

鋼板被覆された鉄筋コンクリート構造物における水の影響と鉄筋腐食予測について

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○唐澤恭平
東海旅客鉄道株式会社 正会員 垣野内隆一郎

東海旅客鉄道株式会社 正会員 吉田幸司
ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社 小池豊久

1. はじめに

コンクリートの耐久性向上のため、表面保護工・被覆工が各種提案され、施工されている。一方、近年では、水は鉄筋腐食の要因の一つであるとされ¹⁾、コンクリート構造物の適切な維持管理のためには、コンクリート中の水分量を把握することが重要である。

そこで本研究では、鋼板被覆が内部コンクリートの含水率に与える影響を把握することを目的として、実物を模擬した鉄筋コンクリートラーメン高架橋（以下、RCラーメン高架橋と記す。）のはね出し部を対象に、含水率を測定した。また、その結果を用いて、鉄筋腐食速度を算出し、将来の健全度を推定した。

2. 測定概要

RCラーメン高架橋（経年約15年）において、はね出しスラブ下面が鋼板被覆された箇所（以後、鋼板被覆箇所と記す。）と鋼板被覆されていない箇所（以後、コンクリート箇所と記す。）を対象に、それぞれのはね出しスラブの基部、中央部及び先端部の含水率を測定した（図-1）。なお、鋼板被覆箇所は、スラブ下面に鋼板（ $t=2.3\text{mm}$ ）をアンカー及びエポキシ樹脂で接着したものである（図-2）。

含水率の測定には、電気抵抗式コンクリート・モルタル水分計（株式会社ケット科学研究所 HI-800）を用いた（図-3）。電気抵抗式コンクリート・モルタル水分計は、予めコンクリートに離隔30mmで3箇所削孔した $\phi 6\text{mm}$ の穴にブラシ型センサを挿入し、2点間の電気抵抗を測定し、含水率に換算する。今回、10mm間隔で深さ100mmまでコンクリートの含水率を測定した。また、骨材等の影響を考慮して1箇所当たり測定1~3を行い、平均した値をコンクリートの含水率とした（図-4）。

3. 測定結果及び考察

コンクリート箇所と鋼板被覆箇所におけるコンク

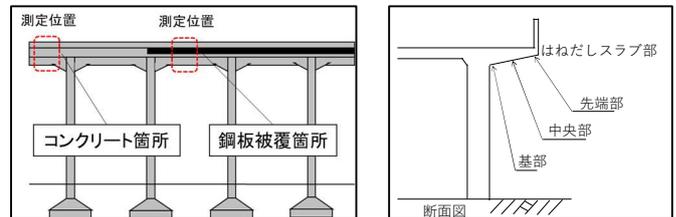


図-1 測定箇所

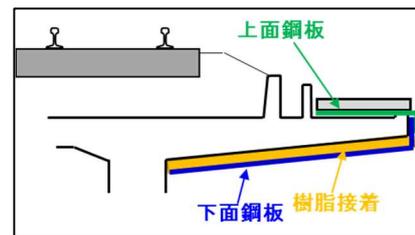


図-2 鋼板被覆箇所の断面図



図-3 含水率測定機器と測定状況

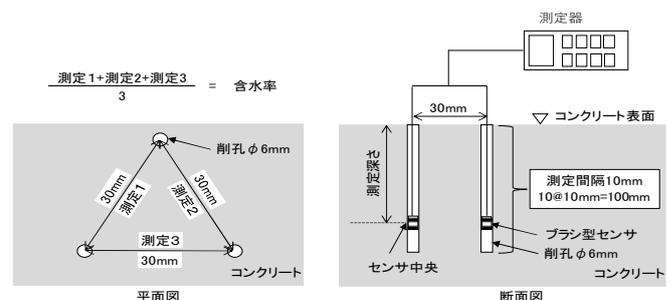


図-4 含水率測定概要図

リートの含水率の測定結果を図-5に示す。縦軸に表面からの深さ、横軸に含水率を示す。なお、スラブ下面の鉄筋位置はかぶり25mmの位置である。

基部、中央部及び先端部のいずれにおいても、測定深さによらず、鋼板被覆箇所はコンクリート箇所より含水率が1.5~2.3%高いことがわかった。これは、鋼板被覆箇所ではコンクリート表面から水分が蒸発されにくい環境となっていることが要因の一つとして考えられる。

