

大正時代に建設された鉄筋コンクリート橋の調査 －相場橋(三重県いなべ市)－

岐阜工業高等専門学校	犬飼利嗣	岐阜市立女子短期大学	服部宏己
コンクリート技術支援機構	小川 健	名古屋大学大学院	国枝 稔
竹本油脂	齊藤和秀	三重大学大学院	三島直生
ワカマツ構造設計	若松彰志	ワカマツ構造設計	多田 慧

概要

NPO法人コンクリート技術支援機構(ASCoT)は、大正13年に建設された相場橋(三重県いなべ市)の架け替えにともない、当時の材料品質や鉄筋コンクリートの技術を知る上で調査を行った。

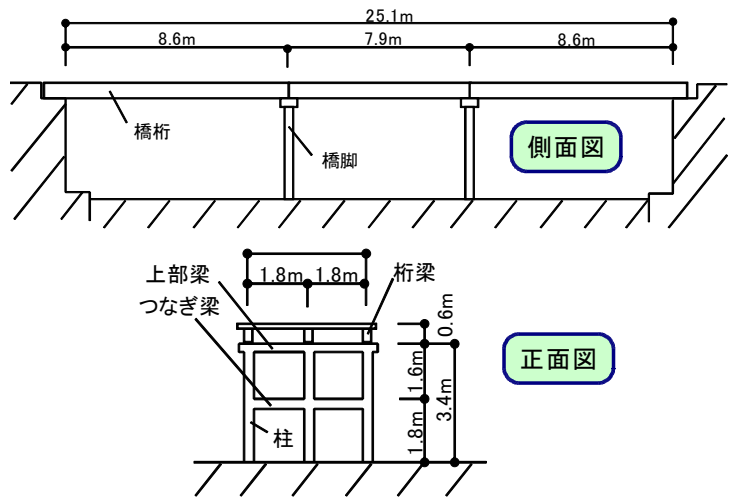
桁および柱脚からコンクリートコアと鉄筋を採取し、硬化コンクリートと鉄筋の物性について調査した。また、実測により部材断面図を作成し、架構モデルの解析により構造安全性についても検討した。



解体直前の相場橋

調査項目

規準および図書類	・ 設計・施工
コンクリート	・ 単位容積質量 ・ 圧縮強度 ・ 中性化深さ ・ 組織観察 ・ 細孔構造
鉄筋	・ 腐食量 ・ 物理的性質
構造安全性	・ 解析



一般図

調査結果

■ 規準および図書類

1901年(明治34年)	公道橋梁設計示法書
1903年(明治36年)	鉄筋混疑土橋梁(廣井勇著)
1906年(明治39年)	鉄筋コンクリート(井上秀二著)
1907年(明治40年)	鉄筋コンクリート工法(後藤佐彦著)
1919年(大正 8年)	道路構造令・街路構造令

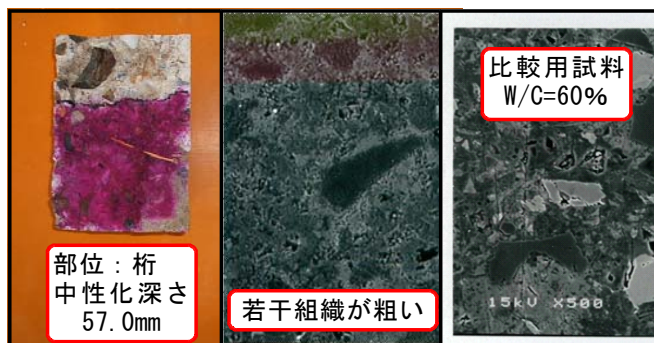
● 規準類として、公道橋梁設計示法書や道路構造令・街路構造令があり、鉄筋混疑土橋梁、鉄筋コンクリート、および鉄筋コンクリート工法などの図書類がある。

■ 単位容積質量および圧縮強度

部位	単位容積質量 (kg/m ³)	圧縮強度 (N/mm ²)
桁	2140	24.9
柱脚	2330	25.0

- 単位容積質量は、桁で2140kg/m³、柱脚で2330kg/m³であり、概ね一般的な値である。
- 圧縮強度は25.0N/mm²程度であり、部位による差はみられない。当時、妥当とされていた圧縮強度の値(161kgf/cm²)を十分満足している。

