

# 既存RC造建物の大梁の強度に関する考察

Study on Girder Strength of Existing R/C Buildings

本多 良政

Yoshimasa HONDA

## 1. はじめに

旧耐震基準で設計されたRC造建物の耐震診断は日本建築防災協会の「2001年既存鉄筋コンクリート耐震診断基準」[1]により行われている。耐震診断は短時間で判断していくことを前提に作られていることから、2次診断を採用することが多い。2次診断では梁を剛強なものとして柱、壁の強度および変形性能で判定している。建物によっては梁がせん断破壊しやすい設計となっていたり、剛強と判断できなかつたりするので、診断の適用条件に合うか適切に判断することが必要である。

また、袖壁を設ける耐震補強では大梁の内法スパンが短くなるため、大梁のせん断破壊等により建物の耐震性能が十分に確保されない可能性もある。そのため、補強設計時には建物全体の耐震性能を評価している。既存建物の大梁の耐震性能の傾向が把握できていると耐震補強計画を容易に行うことができ、有用であると思われる。

そこで、旧耐震設計法で設計された建物の大梁の強度とせん断余裕度を検証し、大梁形状や建物形状による大梁の耐震性能の傾向について検討を行う。

## 2. 大梁の強度検討方法

新潟県中越地震で柱部材等が被害を受けたTS高校の旧耐震設計法で設計された2棟のRC造建物の大梁部材を対象とする。

### 2.1 建物の概要

TS高校A棟の平面図と代表的な柱、梁部材の断面を図1に、建物に使用している材料の強度を表1に示す。TS高校A棟は1966～67年に建設された鉄筋コンクリート造の3階建ての片廊下式の建物である。構造形式は、桁行方向が9スパンのラーメン構造、張間方向が4スパンの耐震壁付きラーメン構造となっている。特に、桁行方向のスパンは1教室分となっており、柱数が少ない構造計画となっている。廊下外側の架構は壁柱と壁梁で構築されている。また、教室外側の

