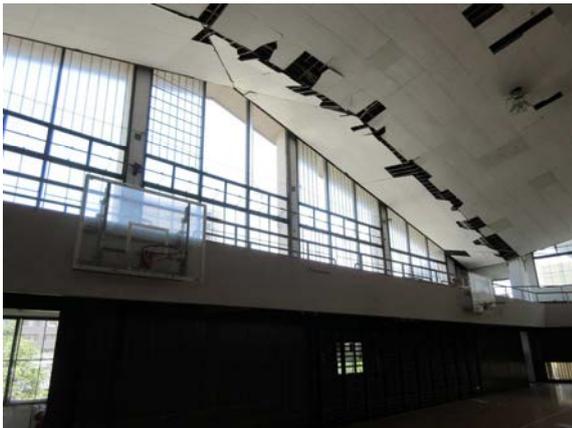
### 建物用途分類ごと建物棟数



### 最大震度ごと分類



天井材の被害事例 (熊本地震被害)  
A高校 体育館 (1/2)



天井材の被害事例 (熊本地震被害)  
A高校 体育館 (2/2)



窓・ガラスの被害事例 (熊本地震被害)  
J小学校 体育館 1998年



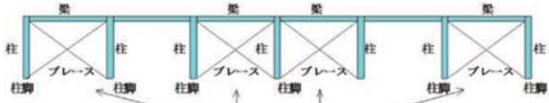
外壁(外装材)の被害事例 (熊本地震被害)  
E小学校 体育館 1973年 (1/4)

■外壁(ラスモルタル)の脱落



外壁（外装材）の被害事例（熊本地震被害）  
E小学校 体育館 1973年 (3/4)

■軸組プレースの破断



脆交いを新設する。柱、梁、柱脚についてはブレースからの応力が伝達できるかを検討し、必要に応じて補強する。

図1. 片持ち構造の横連窓を持つ屋内運動場等に対する構造面の対策例

外壁（外装材）の被害事例（熊本地震被害）  
E小学校 体育館 1973年 (4/4)

■水平プレースの破断



外壁（外装材）の被害事例（熊本地震被害）  
F小学校 体育館 1972年

■ラスモルタルの脱落



外壁（外装材）の被害事例（熊本地震被害）  
G小学校 体育館 1974年

■ラスモルタルの浮き



外壁（外装材）の被害事例（熊本地震被害）  
H小学校 体育館 1983年 (1/2)

■外壁(ALC)の脱落



外壁（外装材）の被害事例（熊本地震被害）  
H小学校 体育館 1983年 (2/2)

■外壁(ALC)の脱落(縦壁挿入筋構法)



内壁（内装材）の被害事例  
K小学校 体育館 1990年 (1/2)



内壁（内装材）の被害事例  
K小学校 体育館 1990年 (2/2)



内壁（内装材）の被害事例  
C中学校 校舎 (1/2)



内壁（内装材）の被害事例  
C中学校 校舎 (2/2)



設備等の被害事例（熊本地震被害）  
L小学校 体育館 1985年 (1/2)

■バスケットゴールの破損



設備等の被害事例（熊本地震被害）  
L小学校 体育館 1985年 (2/2)



定着部被害 (熊本地震被害)  
M小学校 体育館 (1989年) 1/3



定着部被害 (熊本地震被害)  
M小学校 体育館 (1989年) 2/3



定着部被害 (熊本地震被害)  
M小学校 体育館 (1989年) 3/3



鉄骨立体トラスの破断・落下 (熊本地震被害)  
N高校 体育館 (1996年) 1/2



鉄骨立体トラスの破断・落下 (熊本地震被害)  
N高校 体育館 (1996年) 2/2



## 熊本地震被害状況のまとめ

- 新耐震、補強済みのものも含め、構造被害・非構造被害は一定程度観察された。
- 非構造部材では、外壁・窓・天井などで被害が見られる。
- 体育館については天井が撤去されていたものが多く、対策効果はあったものと考えられる。
- (非構造ではないが) 屋根定着部の破壊・落下や屋根トラスの破断・落下が見られた。高所からの構造物の落下も注意が必要。

・<註 限られた範囲の調査結果のまとめであり、熊本地震による被害の全体像を示すものではない>