

構造物中の劣化部の空間分布の違いが構造性能に及ぼす影響

長岡技術科学大学 学生会員 ○安藤 翔太
正会員 下村 匠

1. はじめに

塩害による鋼材腐食などの材料劣化は一般に構造物中で一様に生じるのではなく、位置によって劣化の程度が異なる。しかし、設計段階において劣化が生じた後の構造物の性能を考える際には、構造物中の劣化の分布を精密に予測することが困難であるので、通常は構造物中に一様な材料劣化を仮定する。このように仮定することは、簡単であり、一般的には安全側の結果をもたらすと考えられる。

一方、現在、飛来塩分などの劣化の原因となる環境作用予測の高精度化を目的に研究¹⁾が進められている。将来的には、構造物中の腐食分布を精度良く予測し、これに基づき構造性能を予測することも可能になると考えられる。そうすると、現在、設計において余裕を見て評価している劣化後の構造性能も、より現実的に即して、構造物の残存性能を期待することが可能となる。

では、実際に、部材、構造物中の腐食分布の違いが構造性能に及ぼす影響はどの程度あるのかについて、本研究では実験的に検討する。

2. 部材中の劣化部の空間分布の違いが部材の耐力性能に及ぼす影響の検討

2. 1 実験概要

部材軸上の腐食位置を実験水準として、図1に示すような局所的に腐食を導入した鉄筋コンクリートはり供試体(幅70mm、高さ100mm、部材長1250mm、鉄筋比1.27%)を作製し、載荷試験を行った。載荷はせん断スパン450mm、等曲げ区間210mmの4点曲げ載荷とした。

2. 2 結果と考察

図2に各供試体の荷重－中央変位関係を示す。なお、同図中に部材内で一様な腐食を仮定したRC理論に基づく曲げ解析による終局荷重を点線で示した。実験における各供試体の最大腐食率は35%前後であったので、曲げ解析では主鉄筋断面積を35%減少させて終局荷重を算出した。

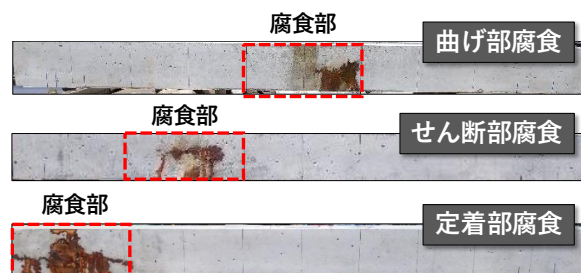


図1 腐食部の異なる各供試体

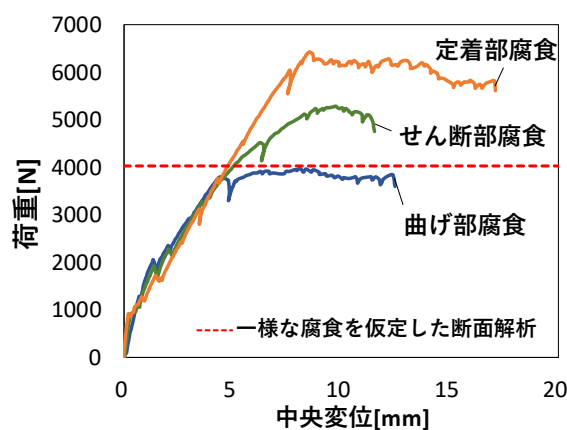


図2 供試体の荷重－変位関係

実験結果によると劣化部の腐食率が同程度であっても、最大曲げモーメントが作用する曲げ部が腐食した供試体の耐力がもっとも小さく、定着部が腐食した供試体の耐力がもっとも大きい。破壊モードはいずれの供試体も曲げ引張破壊であった。

一様な腐食を仮定して算定した曲げ耐力は、耐力がもっとも低い曲げ部が腐食した供試体と一致しており、安全側の評価をしていることが確かめられる。

ただし、これは本実験結果のように腐食部位に関わらず破壊モードが曲げ引張する場合にいえることであり、腐食の程度が極端に大きいと、腐食部位によっては破壊モードが変わり、耐力が著しく低下する場合もあると考えられるので、別途検討が必要である。

3. 構造物中の劣化部の空間分布の違いが構造物の耐力性能に及ぼす影響

キーワード 塩害 鉄筋腐食 腐食分布 耐久性
連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1

3. 1 実験概要

多主桁の構造物を模した構造物供試体を作製し、鉄筋が腐食した劣化部材の数と配置を実験水準（表 1）として、載荷試験（図 3， 4）を行った。

3. 2 結果と考察

各供試体の荷重－最大中央変位関係を図 5 に示す。3 部材中の中央変位のうち最大値を最大中央変位としている。なお、同図中に構造物中のすべての部材に一樣な腐食を仮定した曲げ解析による終局荷重を点線で示した。すべての劣化部材（M1～M5）の最大腐食率は、35～40%であった。そこで、終局荷重は腐食率 40%として算出した。