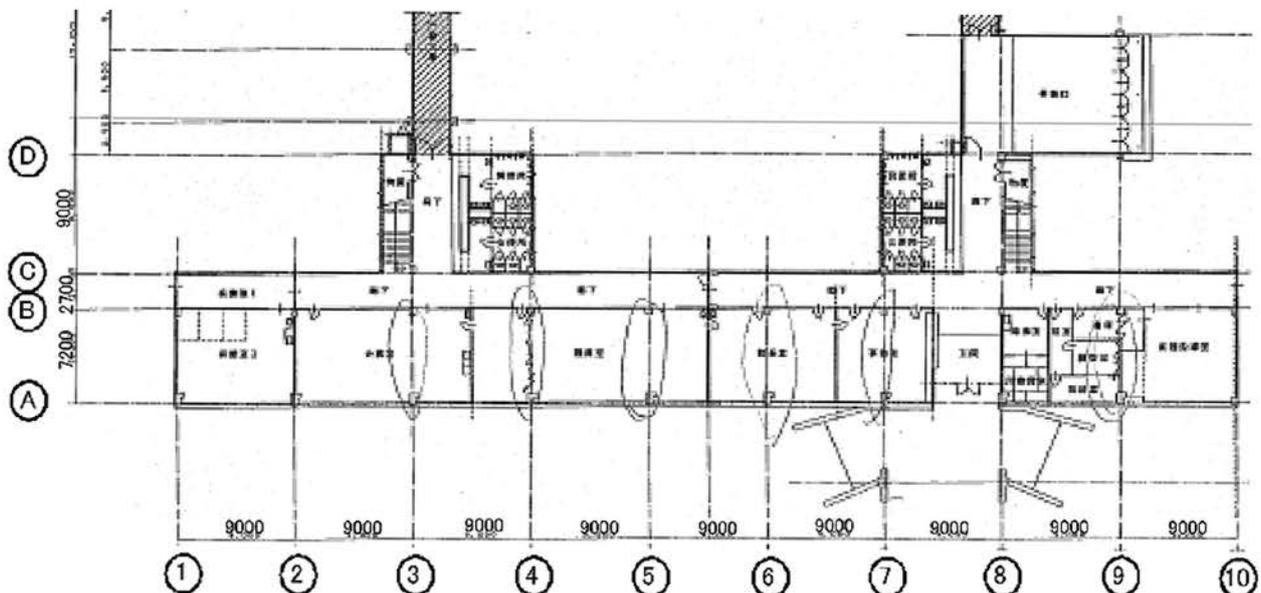


図1 TS高校A棟の平面図

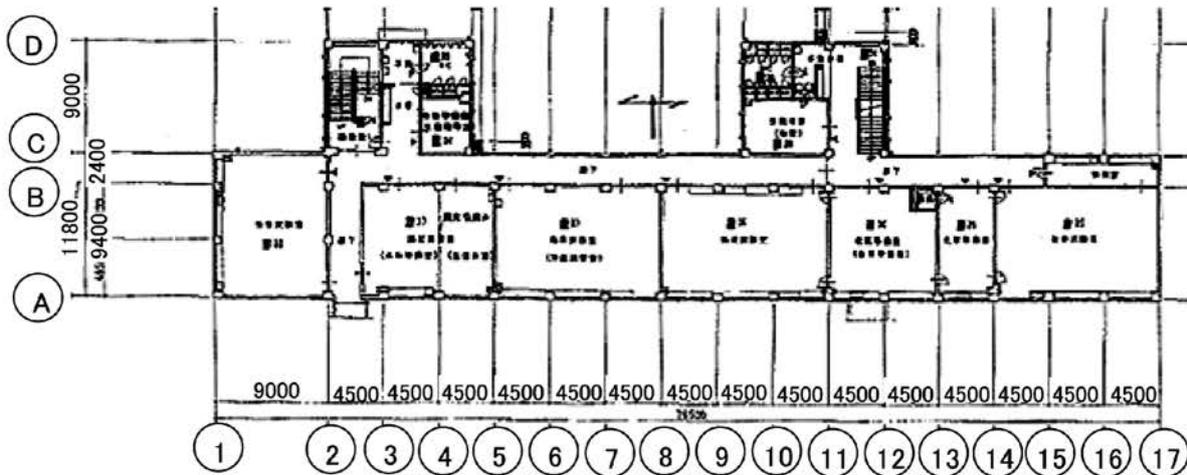


図2 TS高校B棟の平面図

表1 使用材料一覧

	コンクリート強度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	鉄筋
A棟	21	SR235
B棟	21	SR235

表2 対象大梁本数

	大梁総数	耐震壁枠梁数	対象大梁数
A棟	163	53	110
B棟	240	58	182

架構の梁は腰壁と垂壁が一体となったせいの大きい梁となっている。使用しているコンクリートの強度は $21\text{N}/\text{mm}^2$ で、鉄筋はSR235である。大梁の断面は幅が $180\sim 400\text{mm}$ で、梁せいは $500\sim 2600\text{mm}$ となっている。

B棟の平面図と代表的な柱、梁部材の断面を図2に、建物に使用している材料の強度を表1に示す。B棟は1968～69年に2期に分けて建設された鉄筋コンクリート造3階建ての片廊下式の建物である。構造形式は、桁行方向が15スパンのラーメン構造、張間方向が3スパンの耐震壁付きラーメン構造となっている。桁行方向のスパンは1教室に対して2スパンとなっている。廊下外側の架構は壁柱と壁梁で構築されている。また、教室外側の架構の梁は腰壁と垂壁が一体となった梁せいの大きい梁となっている。使用しているコンクリートの強度は $21\text{N}/\text{mm}^2$ 、鉄筋はSR235となっている。大梁の断面は、幅が $180\sim 400\text{mm}$ で、梁せいが $500\sim 2550\text{mm}$ となっている。

