日本建築学会大会学術講演梗概集
（九州） 2016 年 8 月

端島の建物の劣化による構造性能低減に関する研究
その３　建物全体の構造性能の劣化度の評価

正会員　○前田匡樹 1*　正会員　岸本一蔵 2*　正会員　楠　浩一*3　正会員　椛山健二 4*
正会員　迫田丈志*5　正会員　向井智久*6　正会員　野口貴文*7

鉄筋コンクリート　文化財　構造性能
劣化　長期性能　耐震診断

１．はじめに

その３では、その２に示した部材の劣化度分類と性能低減係数を用いて、建物全体の構造性能の劣化度を評価する方法について述べる。

２．架構全体の構造性能評価の基本的考え方

本委員会が 2015 年 9 月に実施した端島の鉄筋コンクリート造（以下、RC 造）建築構造物の調査において、劣化度の評価対象とした構造性能は、(1) 鉛直荷重支持性能、(2) 耐震性能である。構造性能の劣化度の評価法は、(財)日本建築防災協会の「震災建築物の被災度区分判定基準」（以下、被災度判定基準）[1)]の RC 造建築物の考え方を準用して評価することとした。被災度判定基準では、地震により被災した建築物の被害の程度（被災度）を残存耐震性能率 R（被災前に対する被災後の耐震性能の比）で定量的に評価して判定することとしている。

部材の損傷度と荷重変形関係の概念図を被災度判定基準 [1)]より引用して図 1 に示す。柱・梁・壁などの損傷度（０，Ⅰ～V）は、部材に発生したひび割れなどの損傷状態に基づいて、地震時に部材にどの程度の最大変形が生じたか推定し、構造性能の低下の度合い（耐震性能低減係数 η）を数値化している。建物全体の残存耐震性能率 R は、各部材の耐力比（せん断柱：曲げ柱：柱無し壁：片側柱付壁：両側柱付壁＝１：１：１：２：６）と耐震性能低減係数 η に基づいて、略算できるとされている。

なお、上述のように残存耐震性能率 R は、構造性能の絶対値を評価しているわけではなく、初期性能に対する残存率（低下の度合い）を評価していることに注意する。本調査では、地震被害を対象とした残存耐震性能率 R の考え方を、経年劣化した端島の建築物の構造性能の低下に準用したものである。

３．経年劣化した RC 造建築物の構造性能残存率 R_L および R_E の評価

前述のように本調査では、被災度区分判定基準の耐震性能残存率 R の考え方を準用して、端島の経年劣化した RC 造建築物の構造性能を評価した。評価対象とした構造性能は、(1)鉛直荷重支持性能、および、(2)耐震性能の 2 種類とし、経年劣化による部材の損傷状態に基づいて劣化度をⅠ～V の 5 段階に分類し、被災度判定基準にならって劣化度ごとの性能低下係数を定め、建物全体の性能残存率を計算することとした。以下にその詳細を示す。なお、部材の劣化度の判定方法と性能低下係数については、その２に示した。

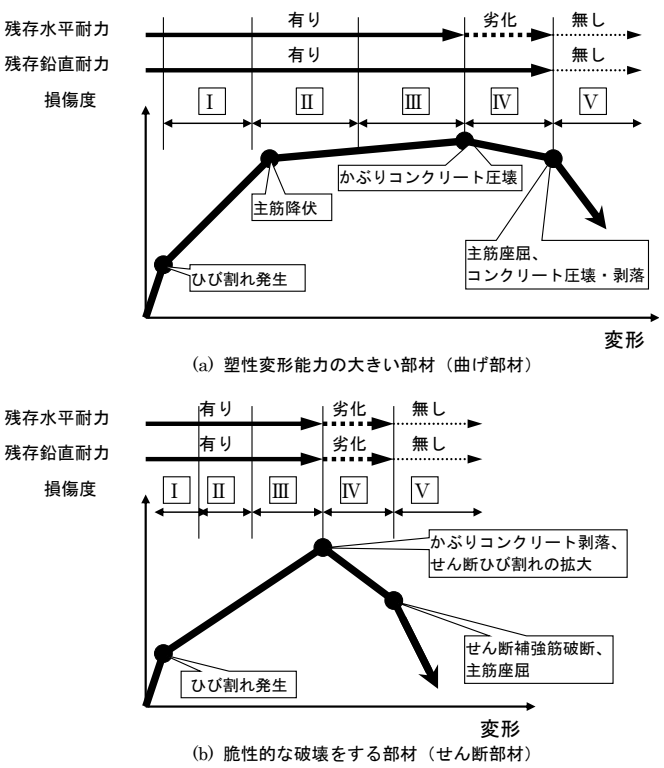

図 1　壁と梁の劣化度の集計方法

(1) 鉛直荷重支持性能

軸力などの長期荷重を支持することは重要な構造性能のひとつであり、本調査では、鉛直荷重支持性能と呼んで、残存率 R_L で評価することとした。鉛直荷重の支持能力であるので、架構全体の残存率 R_L は、軸力を負担する鉛直部材（柱、耐力壁）の劣化度（Ⅰ～V）に基づいて、計算することを基本とした。つまり、梁の劣化度については、残存率 R_L の計算には考慮しないこととした。ただし、梁および床スラブの劣化度が大きい個所（劣化度□以上）については、局部的な床崩壊の危険などがあるため、別途その位置と損傷状況等を記録した。

Study on the structural performance reduction due to environmental deterioration, Part 3 Evaluation procedure for deterioration of structural performance of aged buldings

Koichi KUSUNOKI, Kenji KABAYAMA, Ichizo KISHIMOTO, Joji SAKUTA, Masaki MAEDA, and Tomohisa MUKAI