劣化部材の本数が同じである [M1-M2-N] と [M3-N-M4] を比べると、中央の部材が健全な水準 ([M3-N-M4]) が高い耐荷力を有していることがわかる。図 6 に示す構造物供試体の最大荷重時における部材の変位分布からわかるように、[M3-N-M4] では左右対称に劣化部材が位置していることから、構造物全体の剛性が左右対称となる。そのことから、中央の健全部材が効果的に耐荷性能を発揮する耐荷機構が形成された。一方、[M1-M2-N] では、劣化部材が片側に偏在しているため、端の劣化部材の降伏後に、端の劣化部材の変形が先行し、健全部材の耐荷性能が有効に活かされることなく構造物が終局に至ったと考えられる。

構造物中の腐食箇所の違いにより、健全部材と劣化部材が協働するメカニズムに違いが生じ、構造物の構造性能に差が生じることが実験的に確認された。これは既往の解析的検討²⁾により予測された結果と一致する。このように健全部材と劣化部材の協働メカニズムを適切に考慮して構造物の残存性能を予測するためには、非線形有限要素解析などの構造物中の劣化の空間分布の影響を考慮できる構造性能評価法が必要である。

4. まとめ

部材、構造物中の鋼材腐食による劣化部の空間分布の違いが構造物全体の性能に及ぼす影響を実験的に検討した。その結果、はり供試体は、劣化位置と断面力分布の関係により部材の最大荷重が異なること、多主桁の構造物を模した供試体では、腐食した部材の配置によって構造性能が異なることが確認された。また、測定された最大の腐食率を部材、構造物中に一樣に仮定することは、設計上安全側となることが確認された。

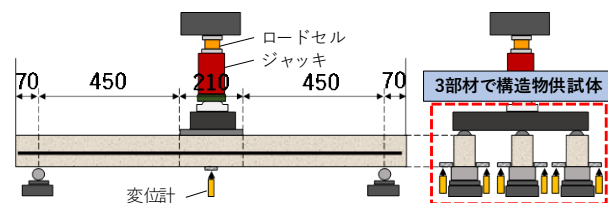


図 3 構造物供試体の載荷試験

表 1 実験水準

1	劣化 M1	劣化 M2	健全 N
2	劣化 M3	健全 N	劣化 M4
3	劣化 M5	健全 N	健全 N

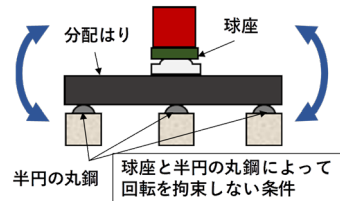


図 4 載荷点付近の詳細

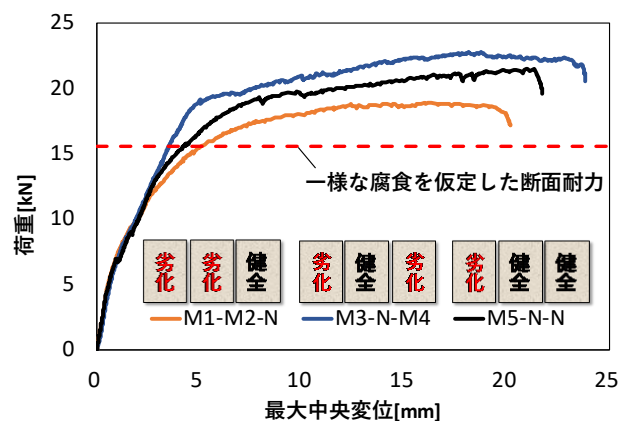


図 5 構造物供試体の荷重－最大変位関係

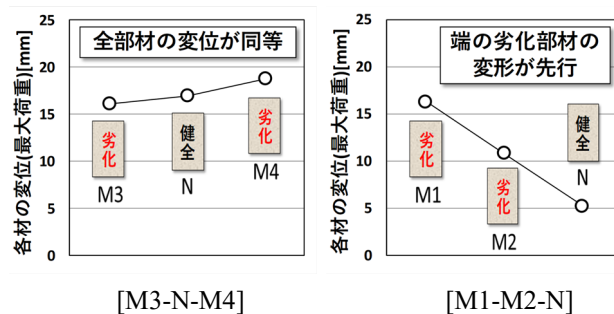


図 6 最大荷重時の各部材の変位分布

参考文献

- 1) 中村文則 他：大気中に供給された海水飛沫の時間・空間的な変動に関する現地観測とその予測解析，土木学会論文集 B2，Vol.74，No.2，pp.I_1285～I_1290，2018
- 2) 土木学会：続・材料劣化が生じたコンクリート構造物の構造性能，コンクリート技術シリーズ 85，pp297～307，2009