両建物とも建物が多雪地域に建っているので、雪荷重が考慮されている。

## 2.2 大梁強度の検討

本報告で、対象とした大梁の本数を表2に示す。2.1で記述した2棟の建物の2階より上階の全大梁

のうち耐震壁の枠梁になっていないものを対象としており、A棟が120本、B棟が182本、計292本が検討の対象となっている。大梁の終局強度は図面に基づき算定を行う。その際、大梁のせん断強度は耐震診断基準[1]に示されている荒川min式と靱性保証型耐震設計指針(靱性指針)[2]の大梁のせん断強度式で算定し、旧耐震設計法で設計された建物におけるせん断強度の違いを検証する。靱性指針によるせん断強度の算定は、各大梁を塑性ヒンジが形成しない部材として行う。大梁の曲げ強度はスラブ筋により増加するためスラブ筋を考慮する必要があるが、スラブ筋に関する情報が不足していることや多くの大梁においてスラブが上端、下端に取り付いていないことからその影響を無視して検討を行う。

本報告で対象とした建物では、大梁の断面形状やスパンが大きく影響を与えらるるので、強度とそれらの要因との関係について考察を行う。

## 3. 大梁の強度

### 3.1 荒川式による大梁の強度

図3に荒川min式により算定した大梁のせん断強度 ( $Q_{su}$ ) と曲げ強度 ( $Q_{mu}$ ) の関係を、図4にせん断強度と曲げ強度の比であるせん断余裕

度と梁せいの関係を示す。対象としている大梁の本数のわりにマークが少なくなっているが、配筋およびスパンが同じ大梁があるためである。

図3によるとA棟（図中の菱印）とB棟（図中の三角印）共に曲げ強度よりせん断強度が大きくなっており、曲げ破壊する部材が多いことがわかる。また、図4によると、A棟におけるせん断余裕度は1.2~6.8となっており、B棟では0.6~4.0となっており、B棟は梁せいに関係なくせん断余裕度が一定の範囲で分布しているが、A棟では梁せいが大きくなるとせん断余裕度が大きくなる傾向が見られた。つまり、梁せいが大きい部材ほど曲げ強度に比べ、せん断強度が大きくなることわかる。

対象とした建物の大梁では、多くの部材が曲げ破壊することが確認でき、しかも、せん断強度が曲げ強度よりかなり大きいことがわかった。柱梁接合部における大梁の終局強度と柱の終局

