

## 阪神高速道路の橋脚に関する塩害環境調査

内外構造(株) 正会員 ○前川 敬彦  
 内外構造(株) 真野 勝美  
 阪神高速道路(株) 正会員 佐藤 彰紀  
 阪神高速技術(株) 正会員 坂本 直太

### 1. はじめに

阪神高速道路のコンクリート構造物では、近年、塩害が原因と考えられる損傷が確認され始めている。これらの損傷は、冬期に散布される凍結防止剤等による外来塩分や、初期に竣工した構造物の場合は除塩不足の海砂使用による内在塩分が原因で発生した可能性が考えられる。しかし、阪神高速道路の塩害に対する維持管理はこれまでのところ体系化されておらず、塩害に着目した調査事例も少ないため、効果的な維持管理を実施しにくい状況にある。そこで本稿では、昭和 62 年度以前に竣工したコンクリート橋脚（以下、橋脚という）の梁部で実施した塩害環境調査結果、およびこれまでの調査結果も含めて整理した阪神高速道路の塩害に関する傾向を報告する。

表-1 竣工年度別の選定結果

竣工年度	基数	竣工年度	基数	竣工年度	基数
S38	3	S47	6	S55	3
S39	4	S48	7	S56	6
S40	8	S49	5	S57	3
S41	15	S50	3	S58	3
S42	21	S51	6	S59	7
S43	13	S52	10	S60	12
S44	40	S53	10	S61	4
S45	4	S54	4	S62	2
S46	10	総計		209基	

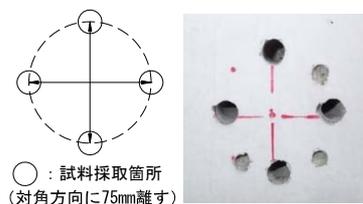


図-1 試料の採取位置

### 2. 調査橋脚の選定および塩分量の分析

竣工年度別の選定結果を表-1 に示す。調査橋脚は 209 基で、昭和 62 年度以前に竣工し、かつひび割れ、はく離、鉄筋露出および空洞のいずれかで損傷履歴がある橋脚の中から、各建設工区 1 基を基本として選定した。試料は梁部の橋軸方向面で健全と推測される箇所から採取した。試料採取や分析は向井らが提案した方法<sup>1)</sup>で実施した。試料となるドリル粉は、φ14.5mm のドリルで、図-1 に示す対角方向に 75mm 離れた 4 孔から採取した。深さ方向の採取位置は、表面から 10mm 奥（深度 1）、中性化フロントで表面から平均 30mm 奥（深度 2）および表面から 70mm 奥（深度 3）の 3 深度で、1 深度の厚さは 10mm とした。なお、中性化深さの測定は NDIS3419 に準拠した。ドリル粉はさらに粉末状にし、そこから 5g 採取したものを分析試料とした。塩分量の分析は、図-2 に示す蛍光 X 線分析装置（OURSTEX101FA）を使用し、全塩分量を分析した。



図-2 蛍光 X 線分析装置

### 3. 調査結果

深度別の塩分量分布を図-3 に示す。深度 1 は、当時、梁部で使用が規定されていたフライアッシュセメント B 種（水結合比 65%と仮定）の鋼材腐食発生限界である 1.4kg/m<sup>3</sup>（以下、発生限界という）未満の比率が高くなっている。しかし、3.6kg/m<sup>3</sup>以上の比率も若干高いため、一部は外来塩分の影響を受けたと考えられる。深度 2 は、発生限界以上の比率が最も高く、2.4kg/m<sup>3</sup>以上の比率も同様であるため、中性化による塩分濃縮の影響を受けたと考えられる。深度 3 は、深度 1 と概ね同様であるが、発生限界未満の比率は深度 1 の方が高い。深度 1 は、中性化で塩化物イオンが内部に移動したため、発生限界未満の比率が高くなったと考えられる。

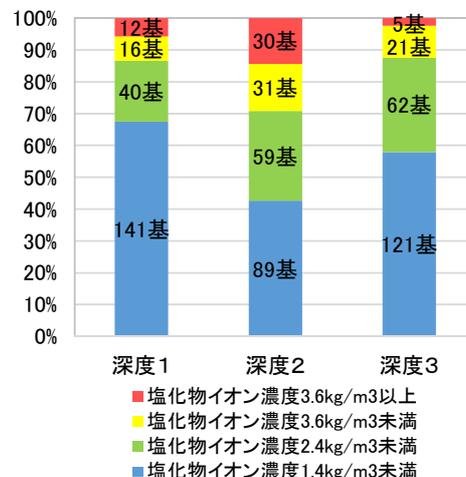


図-3 深度別の塩分量分布

キーワード コンクリート橋脚, 塩害, 塩化物イオン

連絡先 〒541-0053 大阪府大阪市中央区本町 2-5-7 内外構造(株) TEL 06-6484-7110

4. 阪神高速道路の塩害に関する傾向

塩害に関する傾向を立地環境と竣工年度に着目して整理した。対象橋脚は、上記の 209 基に、昭和 62 年度以前に竣工した橋脚の梁部で同様の調査が実施済みの 114 基を加えた 323 基とした。なお、114 基は試料の採取方法や塩分量の分析方法が上記の 209 基と異なる場合がある。対象橋脚の建設工区数は昭和 62 年度以前に竣工した橋脚の建設工区数の 6 割弱に相当する。また、323 基の深度別の塩分量分布は図-3 の比率と大差はない。

