

## 約30年経過した鉄筋コンクリート床版の劣化原因推定と補修に関する研究

広島工業大学 フェロー ○米倉 亜州夫  
 広島県 百合野 博司  
 山陽工業(株) 空井 康泰

## 1. まえがき

広島県内で、1973年と1978年に建設された鉄筋コンクリート床版鋼主桁橋2橋のうち、1橋は写真1に示すように鉄筋コンクリートスラブのかぶりコンクリートが剥落し、スラブ下段の鉄筋が著しく腐食しているのに、写真2に示す他方の橋の鉄筋コンクリートスラブはほとんど外見上劣化を生じていない。このような差が生じているのは、どのような原因によるものかについて検討した結果および損傷の大きい橋のスラブ補修方法について報告する。

## 2. 損傷の大きい橋及びほとんど劣化していない橋の環境条件

設置場所は、損傷の大きい前者が海岸から5km程度、後者が約10kmのところであり、両者は、車で10分程度しか離れていない。しかし、前者は、橋の下は川があり、結露が生じやすい環境であるのに対して、後者は斜面の土手となっており、結露しにくい環境となっている。

## 3. 損傷の大きい橋〔写真1〕の鉄筋コンクリートスラブコンクリートの調査結果

## 1) 橋の目視観察

写真1に示す橋は目視観察したとき、床版だけでなく橋台や橋脚にもいくらか劣化が認められたが、床版のかぶり剥落と鉄筋腐食が際立って大きく、写真2の橋と大きく異なっていたので、この点に着目して検討する。

写真1の橋は、スラブ下部鉄筋の腐食により、その断面積は相当減少しており、そのため、橋全面の約4割のかぶりコンクリートが剥離落下していた。橋上面のアスファルト舗装にはひび割れが多数認められたが、スラブ下面にはエフロレッセンスはほとんど認められず、貫通ひび割れはないと思われた。また、スラブコンクリートには海砂が使用しようされており、鉄筋腐食の原因の1つである可能性はある。

## 2) 写真1に示す橋の床版から採取したコンクリートコアの各種試験結果

表1にコアの各種試験結果を示す。その結果、かぶりコンクリートの厚さが24mmしかなく、極めて小さいこと、中性化深さが

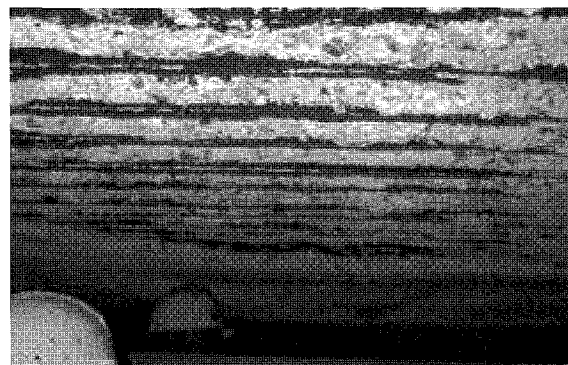


写真1 RCスラブの鉄筋腐食状況

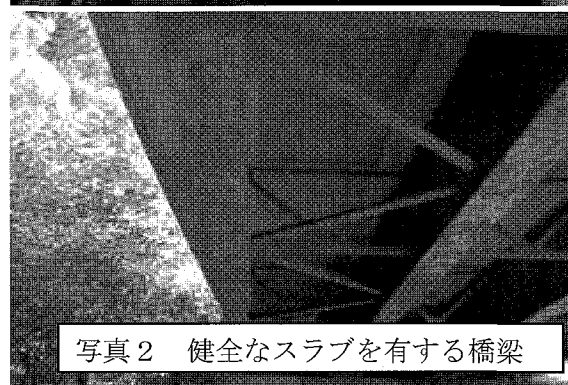


写真2 健全なスラブを有する橋梁

表1 床版コンクリートの調査結果

| 事項                                               | 測定内容                                                         |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| かぶり厚さ (mm)                                       | 平均 24(設計 32mm)                                               |
| 中性化深さ<br>〔不赤変部〕 (mm)                             | 平均 33mm                                                      |
| 塩化物イオン含有<br>量 $\text{Cl}^-$ (kg/m <sup>3</sup> ) | 表面から<br>20mmの部分: 0.43,<br>40~60mm : 1.81,<br>80~100mm : 1.58 |
| コンクリートコア<br>の圧縮強度<br>(N/mm <sup>2</sup> )        | 20.4<br>(設計基準強度 28)                                          |
| シュミットハンマー<br>による圧縮強度<br>推定値 (N/mm <sup>2</sup> ) | 23~27                                                        |

平均 33 mmあり、鉄筋が腐食しやすい環境にあること、塩化物イオン含有量が  $1.81\text{kg/m}^3$  のところがあり、鉄筋が発錆すると言われている  $1.2\sim 2.5\text{ kg/m}^3$  の限界値を超えていること、コンクリートの圧縮強度が設計基準度に達していないことなどが明らかとなった。

#### 4. 写真1と写真2の橋のスラブ劣化相違の原因検討

写真1のスラブ鉄筋の腐食が著しいのに写真2のスラブは健全であることの著しい差の要因がかぶりコンクリートにあると思ひ、両者のスラブのかぶり厚さおよびかぶりコンクリート表面および内部 24 または 40mm に至る部分の細孔径分布を水銀圧入式ポロシメーターで測定した。その結果を図1及び図2に示す。

