

# I 構造研究グループ

## I-1 鉄骨造体育館の耐震脆弱性改善

### Strengthening Methods Applied to Existing School Gymnasiums

(研究期間 平成 18 年度)

研究専門役

Research Coordinator of Building Technology

福田俊文

Toshibumi Fukuta

After 1995 Kobe-Earthquake, most of local governments in Japan have been implementing the seismic vulnerability assessment and strengthening of existing public school gymnasiums designed by the seismic code enforced before 1981. According to the seismic assessment carried out in Ibaraki prefecture in the last ten years, these gymnasiums are categorized into several groups with similar structural properties. In this report, the factors of structural vulnerability are summarized according to the category of these structures.

#### [研究目的及び経過]

耐震改修促進法の施行以降、既存建築物、特に1981年以前の耐震基準により設計された建築物の耐震診断と耐震補強<sup>1)</sup>は徐々に進みつつある。主たる対象は、地方公共団体の所有する学校建築である体育館と校舎である。1981年以前の設計による鉄骨造体育館については共通した構造計画上の脆弱性を類型化でき、また、その構造上の特徴に応じて適切な補強方法や補強設計上の留意事項があると考えられる。これらの建築物の診断や補強設計を担うのは、地方の個人経営の構造設計者である。彼らに、これら鉄骨造体育館の補強に関する情報を提供することは、その補強設計への適切なる助言となるもので、これらの建築物の耐震化に大いに役立つものとする。本研究は、既存鉄骨造体育館の構造の類型化・耐震上の問題点の整理、およびその構造に応じた補強方法の開発・提案を行うことを目的として開始したものであるが、1年間の研究のまとめとして、構造の類型化と耐震上の問題点の整理について報告する。

#### [研究内容]

1997年度から2005年度までに補強設計が実施された茨城県の学校体育館の事例を45件探し出し、建物の規模、構造の特徴、耐震判定指標値、耐震判定指標値を決定付けた要因、採用された補強方法の概要、補強後の耐震判定指標を、事例ごとにまとめた。これらの事例について、S造、S造とRC造の併用・混用、ラーメン構造、筋かい構造、トラスなどの構造に分類し、それらの構造ごとに脆弱性の原因をまとめた。

#### [研究結果]

成果の一部を以下に示す。

#### ①地上部分S造で桁行・梁間ともラーメン

[構造の特徴] 柱はH形断面・円形断面などの充腹材、梁はH形断面の充腹材あるいはトラス材で構成される。屋根面には、梁間方向に配置された山形ラーメンの大梁

と、桁行方向の構面の大梁と並行する繋ぎ梁で構成されるグリッドに、X形に筋かいが配置される。

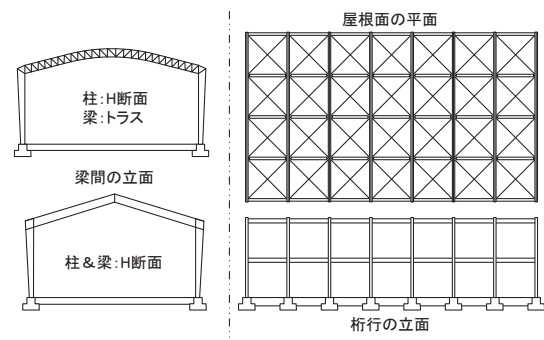


図1 構造の特徴—桁行・梁間ラーメン

[脆弱性の主な要因] 桁行方向：柱がH形断面の場合、断面の弱軸が曲げ軸となる。ラーメンのヒンジが柱頭など柱断面に形成されるため、保有水平耐力が小さい。柱梁接合部の仕口部溶接継ぎ目がすみ肉溶接で、この部分の曲げ耐力が低く、柱や梁の耐力に見合っていない。ラーメンの剛性不足で、層間変形が過大となる。

梁間方向：柱梁接合部の大梁仕口部がすみ肉溶接で接合されており、その曲げ耐力が柱あるいは梁の曲げ耐力に見合っていない。柱梁接合部が梁通しで、柱端部が仕口部となっている場合もある。独立基礎の回転耐力が小さいために、ラーメンの水平耐力が不足する。ラーメンの剛性不足で、層間変形が過大となる。

#### ②地上部分S造で桁行：筋かい構造、梁間：ラーメン

[構造の特徴] 柱はH形断面あるいは山形鋼を用いたトラス、梁は山形鋼を用いたトラスである。桁行の筋かいは丸鋼・山形鋼など細長比の大きい引張材で構成される。屋根面には、梁間方向に配置された山形ラーメンの大梁、桁行方向の構面の大梁と並行する繋ぎ梁で構成されるグリッドに、X形に筋かいが配置される。