対象橋脚の立地環境・竣工年度別比率を図-4 に示す。立地環境は、内陸部が大半を占めているが、沿岸部や山間部も一定数を有している。また、竣工年度についても、昭和 40 年代前半が半数程度を占めているが、各年代とも一定数を有しており、傾向の把握は可能と判断した。

立地環境別塩分量の深度別平均値を図-5 に示す。海上部は、深度 1 と深度 3 の濃度差が最も大きく、外来塩分の影響を受けやすい傾向を示した。ただし、対象橋脚が 2 基しかなく、海上部全体の傾向とまでは言えない。沿岸部、内陸部および山間部は立地環境による差異が小さいが、内陸部および山間部については、深度 2 が最も大きくなっており、中性化の影響を受けやすい傾向を示した。一方で沿岸部は、すべての深度が同程度で、外来塩分や中性化の影響を受けにくい傾向を示した。

深度 3 塩分量の平均値および標準偏差を竣工年度別に整理したものを図-6 に示す。表面から 70mm 奥の深度 3 を内在塩分とみなすと、内在塩分は昭和 40~54 年度に竣工した橋脚で多く含まれる傾向にある。

とくに昭和 48~52 年度に竣工した橋脚は標準偏差の下限值も発生限界付近かこれを上回っていた。また、図-6 を立地環境別に整理したものを図-7 に示す。海上部、沿岸部および内陸部は、図-6 の傾向と概ね同様で、立地環境による差異も見られない。一方で山間部は、他の立地環境と概ね同様であるものの、塩分量が他の立地環境より高くなる傾向を示した。この原因としては、昭和 51 年度や昭和 56~57 年度竣工の橋脚は 1 基または 2 基しかないため、データ数の少なさが影響したと考えられる。以上のことを踏まえると、内在塩分量の大小には、立地環境の違いより、竣工年度の違いが大きく影響していると考えられる。

5. おわりに

今回の塩害環境調査は阪神高速道路では初めて試みであり、立地環境や竣工年度ごとの塩害に関する傾向がある程度判明した。今後は、竣工年度を限定した調査や高い塩分量を確認した建設工区のデータ取得を進めるとともに、予防保全に向けたデータベースを構築していく予定である。

参考文献 1) 向井梨紗, 佐藤彰紀, 坂本直太: 蛍光 X 線分析装置を用いた効率的な塩化物量調査方法の検討, 阪神高速道路第 48 回技術研究発表会論文集, 2016.5



図-4 立地環境・竣工年度別比率

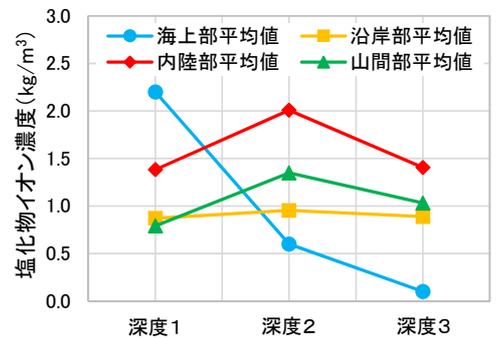


図-5 立地環境別塩分量の深度別平均値

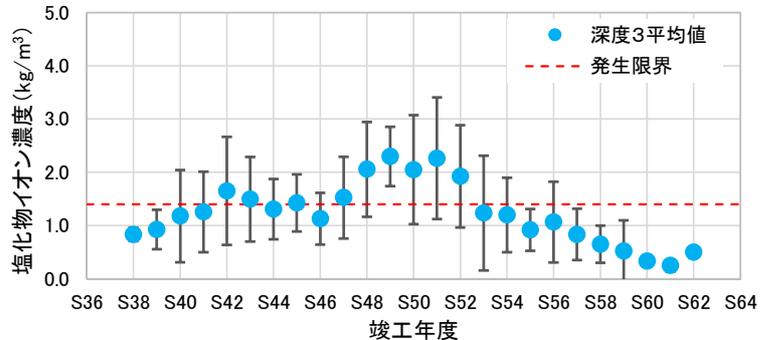


図-6 深度 3 塩分量の竣工年度別平均値および標準偏差

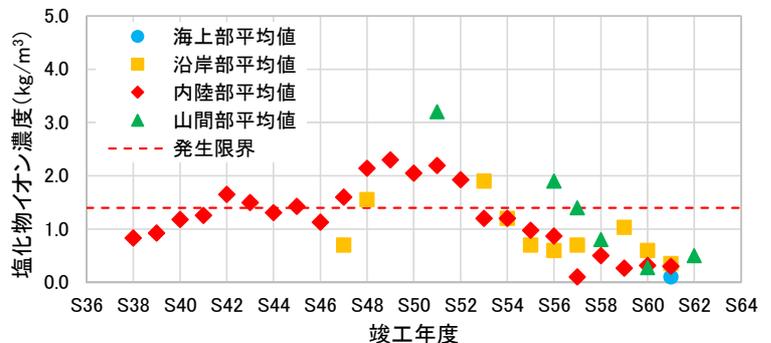


図-7 深度 3 塩分量の立地環境別かつ竣工年度別平均値