

表面保護工のひび割れ可視性にかかる定量化の試み

阪神高速道路(株) 正会員 ○新名 勉, 谷口 惺
阪神高速技研(株) 非会員 諸角 治, 正木 健太

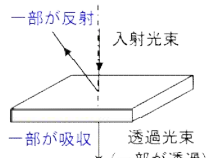
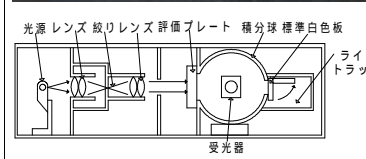
1.はじめに 阪神高速道路では、コンクリート構造物の耐久性向上、各種劣化の抑制または補修を目的とした表面保護要領¹⁾を定め、劣化機構に対応したA～F種の分類を設定している(F種がASRに対応)。ASRの特徴として、対策後も膨張やひび割れの進展が継続することがある。定期・追跡点検等により、ASR構造物の監視は継続しているが、白色系を標準とする表面保護工で対策した場合、躯体の外観が直接確認できず、対策前と比較して、劣化の進展が把握しづらくなるという課題がある^{2),3)}。

いっぽう、近年、透明な表面保護工が開発、上市されている。透明性の品質基準は、躯体表面の視認性など、定性的な内容が主体のようである。このような状況を受け、今回、表面保護工の透明性の定量化を試みた。

2. ひび割れ可視性 ここで、表面保護工の透明性は、“点検時に、表面保護工を通して、ひび割れ等の躯体表面の変状が視認できる性能”とみなし、これを「ひび割れ可視性」と定義した。視認の対象とする最小ひび割れ幅は、点検要領⁴⁾の判定基準

(RC, PC 構造物)におけるひび割れ幅の設定をふまえ、0.1mmとした。
ひび割れ可視性の定量的指標として、プラスチック等の試験で測定対象とする「可視光線透過率」、「ヘーズ値(曇価)」に着目した(表-1)。光線透過率は明るさの尺度である。物体に光が当たると、その一部は反射、吸収され、残りが透過する光となる。中でも可視領域の光線透過率が可視光線透過率であり、入射光束Fに対する透過光束Ftの比Ft/Fで表される。完全に透明な場合は100%、透明性が減るに従い低下する指標である。

表-1 定量的指標の概要

	可視光線透過率	ヘーズ値(曇価)
算出方法	$\tau = (F_t / F) \times 100$ τ : 可視光線透過率 (%) F_t : 透過光束 (lm) 一部が反射 F : 入射光束 (lm) 一部が吸収 透過光束 (一部が透過) 	$H = (T_d / T_i) \times 100$ H : ヘーズ値 (%) T_d : 拡散透過率 (%) T_i : 全光線透過率 (%)
測定方法 (今回適用)	「JIS R 3212:2015 自動車用安全ガラス試験方法, 5.11 可視光線透過率試験」に準じる。	「JIS K 7105:1981 プラスチックの光学的特性試験方法, 6.4 ヘーズ(曇価)」に準じる。
使用機器 (今回適用)	可視光線透過率測定器 (直接測定法)  (光源、受光器の感度、光束の断面の大きさ、入射方向等について、所要の条件を備えた測光装置)	ヘーズ測定器 (積分球式光線透過率測定装置)  

いっぽう、ヘーズ値(曇価)は、鮮明さの尺度であり、透明なものに入射した光線が拡散する度合いである。拡散透過率 T_d と全光線透過率 T_i の比 T_d/T_i で表され、完全に透明な場合は0で、曇りの度合いが増えるに従い増加する指標である。

3. 検討方法 下記の手順で、ひび割れ可視性を担保する両指標のしきい値について検討した。

可視光線透過率、ヘーズ値(曇価)を段階的に変化させた複数の評価プレートを作製。個々の評価プレートの可視光線透過率、ヘーズ値(曇価)を測定。

評価プレートを紹介して、構造物躯体表面の変状を目視観察。ひび割れ可視性が残存する段階の評価プレートを確認。

より、ひび割れ可視性を担保しうる可視光線透過率、ヘーズ値(曇価)を把握。

図-1 に評価プレートを作製方法を示す。評価プレートは透明アクリル板を基盤とし、可視光線透過率、ヘ

キーワード ひび割れ可視性、表面保護工、可視光線透過率、ヘーズ値(曇価)

連絡先 〒541-0056 大阪市中央区久太郎町 4-1-3 阪神高速道路(株)技術部技術推進室 TEL06-6252-8121

ヘーズ値(曇価)の段階的な変化を意図して、透明エポキシ樹脂を介し、1～10枚の薬包紙を挟む形で作製した(薬包紙2枚の例:“アクリル板/エポキシ樹脂/薬包紙/エポキシ樹脂/薬包紙/エポキシ樹脂”と重ねる)。図-2に個々の評価プレートに対する、可視光線透過率、ヘーズ値(曇価)の測定結果を示す。薬包紙枚数が増えるに従い、可視光線透過率は段階的に減少し、8枚以上では5%程度で一定となった。ヘーズ値(曇価)は、7枚程度までは段階的に増加し、7枚以上では90%程度で一定となった。

