

塩害により腐食劣化した RCT 桁主鉄筋の機械的性質

株式会社 中央建設コンサルタント ○正会員 砂川章次
 琉球大学工学部 准教授 正会員 下里哲弘
 琉球大学工学部 技術部 正会員 淵脇秀晃
 株式会社 総合設計コンサルタント 正会員 太田清志

1. 研究目的

本研究は、56 年間供用し塩害による著しい劣化損傷が原因で撤去された RCT 桁橋から切り取った耳桁 2 本の載荷試験後にはつり出した腐食鉄筋の機械的性質の把握を目的として行った引張試験結果について報告するものである。また、その算定値を後々の数値解析に用いる事をさらなる目的とする。

2. 試験鉄筋の選定と験概要

試験対象鉄筋は、目視にて腐食が激しいと判断した鉄筋を基本に 13 本選定した。主鉄筋は、混在した異形と丸鋼鉄筋の中から異形を 6 本、丸鋼を 7 本選定した。一部分ではあるが、選定した鉄筋の腐食状況を写真-1 に示す。鉄筋径の計測は、ワイヤーブラシおよび点検ハンマー等を用い除錆を行い、目視にて断面欠損が激しいと判断した箇所についてノギスにより行った。断面積は、細径とそれに直交する径を計測し、その平均値により算出した。ひずみゲージの貼付位置は、1 本の試験鉄筋に対し断面欠損が激しいとの判断によりノギスにて計測した数箇所に貼付けた。数カ所に貼付けた理由としては、試験体の腐食損傷が激しいため断面積が最も小さい箇所のみにて降伏、または破断が生じるとの判断に至らなかったからである。

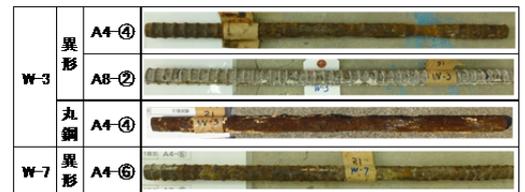


写真-1

3. 試験結果

3. 1 試験結果一覧表

腐食した鉄筋の性状を示す 3 本の引張試験結果と、比較的健全な鉄筋の性状を示した A8-②の引張試験結果を全試験結果から抜粋し表-2 に示す。

また、参考のため JIS 規格の鉄筋の機械的性質を表-1 に示す。表-2 には引張試験結果に加えて弾性係数、断面積比率¹⁾、破断位置を示している。断面積比率とはゲージ貼付位置の断面積を公称断面積で除した値である。両表より断面積の違い、および破断時の伸び率の違いが確認できるが、腐食鉄筋の伸びが小さくなっている事がわかる。

表-1 鉄筋の機械的性質(JIS 規格)

JIS番号	鉄筋種類	公称断面積 mm ²	降伏点強度 N/mm ²	引張強さ N/mm ²	伸び %	備考
G3112	SR235	490.9	235以上	380~520	20以上 24以上	伸びの値は引張試験片の違いによる。
	SR295	490.9	295以上	440~600	18以上 19以上	
	SD24	506.7	235以上	380~520	18以上 22以上	
	SD30	506.7	295以上	480~620	14以上 18以上	

表-2 引張試験結果一覧表

試験体名称	鉄筋種類	鉄筋番号	段数	ゲージ番号	断面積 mm ²	降伏荷重 kN	最大荷重 kN	降伏ひずみ $\mu \epsilon$	伸び %	弾性係数 $\times 10^5 \text{ kN/mm}^2$	断面積比率	破断位置
W-3	異形 D25	A4-④	1	①	248.8	86.0	99.1	2963	3.4	3.59	0.49	-
				②	150.7	77.0		4354		2.17	0.30	○
	丸鋼 $\phi 25$	A4-④	2	①	358.0	117.8	162.0	4221	12.2	1.58	0.73	-
				②	338.2	120.3		2610		5.83	0.69	付近
W-7	異形 D25	A4-⑥	1	①	422.7	128.7	199.5	3723	12.1	1.77	0.83	②付近
				②	473.4	120.2		3438		1.77	0.93	(孔食)

3. 2 試験結果および考察

(1) A8-②_異形：A8-②における引張力-ひずみ曲線を図-1 に示す。最も断面欠損が激しい箇所の断面積比率が 0.89 であることから腐食による断面減少は小さい試験体であると言える。また図より、降伏→降伏棚→ひずみ硬化→ピーク強度と理想的な引張試験結果となっている。軟化領域については、ひずみゲージの能力上知り得ることができなかった。引張試験結果から本試験体は、腐食状況、および鉄筋の材質が全長にわたり様な状態であり、局部的な孔食の存在もなかったと判断できる。