[脆弱性の主な要因] 桁行方向について、筋かい端部接

合部が非保有耐力接合であり、筋かいが軸耐力に達する以前に接合部破断する。梁間方向について、調査した例では、梁間方向の水平耐力は十分であった。

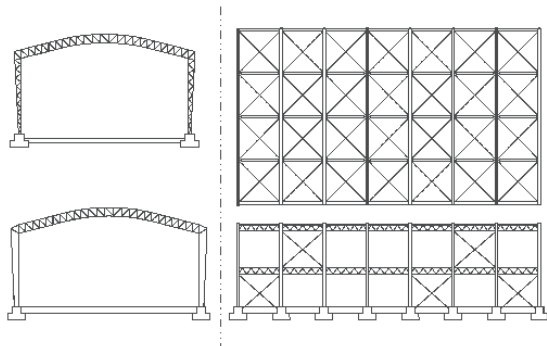


図 2 構造の特徴－桁行筋かい・梁間ラーメン

### ③地上部分 S 造で屋根構造：ダイヤモンドトラス

〔構造の特徴〕 屋根面は、弦材を山形鋼、斜材（ラチス）を平鋼とする組み立て部材からなる円筒シェル構造である。円筒シェルの両妻構面にのみ、円弧状に背の大きい組み立てトラス梁が配置され、H 形変断面の柱と剛接合されて、ラーメンを構成する。このラーメン 2 構面が梁間方向の耐震要素である。桁行方向の耐震要素は、引張形式の筋かいである。

〔脆弱性の主な要因〕 桁行方向について、筋かい端部接合部が非保有耐力接合であり、筋かいが軸耐力に達する以前に接合部破断する。梁間方向について、梁間方向ラーメンが 2 構面しかなく、水平耐力と剛性が不足する。

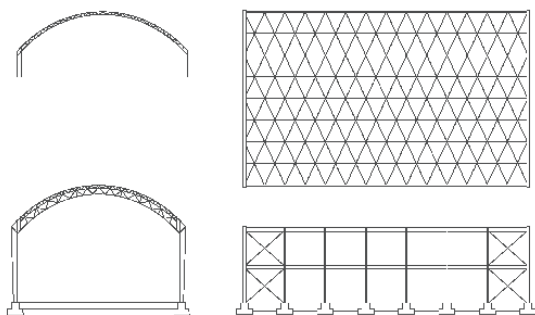


図 3 構造の特徴－ダイヤモンドトラス屋根

### ④地上部分 RC 造壁付きラーメンで S 造屋根

〔構造の特徴〕 RC 造の架構に、S 造の屋根が乗る構造である。RC 造架構は壁付きラーメンである。S 造の屋根は、ベースプレートを設け RC 造の柱頭にアンカーボルトで接合される。屋根面には、大梁と繋ぎ梁で構成さ

れるグリッドに筋かいが配置される。

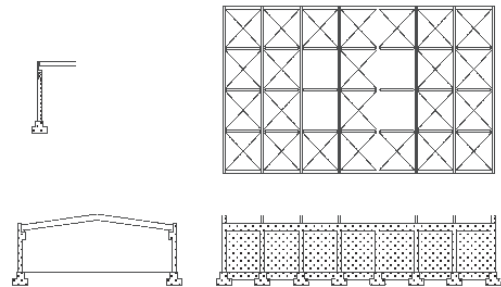


図 4 構造の特徴－RC 造架構に S 造屋根

〔脆弱性の主な要因〕 桁行方向について、RC 造部分と S 造屋根架構の接合部の耐力や、B-D 通りの RC 造柱の水平耐力が不足する。梁間方向について、中間構面の柱-基礎回転耐力、即ち構面の水平耐力が不足する。

### ⑤RC 造の架構に S 造の架構

〔構造の特徴〕 1 層は耐力壁付 RC ラーメン、2 層は S 造である。S 造部分の柱は H 形断面材、梁は桁行方向は H 形断面材あるいはトラス、梁間方向は H 形断面材で構成される。S 造柱は、RC 造の柱頭に露出柱脚として接合される。

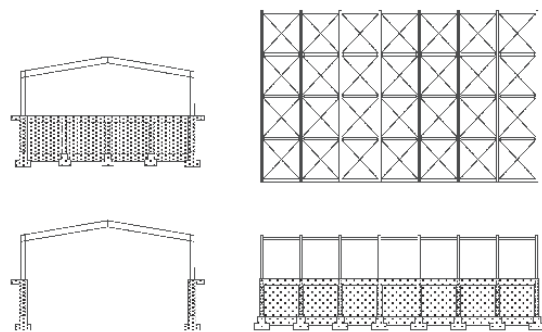


図 5 構造の特徴－RC 造架構に S 造架構

〔脆弱性の主な要因〕 桁行方向について、柱梁接合部の大梁仕口部のすみ肉溶接部の破断や S 造柱脚のアンカーボルトの耐力不足による破断により、門型ラーメン部分の水平耐力が不足する。梁間方向について、柱脚のアンカーボルトの耐力不足、あるいは柱脚の基礎の回転耐力が不足し、ラーメンの保有水平耐力が不十分である。

### 〔参考文献〕

1) 既存鉄骨造体育館等の耐震改修の手引と事例：日本建築防災協会&建築研究振興協会、2004 年 8 月