

塩害を受けたコンクリート橋脚における調査について

J R 東日本 高崎土木技術センター 正会員 ○中島 仁志
 J R 東日本 高崎土木技術センター 正会員 原田 悟
 J R 東日本 高崎土木技術センター 鈴木 誠治

1. はじめに

新幹線ラーメン高架橋において、脚部コンクリートの剥離が確認された。当該箇所は海岸線から遠く離れた内陸部にあり、調査の結果、当該箇所は過去に漬物会社への貸付に起因した塩害であることが判明した。本報告では、原因究明のために実施した調査内容について述べる。

2. 構造物諸元

変状が確認された構造物は、鉄筋コンクリートラーメン高架橋であり、変状箇所は脚部の地表面付近で発生していた。(図1)

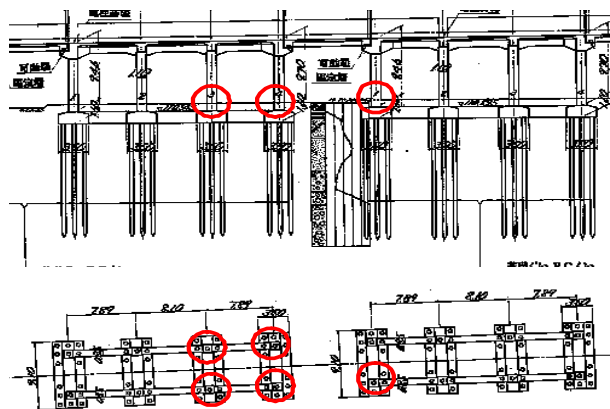


図1 変状箇所図

3. 調査内容

変状発見後の調査は、図2のような流れに沿って実施した。

3.1 目視・外観検査

コンクリートの表面は、+300mm～G.L.～-1,000mmの範囲へ剥離・浮きを確認された。また打音検査では浮きを確認されていない箇所からもさび汁の流出が確認された。

3.2 鉄筋腐食度診断

目視・外観検査から内部鉄筋が著しく腐食していることが想定されたため、鉄筋腐食診断を実施した。調査方法は表面電位差測定法を用いた。変状箇所で行った鉄筋腐食度診断の結果を表1に示す。診断の結果から、地表面より下方で電位差の大きな領域が存在していることが判明した。

3.3 環境調査

変状発生箇所が高架橋下部という環境特性であるため、高架下貸付実績を確認した。その結果、現在は未使用(空き地)となっているが、平成元年から平成11年に掛けて漬物会社への貸付を行っていたことが判明した。周辺環境は田園地帯であり周辺構造物では変状が確認されていないことから、変状原因として貸付していた漬物会社からの排水に起因した塩害であることが想定された。

3.4 はつり調査

コンクリート表面をはつり鉄筋の腐食状況を確認したところ、主鉄筋・帯鉄筋ともにグレードV(著しい膨張性のさびが生じており、断面欠損がある状態)であった。これより、長期にわたり腐食環境におかれていたと推測される。かぶりは、(設計)53mmに対し(実測)30mmとかぶりが不足していることもわかった。環境調査結果を踏まえ、変状が局所的であることから変状はコンクリート材料に起因するものではないと判断された。

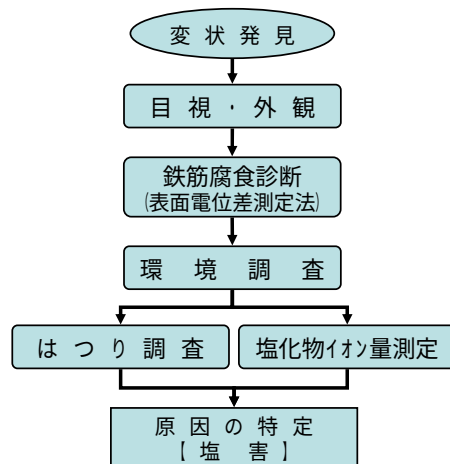


図2 調査フローチャート

表1 鉄筋腐食度診断結果

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
1800	23	39	-24	19	-4	12	32	28	16
1600	23	45	-10	-1	-28	10	29	37	4
1400	21	26	-9	-2	-51	1	10	9	-26
1200	31	16	22	10	-2	-2	15	-4	-7
1000	5	18	19	-7	-10	0	-12	19	-26
800	2	14	-23	13	-39	1	4	-15	-55
600	-27	-15	-50	-24	-75	-21	-44	-5	-35
400	-68	-17	-104	-46	-83	-66	-59	-40	-113
200	-278	-109	-169	-157	-180	-136	-150	-110	-102
G.L.	-271	-176	-147	-154	-179	-218	-188	-212	-228
-200	-266	-227	-167	-180	-172	-142	-211	-106	-133
-400	-261	-288	-247	-184	-137	-375	-250	-268	-213
-600	-264	-231	-186	-294	-492	-184	-226	-220	-249
-800	-218	-265	-237	-227	-390	-288	-218	-196	-262
-1000	-222	-215	-201	-208	-233	-264	-258	-221	-156

□ -100mV<電位差 (健全)
 ■ -150mV<電位差<-100mV (要注意)
 ■ 電位差<-150mV (腐食大)

キーワード 塩害、鉄筋腐食診断、塩化物イオン

連絡先 〒370-0052 群馬県高崎市旭町190番地 東日本旅客鉄道(株)高崎土木技術センター TEL 027-324-6594

表 2 塩分濃度測定結果

測定結果

GL

① GL+500

0100

±GL

② GL

40140

±200

③ GL-500

0100

±500

④ GL-1000

0100

±1100

⑤ 地中梁

0100

50

⑤ 地中梁

±1300

変状範囲

腐食領域

鉄筋位置

箇所

深度(mm)