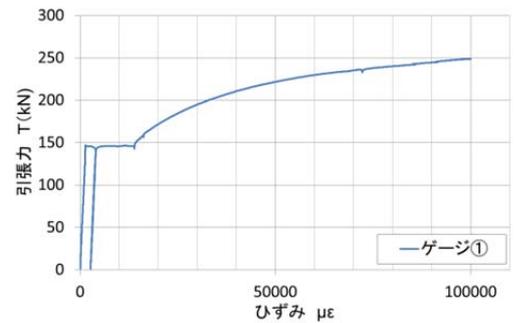


図-1 A8-②_異形

(2) A4-④_異形：A4-④における引張力-ひずみ曲線を図-2 に示す。最も断面欠損が激しい箇所の断面積比率はゲージ①および②の箇所でそれぞれ 0.49, 0.3 であり腐食による局部的な断面減少がかなり大きい試験体であると言える。引張試験結果から、断面積比率および弾性係数ともに小さいゲージ②の位置で最初に降伏に達し破断している。このことから腐食による断面欠損の激しい箇所が部材応力的に弱点になると言える。また、破断時の伸び率は 3.4(%)と全試験体の中で最も小さい値であった。これは、降伏に達するまでは、ある程度様にひずみが増えていくが降伏後は断面が小さい箇所に応力が集中し、局部的なひずみの増加となるためである。

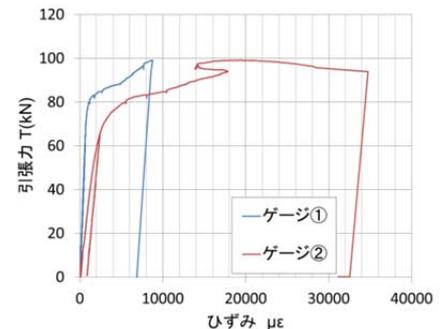


図-2 A4-④_異形

(3) A4-④_丸鋼：A4-④における引張力-ひずみ曲線を図-3 に示す。最も断面欠損が激しい箇所の断面積比率はゲージ①および②の箇所でそれぞれ 0.73, 0.69 である。よって、残存断面積は、ゲージ②の位置のほうが小さい。しかし、図より残存断面積の大きいゲージ①のほうが先に降伏に達している。これは、ゲージ①②の位置における材質の違いが要因であると考えられる。表-3.2 に弾性係数を示してあるが、その値からも見て取れる。一方、破断位置は、ゲージ②付近であった。これは、ゲージ①よりも②付近の残存断面積が小さい事と、①と②の間接的な材質となっており、残存断面積と材質のバランスが破断に至る要素と合致していたものと推測する。

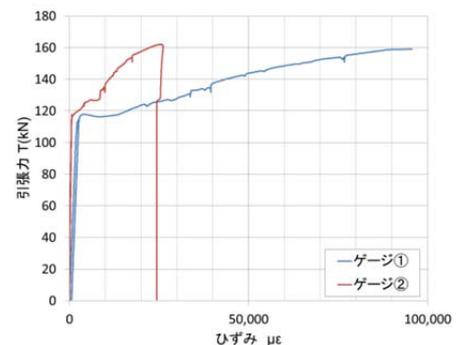


図-3 A4-④_丸鋼

(4) A4-⑥_異形：A4-⑥における引張力-ひずみ曲線を図-4 に示す。最も断面欠損が激しい箇所の断面積比率はゲージ①および②の箇所でそれぞれ 0.83, 0.93 である。よって、残存断面積が小さいゲージ①の位置が最初に降伏に達するはずであるが試験結果は残存断面積が大きい②の位置が先に降伏に達している。よって、②の箇所を確認したところ孔食の存在が確認された。断面積はノギスによる計測であるため孔食による断面欠損分が考慮されていないのが要因であると判断する。また、破断位置は、ゲージ②付近であり、その箇所も孔食が確認できた。

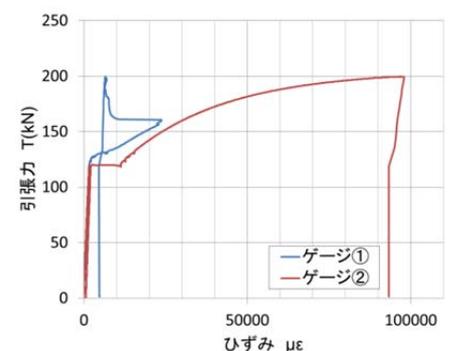


図-4 A4-⑥_異形

4. まとめ

(1) 腐食損傷した鉄筋の降伏応力度等の機械的性質は基本的に断面欠損が激しい箇所にて評価できるが、孔食や鉄筋生産時の材質の不均一性が影響してくる。(2) 今回の試験結果では木村¹⁾らの試験結果と同様に腐食による物性値の変化は見られなかった。(3) 局部的な孔食や断面減少が著しい鉄筋では脆性的な破壊の可能性も考えられる。

5. 参考文献

- 1) 木村嘉富, 花井拓, 岡智彦: 劣化したRC橋の耐荷力評価に関する研究—倉谷橋の载荷試験—土木研究所資料 第4234号 2012年8月