

凍害を受けたコンクリートの補修箇所の再劣化調査

東京電力(株) 正会員 河原忠弘 東京電力(株) 正会員 小林保之
東京電力(株) 非会員 黒瀬高秀 東電設計(株) 正会員 野口博章

1. はじめに 凍害を受けたコンクリート構造物では、劣化箇所を除去して断面修復材などによる補修がしばしば行われるが、施工後に補修部分が劣化するケースも多く見られる。そこで、補修した構造物について現地調査を行い、補修材の種類、経過年数および環境条件等と補修部の劣化程度との関係を検討した。

2. 調査概要 2.1 調査対象 調査対象は、凍害により劣化したコンクリート構造物を補修したもののうち、比較的实施例の多い補修材で施工されたものについて、それぞれ数ヶ所ずつ選定した。調査箇所は全12ヶ所であり、補修後2~17年経過したものである。

2.2 調査方法(1) 外

観調査... 構造物の補修箇所表面に発生している劣化(ひび割れ, 剥離)を目視及び、打音にて調査した。

また、その結果から、式(1)、(2)で示すひびわれ線密度、浮き面積率という値を定義して劣化程度を評価した。

(2) 付着強度試験... 外観調査の結果、剥離が認められない範囲において、付着

強度試験を行った。測定箇所にエポキシ系接着剤で付着端子(40mm×40mm)を貼り付け、端子の廻りにコンクリートカッターで切れ込みを入れた後、建研式引張り試験器を用いて載荷し、破壊荷重を測定するとともに破断面の状況を観察した。なお、付着試験は1箇所あたり6~10の測点で実施した。

3. 調査結果および考察

3.1 外観調査 各補修箇所におけるひびわれ線密度、浮き面積率の平均を図-1, 2に示す。これによれば、PS, PT等のポリマーセメント系断面修復材では線密度は大きいものの、浮き面積率は小さい、ひびわれ卓越型の劣化形態であることがわかる。一方、RCのような樹脂モルタル系断面修復材

表-1 調査対象一覧

記号	補修材種類	補修後経過年(年)	補修厚(mm)	補修構造物	標高(ELm)	備考
PS1	ポリマーセメント系	3	30	鉄管固定台	567	
PS2		8.5	50	ダム右岸	1006	
PS3		7.8	30	ダム天端通路	653	
PS4		5.3	30	鉄管固定台	226	
PT1	ポリマーセメント系	2.1	20	鉄管固定台	202	2層施工
PT2		6.1	30	鉄管固定台	656	
PT3		1.8	30	ゲートピア	731	
RC1	樹脂モルタル系	10.8	10	ゲートピア	464	
RC2		16.7	3	水路橋	215	
RC3		6.3	10	鉄管固定台	498	
PG1	ポリマーセメント系	4.3	15	水槽	271	
PC1		8.1	5	鉄管固定台	279	

$$\text{線密度 (cm/m}^2\text{)} = \frac{\text{基準枠内のひびわれ長さ (cm)}}{\text{基準枠面積 (m}^2\text{)}} \quad (1)$$

$$\text{浮き面積率 (\%)} = \frac{\text{基準枠内の浮き面積 (m}^2\text{)}}{\text{基準枠面積 (m}^2\text{)}} \times 100 \quad (2)$$

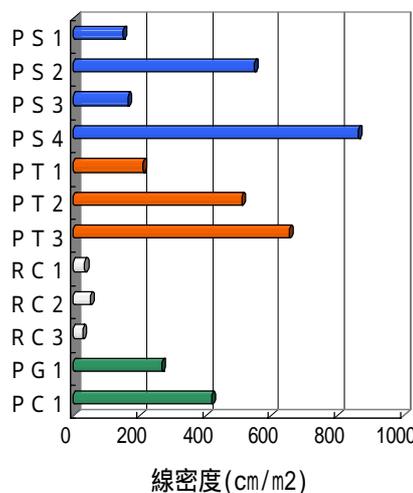


図-1 各箇所のひび割れ線密度

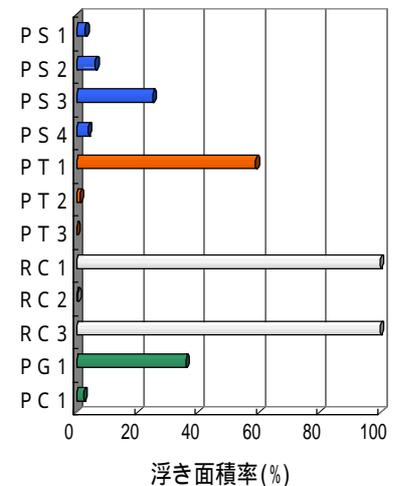


図-2 各箇所の浮き面積率

では線密度は小さいものの、浮き面積率が大きい剥離の卓越した特徴のあることがわかる。今回のポリマーセメント系補修材は乾燥収縮率等がコンクリートよりも大きく (8×10^{-4} (40d))、乾湿が繰り返される環境においては母材との体積変化率の差に起因するひびわれが生じると考えられ、外観調査の傾向と一致した。また、今回の樹脂モルタル系補修材はコンクリートと比較して弾性係数が小さく、熱膨張係数が大きいため ($40 \times 10^{-6}/$)、温度変化により膨れが生じると予測されるが、これも上記の調査結果と合致している。図-3 はポリマーセメント系のひびわれ線密度と補修実施からの経過日数との関係、図-4 は樹脂モルタル系の浮き面積率と経過日数との関係を示したものである。一般的に経過日数が経つほど劣化は大きくなる傾向にものである。これらの図によればそのような関係は見出せない。これは、補修部の劣化が補修時の施工の良否、暴露環境等各種要因により影響されることによるものと考えられる。