■ 中性化深さおよびセメントペースト部分の反射電子像



中性化深さ

反射電子像

- 中性化深さ(部位：桁)は57.0mmであり、中性化速度は6.2mm/√年と算定される。
- 左側の画像(相場橋サンプル)では、白色部分はほとんどなく黒色部分が散在しており、若干粗い組織になっている。

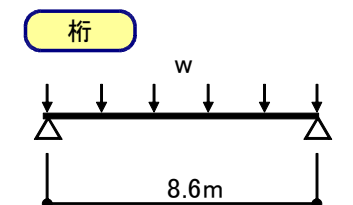
■ 鉄筋の腐食量と物理的性質



主筋(φ38mm)

- 主筋の腐食率は1.39~1.42%の範囲にあり、極めて軽微な腐食である。
- 主筋No. 1は降伏点および引張強さが他の2本に比べて大きく、規格の異なる棒鋼であると推察される。

■ 構造安全性

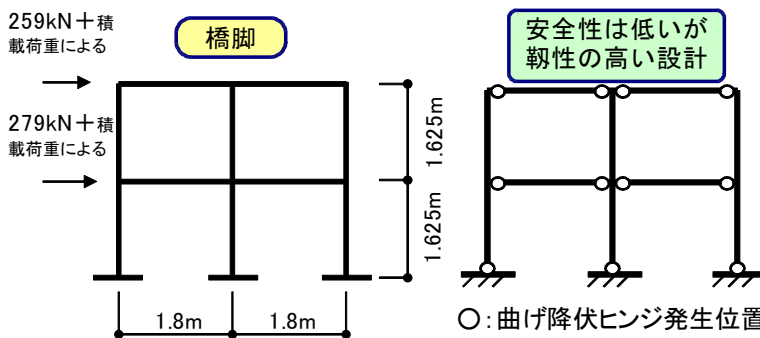


w: 固定荷重(6.48kN/m) + 積載荷重

比較的安全

桁の計算結果

種類	長期許容値	長期最大積載荷重
曲げモーメント	249 kN・m	9711 N/m ²
せん断力	87 kN	5988 N/m ²



支持条件: 固定支持

橋脚の計算結果

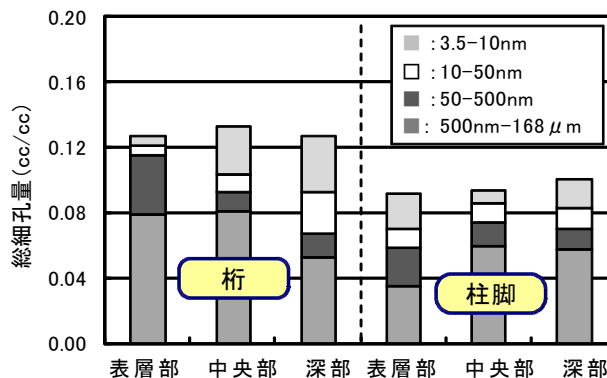
層別	Qu	Qun	$\frac{Qu}{Qun}$	終局時最大積載荷重	層間変形角
1	140 kN	140 kN	1.00	2200 N/m ²	1/361
2	132 kN	99 kN	1.33		1/226

- 桁は、長期荷重に対して約6,000N/m²の積載荷重まで耐えられ、比較的安全性は高い。
- 橋脚は、地震力に対して2,200N/m²の積載荷重までしか耐えられず、比較的安全性は低い。ただし、梁降伏先行型の崩壊形を示し、靱性の高い設計となっている。

まとめ

- 硬化コンクリートと鉄筋の調査結果から、当時の材料品質を概ねではあるが確認した。
- 架構モデルの解析により構造安全性を検討し、桁は比較的安全性が高いこと、橋脚は靱性の高い設計ではあるものの、比較的安全性が低いことなどを確認した。

■ 細孔径分布



- 桁では、総細孔量には部位による差はみられないが、50nm以上の大径空隙は試料内部になるほど減少している。一方、柱脚では、このような特徴はみられないが、桁と比較して総細孔量が小さくなっている。圧縮強度は同程度であるが、細孔構造には違いがみられる。

測定項目	No. 1	No. 2	No. 3
腐食率 (%)	1.39	1.42	1.39
弾性係数 (GPa)	210	205	190
降伏点 (MPa)	301	273	246
引張強度 (MPa)	498	404	405