写真2の健全なスラブのかぶり厚さは 50mm で写真1のスラブかぶり厚さの約 2 倍あることが明らかとなった。

また、図1と2のスラブ表面部コンクリートの細孔径分布において、全体の細孔容積は両者のスラブで大差ないのに、 $0.01\text{ }\mu\text{m}$  以下の微細孔が図1の場合、ほとんど無く、図2の場合は内部ほどではないが多く存在していることが明らかとなった。このことから、写真1のスラブの場合は、水和反応があまり進んでいないために、水和反応によって生成されるゲル空隙 ( $15\sim 30\text{ \AA}$  と言われている) が少ないと推定できる。従って、建設初期において、湿潤養生が十分なされなかったため、コンクリート表面が乾燥してしまい、水和反応があまり進まなかったため、大きな空隙ばかりのポーラスなコンクリートになったと思われる。ポーラスなコンクリートの場合、外部から空気や水が浸入しやすくなって、コンクリートの中性化や鉄筋の腐食が起りやすくなる。コンクリートの中性化や鉄筋の腐食には空気と水分の供給が必要であるが、写真1の橋の場合、貫通ひび割れがなく雨水の浸透がなくても、スラブ下面が結露することから水分が供給されることが、大きな空隙の割合が大きいため、吸水されやすくなっていると思われる。写真2の場合は、かぶりが大きく、密実で、結露しにくい環境条件下にあることなど、あらゆる点で、写真1の場合より条件が良いことがスラブコンクリートの劣化を小さくしていると思われる。したがって、施工においては、必要なかぶりを確実に確保することと湿潤養生を十分行ない、水和反応を持続させることが必要である。

#### 5. 鉄筋コンクリートスラブの補修方法

アスファルト舗装版除去後、橋面防水工、路面補修工の後、床版補修工を実施した。床版下面の断面復旧工では、かぶりが剥離した部分を 50mm はつり、鉄筋のさび落とし、亜硝酸リチウム水溶液塗付、防錆ペースト塗布を行い、亜硝酸リチウム含有厚付けモルタルで埋め戻した。さらに、表面保護工法では、亜硝酸リチウム水溶液を塗布し、亜硝酸リチウム含有ポリマーセメントモルタルを塗布し、その後、表面被覆工として、溶剤形エポキシ樹脂塗布、パテ塗布後、炭素繊維シートを貼付、レジン塗布している。炭素繊維貼付は 3 層に 3 回行っている。以上の報告は、コンクリート構造物の施工、維持管理・補修に貢献すると思われる。

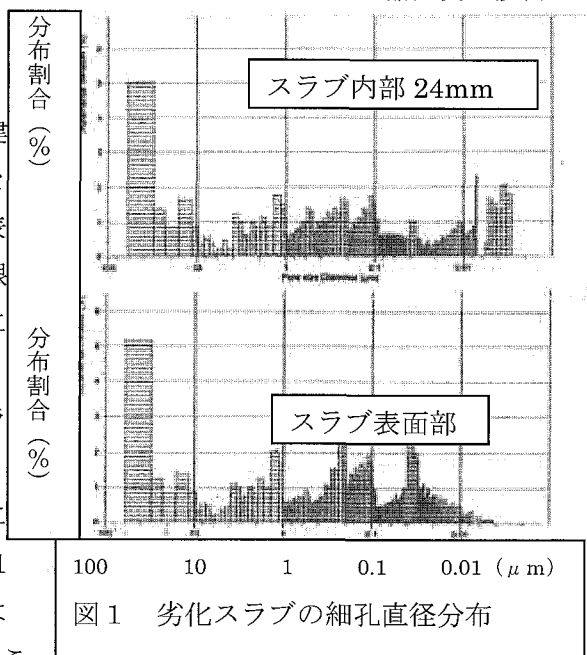


図1 劣化スラブの細孔直径分布

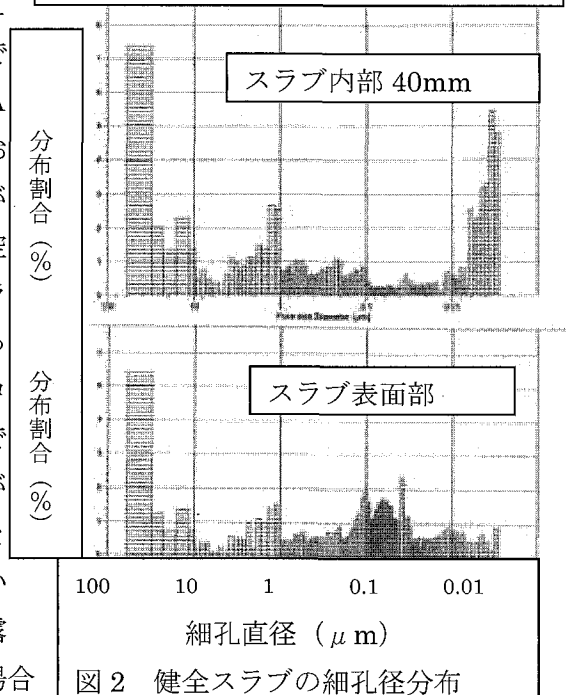


図2 健全スラブの細孔径分布