3.2 付着強度 各調査地点における付着強度の平均および破断面の面積割合(破断率)を図-5 に示す。各補修材料の付着強度に関するカタログ値は、 $1.4 \sim 3.0 \text{ N/mm}^2$ 以上であるが、各箇所を確認された付着強度はカタログ値を下回るものも数多くあり、施工後 2~3 年しか経過していないものでも 0 に近いものが見られた。図-6 は、PS3 について測点別に強度と破断率を示したものであるが、補修材部分で破断しているものは高い値を示し、母材コンクリート部分で破断しているものは低い付着強度であることがわかる。全ての箇所でもこのように明確な関係になっているわけではないが、付着強度が低い原因としてはつり不足等施工時の不具合が大きく影響している可能性があることがわかった。図-5 でも破断率を見ると、母材で破断している割合が PT3 を除くと 30~90% と高く、また、付着強度の低いものはその割合が高い傾向にある。

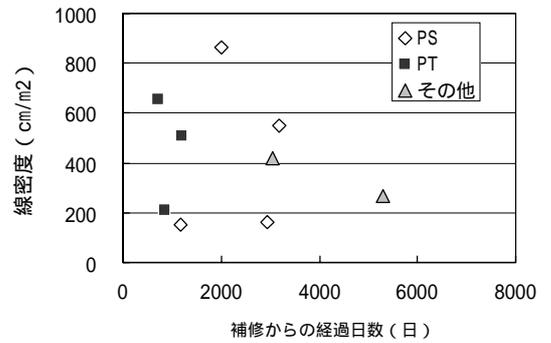


図-3 補修後の経過期間と線密度の関係

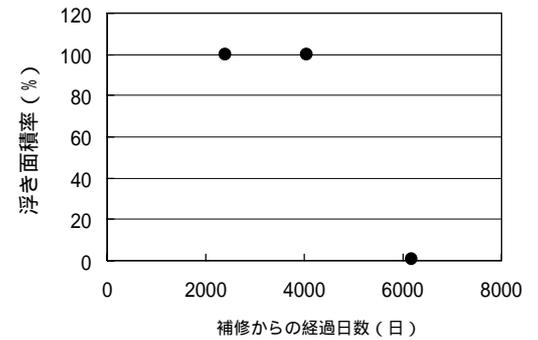


図-4 補修後の経過期間と浮き面積率の関係

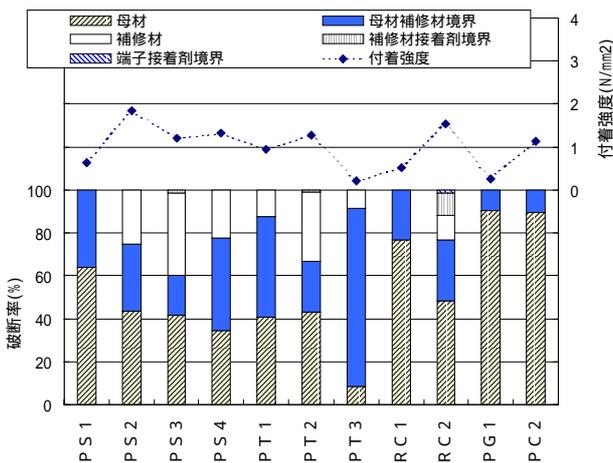


図-5 各箇所の付着強度(平均)および破断率

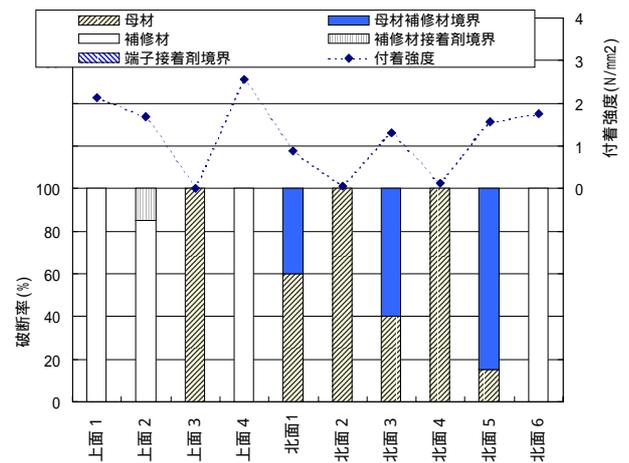


図-6 各測点の付着強度と破断率(PS3 測点別)

4. まとめ 断面補修材を対象とした今回の劣化調査範囲では以下のことが明らかになったと考えられる。

- (1) ポリマーセメント系断面修復材では収縮等によるものと思われるひび割れが、樹脂モルタル系断面修復材にはひびわれはほとんど無いものの、剥離が卓越した劣化が特徴的である。これは、補修材の物性から推定される劣化形態と適合する。
- (2) 付着試験後の破断率の評価によれば、補修材の付着強度低下にははつり不足等施工時の不具合が大きく影響している可能性がある。