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100

① +500

Cl_s(kg/m³)

0.7

0.5

0.6

0.8

0.7

0.8

0.4

0.1

0.0

0.0

限界差(1.2kg/m³)

▲0.6

▲0.7

▲0.6

▲0.4

▲0.6

▲0.4

▲0.9

▲1.1

▲1.2

▲1.2

② GL

Cl_s(kg/m³)

断面欠損

9.22

3.11

3.23

3.35

4.23

2.47

限界差(1.2kg/m³)

8.0

1.9

2.0

2.2

3.0

1.3

③ -500

Cl_s(kg/m³)

8.28

17.27

7.11

3.64

4.58

3.88

2.64

1.88

1.76

1.23

限界差(1.2kg/m³)

7.1

16.1

5.9

2.4

3.4

2.7

1.4

0.7

0.6

0.03

④ -1000

Cl_s(kg/m³)

1.06

2.64

2

1.88

1.76

1.59

1.65

1.41

0.29

0

限界差(1.2kg/m³)

▲0.1

1.4

0.8

0.7

0.6

0.4

0.5

0.2

▲0.9

▲1.2

⑤ 地中梁

Cl_s(kg/m³)

0.18

0

0

0

0

限界差(1.2kg/m³)

▲1.0

▲1.2

▲1.2

▲1.2

▲1.2

土壌

深度(mm)

GL

-200

-500

-1100

-1300

Cl_s(kg/m³)

10.0

4.0

3.3

1.5

0.8

限界差(1.2kg/m³)

8.8

2.8

2.1

0.3

▲0.4

3. 5 塩化物イオン量測定

漬物会社からの排水に起因した変状との想定からコンクリート中の塩化物イオン量測定を実施した(表2)。調査範囲は変状箇所を中心に、上方は鉄筋腐食診断結果より G.L.+500mm, 下方は橋脚の下端である地中梁上面とした。調査深度はかぶり計測結果から鉄筋の最内位置(主鉄筋 72mm)を超え 100mm の範囲までとした。結果により橋脚の内部にまで高濃度の塩化物イオンが浸透していることが判明した。また G.L.+500mm および地中梁では腐食限界値(1.2kg/m³)を超える塩化物イオンの混入は見られなかった。土壌の塩化物イオン量の結果 G.L.-1100mm までは腐食限界値を超える塩化物イオンが確認されたが、地中梁付近(G.L.-1300mm)には達していないことが判明した。

調査結果より今回の変状は、漬物からの高濃度の塩化物イオンを含む排水が土中に浸透し、長年に渡り塩化物イオンが橋脚に供給されたことにより発生した塩害であるといえる。

4. 対策工

鉄筋の腐食が激しいことやコンクリート内部まで塩化物イオンが混入していることより、鉄筋部までコンクリートをはつり塩化物イオン吸着剤添加モルタルでの断面修復を実施した。この工法は断面修復材に含まれる塩分吸着剤の働きにより、残存錆の無害化とコンクリート内の腐食環境の改善を図るものである。

5. 考察(塩化物イオンの拡散の予測)

実測値の表面 Cl⁻を基に貸付当分の塩化物イオンの拡散の予測を行った(20年後:H21)。その結果、実測値 4.20kg/m³に対し、予測値 4.76 kg/m³とほぼ同程度の値となった。

6. 追跡調査

実施した対策工の効果の確認のため、当該箇所において塩化物イオン量測定及び鉄筋腐食診断を随時実施していく。

7. おわりに

塩害は海岸部等に特有の変状であると思われがちであるが、今回のように内陸部においても状況により発生することがある。メンテナンス従事者として、さまざまな事象にも対処できるよう構造物の変状に関する幅広い見識を持ち、早期対策(予防保全)に努めていかなければならない。

参考文献 1) (社)土木学会:コンクリート標準示方書〔維持監理編〕(2007年制定)

2) 小林豊治, 米澤敏男, 出頭圭三:鉄筋腐食の診断

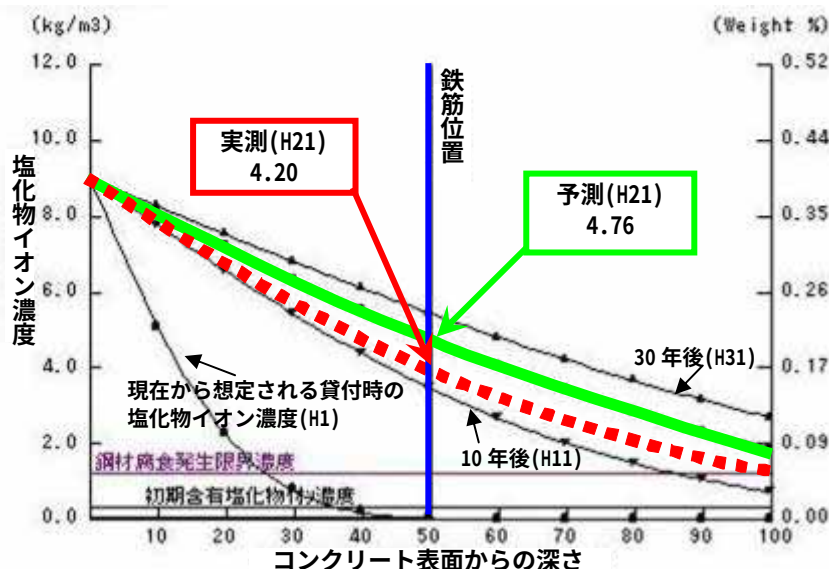


図 3 塩化物イオン濃度(実測値および予測値)