強度の比較を行っていないため柱崩壊形か梁崩壊形か判断できないが、梁崩壊形だとすると建物の塑性変形能力が高いことが判断できる。

### 3.2 せん断余裕度と大梁内法スパンの関係

大梁の終局強度は梁の内法スパンの影響を受ける。そこで、せん断余裕度と大梁の内法スパン

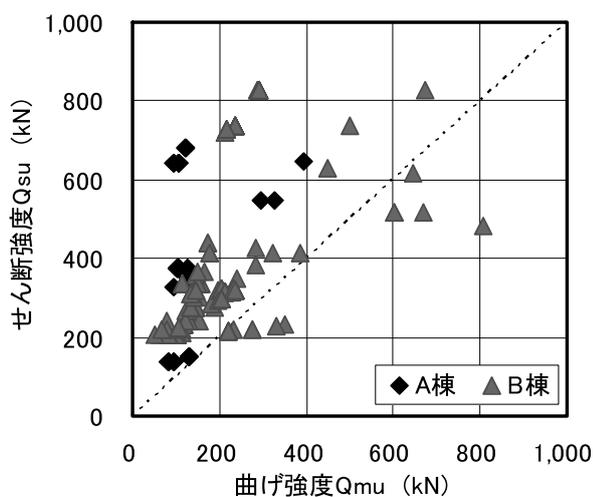


図3 せん断強度と曲げ強度の関係

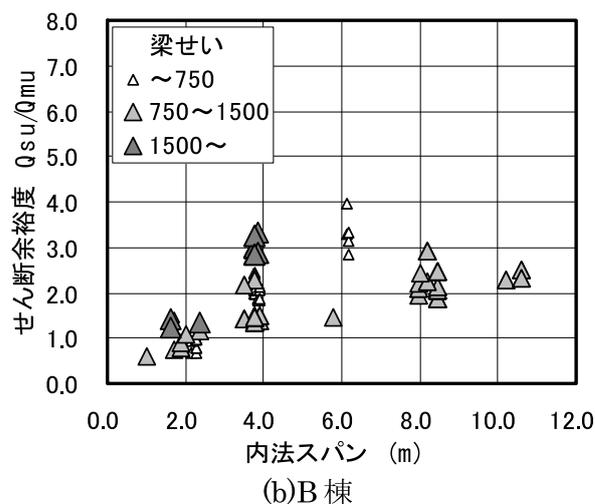
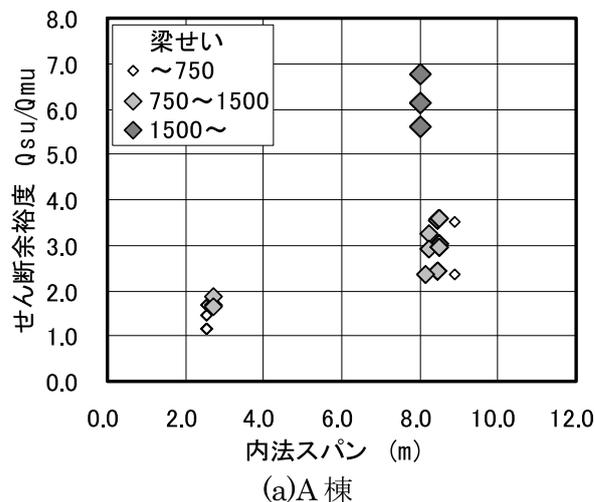


図5 せん断余裕度と内法スパンの関係

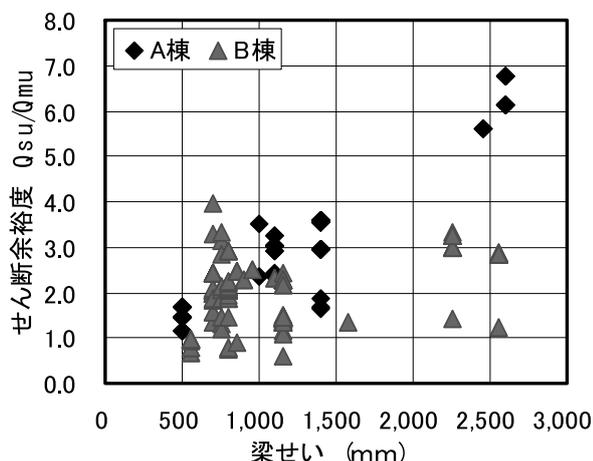


図4 せん断余裕度と梁せいの関係

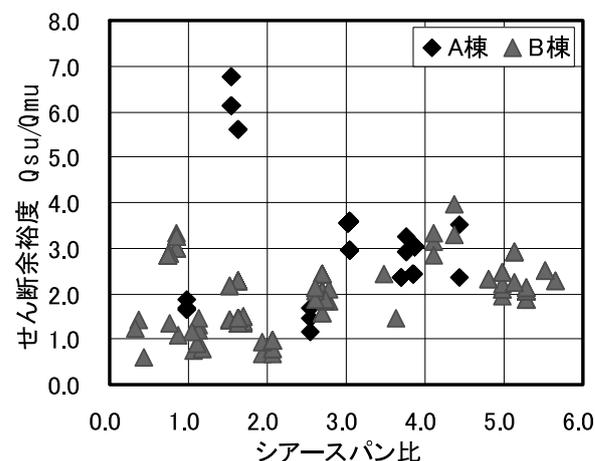
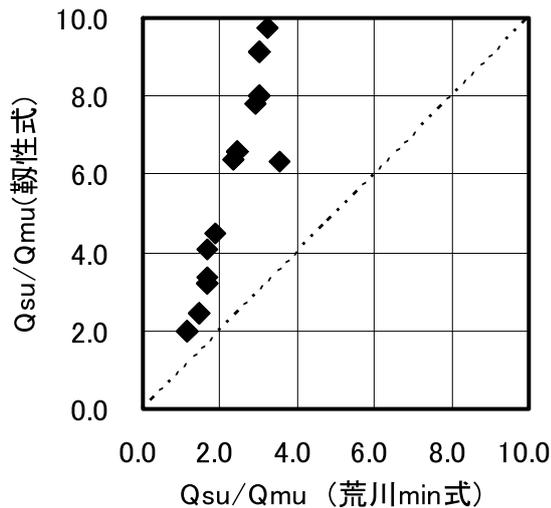


