

第V部門

現場試験に基づく塩害劣化 RC 橋の構造パラメータ同定と安全性評価

神戸大学工学部 学生員 ○権 明直
神戸大学工学部 正会員 森川 英典

神戸大学大学院 学生員 小島 大祐

1. **はじめに**：近年、塩害劣化RC橋の早期劣化が社会問題化している。適切かつ合理的な維持管理を行うには、実状に即した評価が必要である。本研究では塩害劣化した実橋梁に対し現場試験を行い、構造特性を評価するために構造パラメータを同定し、安全性評価を行った。

2. **対象橋梁および現場試験の概要**：現場試験を行った橋梁は兵庫県内にあるRC単純T桁橋であるA橋であり、評価する劣化機構は塩害劣化のみとした。図-1 に橋梁断面図を、表-1 に初期条件をそれぞれ示す。下流側から順にA桁、B桁、C桁としA,B桁にはかぶりのはく落による鉄筋露出が確認でき、C桁にははく落部分はない。また現場試験では 20tfトラックによる静的載荷試験を行った。この時、前輪荷重がスパン内に含まれるため、前輪荷重の影響を考慮しトラックの向きを変化させて載荷を行った。

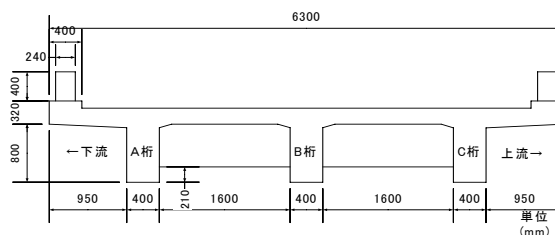


図-1 橋梁断面図

表-1 初期条件

橋梁形式	3主桁
架設年	1959
側面かぶり(mm)	36
下面かぶり(mm)	66
コンクリート強度	51.5
鉄筋径	φ28
スパン長(m)	11.1

A桁載荷(前輪左岸)

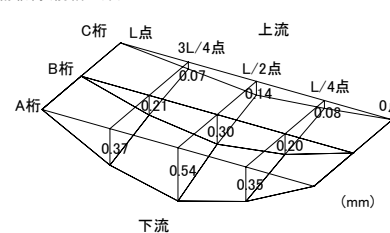


図-2(a) A桁たわみ

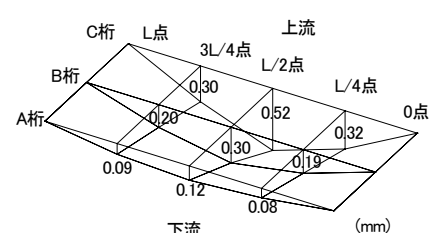


図-2(b) C桁たわみ

3. **載荷試験結果**：図-2 にA桁・C桁のたわみを示す。目視から判断してA桁にははく落部分が見られC桁よりも腐食が進行していると予想されるが、たわみの結果からもA桁の方がよりたわむ傾向にあることが確認できた。図-3、図-4 に曲げひび割れ幅開口量と中立軸推定値について示すが、曲げひび割れ幅はほとんど開口していないことから、A橋は主桁断面でほぼ全断面有効であると言える。また中立軸に関しても、桁によってばらつきはあるものの、全断面有効時の理論値と概ね一致する結果となった。よって以下構造パラメータ同定に関しては、全断面有効であるとして行った。

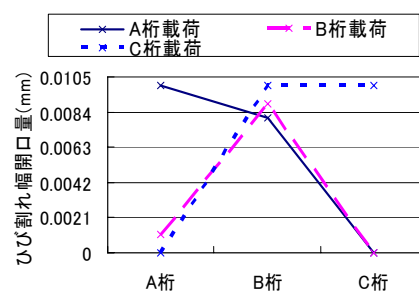


図-3 曲げひび割れ幅開口量

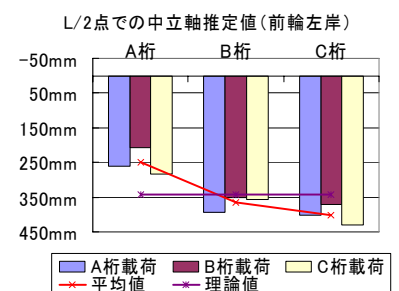


図-4 中立軸推定値

4. **構造パラメータ同定概要**：図-5 に示すように、載荷試験で得られたたわみの実験値と対象橋梁をモデル化した断面力解析のたわみの解析値を比較し、同定誤差が最小となるように同定を行っていく。また構造パラメータとして様々なパラメータが考えられるので、図-6 に示す通り同定手順として、段階的に誤差を少なくしていく方法で行った。本研究では構造パラメータの内、重要な値で

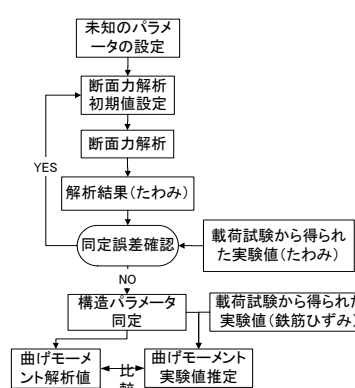


図-5 同定フロー

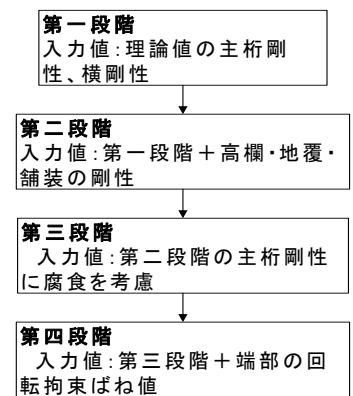


図-6 同定手順

ある端部支承の回転拘束ばねの同定を行った。また図-7 に断面力解析の解析モデルを示す。

5. 構造パラメータ同定結果：図-8 および表-2 に解析結果(第四段階)と同定結果を示す。結果、回転拘束ばねを導入することによりたわみがかなり高い精度で一致させることができた。また曲げモーメントに関しては、B桁に関してはほぼ一致した結果となったが、A・C桁に関しては少しずれる結果となった。これは実験環境などから考えられる測定誤差等が考慮されていないためであると考えられるが、たわみの精度から回転拘束ばね定数の同定値は妥当なものであると判断し、同定結果とした。