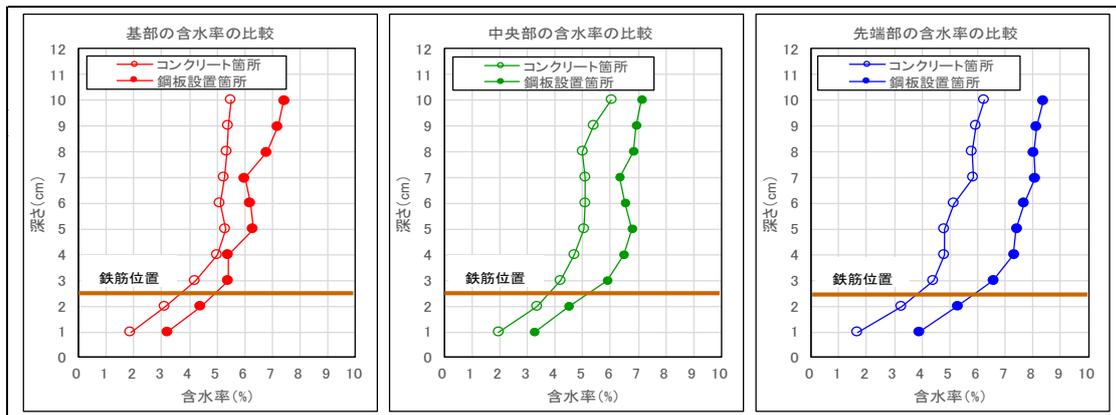


図-5 コンクリート箇所と鋼板被覆箇所におけるコンクリート含水率の比較

また、鋼板被覆箇所、コンクリート箇所ともに、含水率の高い順に、先端部、中央部、基部となり、先端部の含水率が相対的に高いことがわかった。これは、地覆部が水の影響を受けやすい既往の知見²⁾と合致する。

次に、含水率の影響評価として、以下の推定式(式(1)、式(2))³⁾を用いて鉄筋腐食速度を推定した。

$$C > 10\text{mmの場合}, V = 1.32 * (Cl - 1.2) \dots(1)$$

$C \leq 10\text{mm}$ の場合、

$$V = 0.840 * W - 0.145 * C + 1.32 * Cl + 0.0293 * W * C - 0.0917 * C * Cl + 0.658 * Cl * W - 2.52 \dots(2)$$

V:鉄筋腐食速度[$\text{mg}/\text{cm}^2/\text{年}$] W:含水率[%]

C:中性化残り[mm] Cl:塩化物イオン量[kg/m^3]

推定に用いた各値として、含水率は鉄筋位置(25mm)において最も高かった先端部の6.0%、塩化物イオン量は $0.0\text{kg}/\text{m}^3$ 、中性化残りは2水準として算定した。

以上から求めた鉄筋腐食速度を表-1に示す。中性化残りが10mm以上の場合、式(1)より、鋼板被覆により中性化が進行しなければ、鉄筋腐食は将来的にも生じないと推定される。また、中性化が進行し、中性化残りが0mmの場合についても推定を試みた。腐食速度は $2.52\text{mg}/\text{cm}^2/\text{年}$ であり、30年後に $76\text{mg}/\text{cm}^2$ 、50年後に $126\text{mg}/\text{cm}^2$ と推定される。これは、文献4で提案されているコンクリートのひび割れの発生限界の腐食量 $170\text{mg}/\text{cm}^2$ ⁴⁾よりも小さく、コンクリートにひび割れを生じさせるような鉄筋腐食には至らない。

表-1 鉄筋腐食速度の算出結果

W	C_k	Cl	V	$V_{(30)}$	$V_{(50)}$
[%]	[mm]	[kg/m^3]	[$\text{mg}/\text{cm}^2/\text{年}$]	[mg/cm^2]	[mg/cm^2]
6	>10	0.0	<0	<0	<0
6	0	0.0	2.52	76	126

4. まとめ

RCラーメン高架橋はね出し部における含水率の測定結果から、以下のことがわかった。

- 鋼板被覆箇所の含水率は、コンクリート箇所の含水率より、深さ方向に一樣に1.5~2.3%高い。
- 基部、中央部及び先端部を比較すると、先端部に近づくにつれ含水率が高く、その傾向は鋼板の有無によらない。
- 今回の測定箇所では鉄筋腐食速度を推定したところ、中性化残りが10mm以上の場合、鉄筋腐食は将来的には生じない。仮に、中性化残りを0mmと仮定しても、今後50年コンクリートにひび割れを生じさせるような鉄筋腐食には至らない。

参考文献

- 1) 松田芳範:コンクリートの耐久性を定める『水』の制御①コンクリート構造物の劣化・損傷に及ぼす水の影響について、コンクリート工学 vol.51, No.10, p814-818, 2013
- 2) 土木学会:コンクリート標準示方書[維持管理編], 丸善, 2018.10
- 3) 飯島亨, 工藤輝大, 玉井譲:コンクリート中の鉄筋の腐食速度に及ぼす気温の影響, 鉄道総研報告, vol.23, No.6, 2009.6
- 4) 佐々木孝彦, 飯島亨, 小林勝也:塩害により鉄筋が腐食したコンクリートの劣化予測, 鉄道総研報告, vol.17, No.10, 2003.1