架構全体の鉛直荷重支持性能残存率 R_L は表 2 を用いて、以下で計算することとした。

$$R_L = \frac{\sum A_j}{A_{org}} \times 100 = \frac{(\quad)}{(\quad)} \times 100 = (\quad) \qquad (1)$$

なお、本調査では、端島の建物群が評価対象であり、これらの建物は旧耐震基準の設計であるため、柱について「曲げ柱」、「せん断柱」の区別はせず全て「せん断柱」として扱うこととした。

(2) 耐震性能

経年劣化による架構全体の耐震性能の残存率 R_E は、基本的に被災度区分判定基準 [1]の方法に基づき（部材の性能低減係数は異なる）、計算することとした。鉛直部材（柱、耐力壁）に取り付く梁の劣化度が上回る場合には、梁の劣化度を当該鉛直部材の劣化度に読み替えて、架構全体の耐震性能残存率 R_E を表 3 及び式(2)により計算した。

$$R_E = \frac{\sum A_j}{A_{org}} \times 100 = \frac{(\quad)}{(\quad)} \times 100 = (\quad) \qquad (2)$$

4．まとめ

本報では、建物の構造性能の劣化度の評価法を示した。

参考文献

1) (一財)日本建築防災協会：震災建築物等の被災度区分判定基準および復旧技術指針、2001 年。

表 2　劣化による鉛直荷重支持性能残存率 R_L の計算表

	せん断柱	曲げ柱	柱なし壁	柱型付壁	両側柱付壁	合計	
総部材数	(　) +	(　) +	(　) +	(　) +	(　) =	(　)	
調査部材数	(　)① +	(　)② +	(　)③ +	(　)④ +	(　)⑤ =	(　)	
	①×1 +	②×1 +	③×1 +	④×2 +	⑤×6 =	(　)	$= A_{org}$
劣化度０	(　) +	(　) +	(　) +	(　)×2 +	(　)×6 =	(　)	$= A_0$
劣化度Ⅰ	(　)×0.95 +	(　)×0.95 +	(　)×0.95 +	(　)×1.9 +	(　)×5.7 =	(　)	$= A_1$
劣化度Ⅱ	(　)×0.9 +	(　)×0.9 +	(　)×0.9 +	(　)×1.8 +	(　)×5.4 =	(　)	$= A_2$
劣化度Ⅲ	(　)×0.9 +	(　)×0.9 +	(　)×0.9 +	(　)×1.8 +	(　)×5.4 =	(　)	$= A_3$
劣化度Ⅳ	(　)×0.8 +	(　)×0.8 +	(　)×0.8 +	(　)×1.6 +	(　)×4.8 =	(　)	$= A_4$
劣化度Ⅴ	(　)×0.3 +	(　)×0.8 +	(　)×0.8 +	(　)×1.6 +	(　)×4.8 =		$= A_5$

$$\sum A_j = A_0 + A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 = (\qquad)$$

表 3　劣化による耐震性能残存率 R_E の計算表

	せん断柱	曲げ柱	柱なし壁	柱型付壁	両側柱付壁	合計	
総部材数	(　) +	(　) +	(　) +	(　) +	(　) =	(　)	
調査部材数	(　)① +	(　)② +	(　)③ +	(　)④ +	(　)⑤ =	(　)	
	①×1 +	②×1 +	③×1 +	④×2 +	⑤×6 =	(　)	$= A_{org}$
劣化度０	(　) +	(　) +	(　) +	(　)×2 +	(　)×6 =	(　)	$= A_0$
劣化度Ⅰ	(　)×0.95 +	(　)×0.95 +	(　)×0.95 +	(　)×1.9 +	(　)×5.7 =	(　)	$= A_1$
劣化度Ⅱ	(　)×0.6 +	(　)×0.75 +	(　)×0.6 +	(　)×1.2 +	(　)×3.6 =	(　)	$= A_2$
劣化度Ⅲ	(　)×0.65 (　)×0.33 +	(　)×0.5 (　)×0.2 +	(　)×0.65 (　)×0.33 +	(　)×1.3 (　)×0.66 +	(　)×3.9 (　)×1.98 =	(　)	$= A_3$
劣化度Ⅳ	(　)×0.25 (　)×0.1 +	(　)×0.25 (　)×0.1 +	(　)×0.25 (　)×0.1 +	(　)×0.5 (　)×0.2 +	(　)×1.5 (　)×0.6 =	(　)	$= A_4$
劣化度Ⅴ	(　)×0 +	(　)×0 +	(　)×0 +	(　)×0 +	(　)×0 =		$= A_5$

※損傷度Ⅲ，Ⅳの上段：かぶり片側剥落、下段：かぶり両側剥落

$$\sum A_j = A_0 + A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 = (\qquad)$$

1*東北大学大学院工学研究科　教授　博士(工学)
2*近畿大学建築学部　教授　博士(工学)
3*東京大学地震研究所　准教授　博士(工学)
4*芝浦工業大学工学部　教授　博士(工学)
5*(株)堀江建築工学研究所　博士(工学)
6*(国)建築研究所構造 G　主任研究員　博士(工学)
7*東京大学大学院工学系研究科　教授　工学博士

1* Tohoku University, Professor, Assoc. Prof. Dr. Eng.
2* Kindai University, Professor, Dr. Eng.
3* Earthquake Research Institute, the Univ. of Tokyo, Dr. Eng.
4* Shibaura Institute of Technology, Professor, Dr. Eng.
5* Horie Engineering and Architectural Research Institute, Dr. Eng.
6* Building Research Institute, Senior Researcher, Dr. Eng.
7* The University of Tokyo, Professor, Ph.D