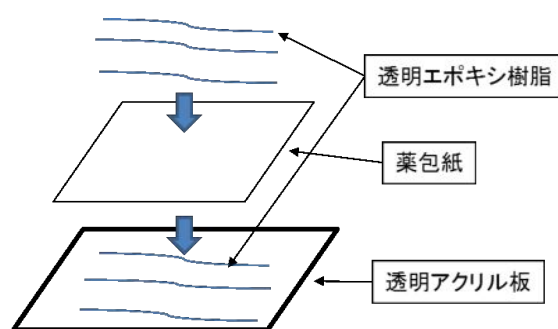


図-1 評価プレート作製方法

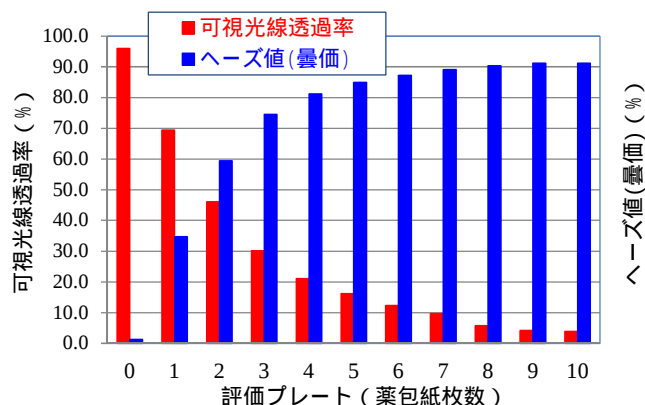


図-2 評価プレート測定結果

表-2、写真-1に評価プレートを用いた実構造物(RC橋脚)の確認結果を示す。薬包紙3枚までは、0.1mm幅のひび割れの存在と幅を確認することができた。薬包紙4枚では、ひび割れの存在は確認できたが、幅は不明瞭であった。

4. 定量的指標の提案 3.より、可視光線透過率約30%、ヘーズ値約75% (薬包紙3枚)であれば、0.1mm幅のひび割れの存在と幅が視認できる見通しを得た。点検では、躯体の表面状態のばらつきや、明るさ等の周辺条件の影響を受ける。このことから、両指標の当面の目安として、1段階上の評価プレート(同2枚)に相応する、可視光線透過率50%程度以上、ヘーズ値60%程度以下が適当と考えた。

5. まとめ 表面保護工の透明性に関して、「ひび割れ可視性」を定義し、その指標として、可視光線透過率、ヘーズ値(曇価)を提案した。併せて、ひび割れ可視性を担保する両指標のしきい値の見通しを得た。

今後の課題として、今後の知見の蓄積に応じて、両指標のしきい値を決定していく必要がある。また、耐候性と組み合わせた性能確認や、実構造物で介在する汚れの影響(耐汚染性)等の課題もあり、継続的な検討が必要である。

表-2 実構造物における確認結果

薬包紙枚数	可視光線透過率	ヘーズ値(曇価)	ひび割れ : 幅0.1mm
0	96.0	1.3	-
1	69.4	34.7	存在・幅は明瞭に確認可能
2	46.1	59.5	存在・幅は確認可能
3	30.2	74.5	存在・幅は確認可能
4	21.1	81.3	存在は確認可能・幅は不明瞭
5	16.2	84.9	存在はかろうじて確認可能

参考文献

- 1) 阪神高速道路(株) : コンクリート構造物表面保護要領, 2007.1.
- 2) K. Utsunomiya etc. : Cracking Behavior and Deterioration Suppression Effect of Protective Surface Coatings on ASR-Affected Structures, 14th ICAAR2012, 2012.5.
- 3) Y. Horioka etc. : Design for Widening of Existing Bridge Piers Affected by Alkali-Silica Reaction (ASR), 15th ICAAR2016, 2016.7.
- 4) 阪神高速道路(株) : 道路構造物の点検要領, 2015.7.

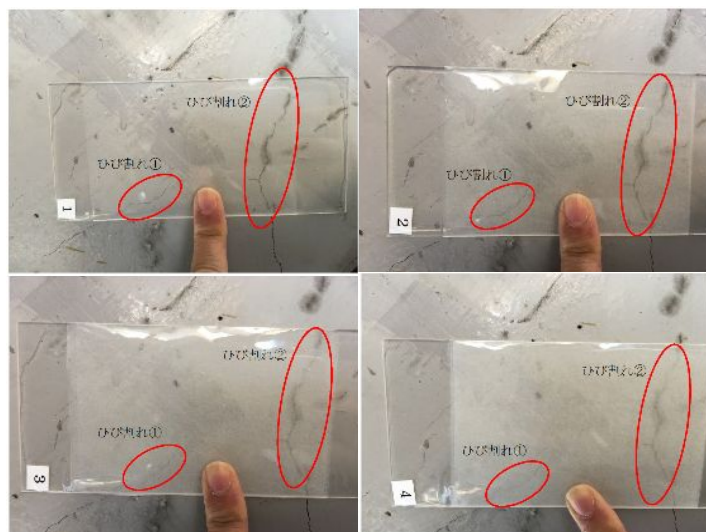


写真-1 実構造物における確認状況