6. 安全性評価

(1) 解析概要：現場試験時に別途行われたひび割れ調査から推定した腐食減量率を、モンテカルロシミュレーションを行うことにより経年変化を算出し、それに基づいて耐荷力・断面力解析を行った。そうして得られた経年毎の耐荷力・断面力解析結果の相関を考慮して安全性評価を行った。図-9 に耐荷力解析概要を示す。鉄筋腐食後の力学的特性は既往の文献¹⁾より次式で示される。

$$E' = (1 - 1.13 \cdot \Delta w) \cdot E \quad (1)$$

$$\sigma' = (1 - 1.98 \cdot \Delta w) \cdot \sigma \quad (2)$$

E' : 腐食後の鉄筋弾性係数

σ' : 腐食後の鉄筋降伏強度

断面力解析は図-7 と同様のモデルとし、

いずれも載荷荷重はB活荷重L載荷の等分布荷重とする。

(2) 安全性評価結果：今回行った安全性評価の目的として、従来の研究²⁾より行われてきた安全性評価（構造パラメータの同定なし）と比較して構造パラメータを同定して行った安全性評価がどの程度向上するかを考察することを目的としている。図-10 にその結果を示す。橋齢46年時の β に着目すると、A桁・B桁ともに向上したことが確認でき、少なくとも現時点での安全性は確保できていると言える。

7. まとめ：載荷試験に基づいて構造パラメータを同定し安全性評価を行うことにより、 β を向上させることができた。しかし目視によりはく離・はく落などの変状が目立ち様々な不確定要素が考えられるため、将来予測に関してはこういった要素を考慮した上で妥当な余寿命評価および維持管理対策を立てるべきである。

参考文献：1)李翰承，友澤史紀，野口貴文，鹿毛忠継：コンクリート工学年次学会論文報告集，Vol. 19，No. 1，1997。

2)小島大祐，森川英典，森田祐介：関西支部年次学術講演概要，V-24，2004. 5。

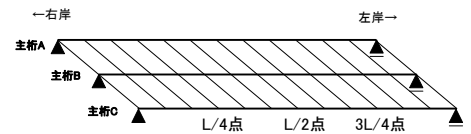


図-7 断面力解析モデル

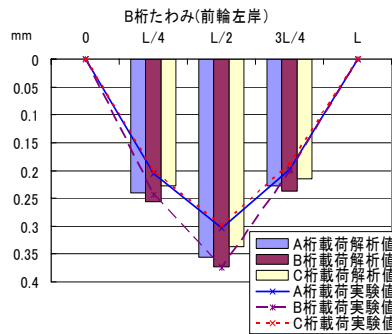


図-8(a) 解析結果(たわみ)

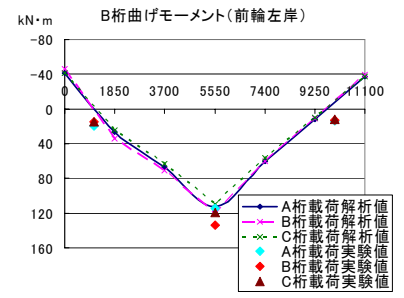


図-8(b) 解析結果(曲げモーメント)

表-2 同定結果

同定ばね定数(kN・m/rad)			
	A桁	B桁	C桁
左岸	1.37×10^5	5.00×10^5	2.84×10^5
右岸	1.37×10^5	5.00×10^5	2.84×10^5

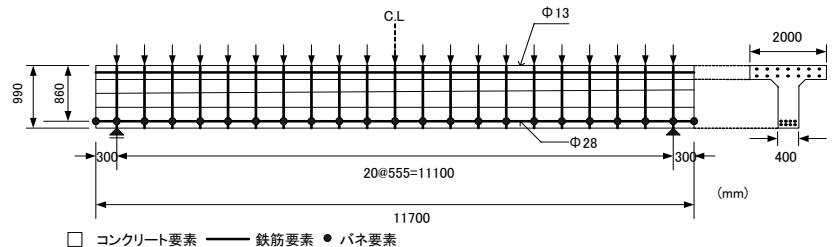


図-9 耐荷力解析モデル

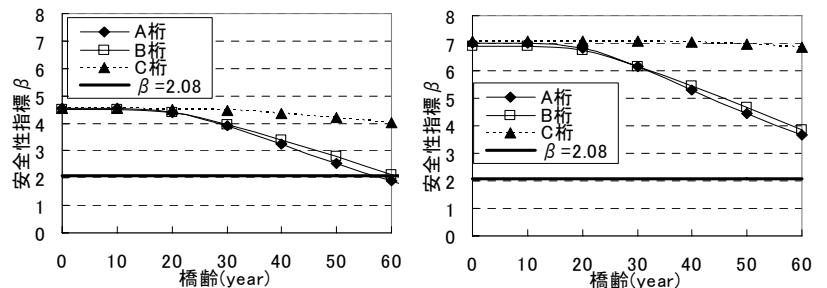


図-10 安全性評価結果