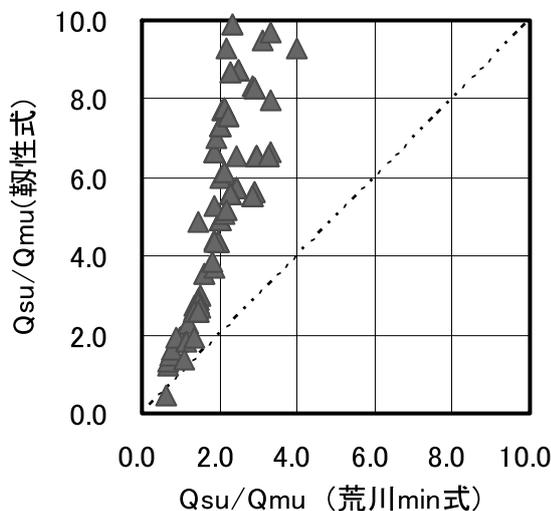
図6 せん断余裕度とシアースパン比の関係

ンの関係について検証を行った。

図に大梁のせん断余裕度と内法スパンの関係を示す。A棟、B棟ともにスパンが小さい部材のせん断余裕度が低い。B棟においてはスパン2m以下の部材でせん断余裕度が1.0を下回りせん断破壊すると判断できる。一般的に、スパンが小さくなると、曲げ強度が大きくなるためにせん断余裕度が小さくなる傾向にある。検討の結果においては、一般的な傾向をしめていていると考えられる。図6は大梁のせん断余裕度と大梁のシアースパン比（内法スパンの2倍を梁せいで除した比）の関係を示したものである。A棟ではシアースパン比が2.0で、せん断余裕度が大きくなっている部材があった。B棟ではシアースパン比2.0以下の部材でせん断余裕度が1.0を下回っており、せん断破壊すると判断できる。



(a)A棟



(b)B棟

図7 せん断強度式によるせん断余裕度の関係

### 3.3 せん断強度式によるせん断余裕度の比較

図7に靱性式と荒川式を用いて求めたせん断強度のせん断余裕度の関係を示す。図によるとA棟、B棟ともに荒川式で求めたせん断強度に比べ、靱性式で求めたせん断強度が高いことがわかる。

対象建物においては靱性式を用いた場合、大梁のせん断強度を過大評価する可能が考えられ、大梁の耐震性能を危険側に評価する可能性がある。適用については注意が必要であると思われる。

### 4. まとめ

旧耐震設計法で設計された既存建物の大梁の強度に関する検討を行い、以下のことがわかった。

1. 対象とした大梁はほとんどが曲げ破壊し、せん断余裕度はA棟が1.2~6.8、B棟が0.6~4.0であることがわかった。
2. せん断余裕度と大梁の内法スパンとの関係を検証した結果、A棟、B棟ともにスパンの小さい部材ほどせん断余裕度が低いことがわかった。一方、シアースパン比との検証ではA棟ではシアースパン比2.0で高いせん断余裕度を示したのに対して、B棟ではシアースパン比2.0以下の部材でせん断余裕度が1.0を下回っていた。
3. せん断強度を荒川min式と靱性式でせん断強度を算定して比較した結果、靱性式は荒川min式より大きな値を示す事がわかった。

謝辞 本研究では、新潟県建築設計協同組合で行った耐震診断報告書を利用させていただいた。ここに、感謝の意を表します。

### 【参考文献】

1. 日本建築防災協会：2001年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説、日本建築防災協会、2001.10
2. 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説、日本建築学会、1997.7

小山工業高等専門学校 建築学科

E-Mail : y.honda@oyama-ct.ac.jp

「受理年月日 2009年9月30日」