



$$p_i = [time3i-1, time3i) \quad i=1, \dots, m \quad (3)$$

ノンパラメトリックな生存時間解析手法としてはKaplan-Meier法が用いられ  $time3i$  を  $t_i$  とおき、時間  $t_j$  の生存関数  $\hat{S}$  の最尤推定値として次を与える。

$$\hat{S} = \prod_{i|t_i, t_j} \left( \frac{n_i - d_i}{n_i} \right) \quad (4)$$

この(4)式の右辺  $(n_i - d_i)/n_i$  は、期間  $p_i$  の生存確率であり、 $n_i$  はサブ期間の患者数、 $d_i$  は期間  $p_i$  におけるイベント数（一般では死亡者数、本解析では手術・治療（補修・補強）数）と定義されている。

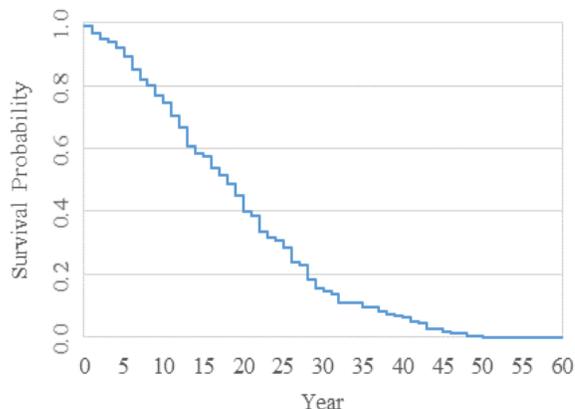


図-2 生存率曲線（矢板工法：176）

#### 4. 生存率解析による山岳トンネルの劣化評価

山岳トンネルの覆工コンクリート（矢板工法：176本）における維持管理（補修・補強の履歴）データを基に生存時間解析のKaplan-Meier法を適用し、求められた山岳トンネル覆工における生存曲線を図-2に示す。図-2より、供用（経過）年数に伴い生存率曲線は低下しており、供用26～30年程度を境に曲線の勾配がなだらかに遷移している。また供用開始から約50年で全山岳トンネルが補修されている。

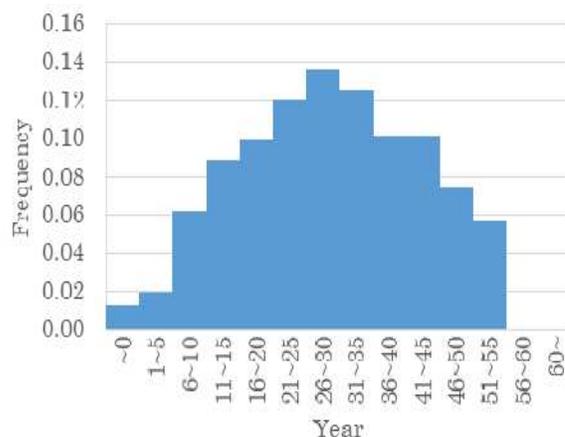


図-3 補修年の分布（矢板工法：176）

次に、補修履歴から求めた補修年の供用開始からの経過年に対する度数分布を図-3に示す。図-3より、補修や補強は供用開始から26～30年において多く、またその分布の傾向は概ね正規分布を示しているが、補修記録が少ないため、多くのデータ数による検討が必要である。

次に、ランダムに選定した43本の山岳トンネルにおける定期点検データの劣化区分値より求めた、トンネルの劣化評価値の平均値と供用（経過）年数の関係を図-4に示す。図-4より、供用年数とともに劣化が（遷移）進行していることより、山岳トンネルにおける保守履歴を用いた山岳トンネルの覆工コンクリートの劣化遷移は生存時間解析より求められる。

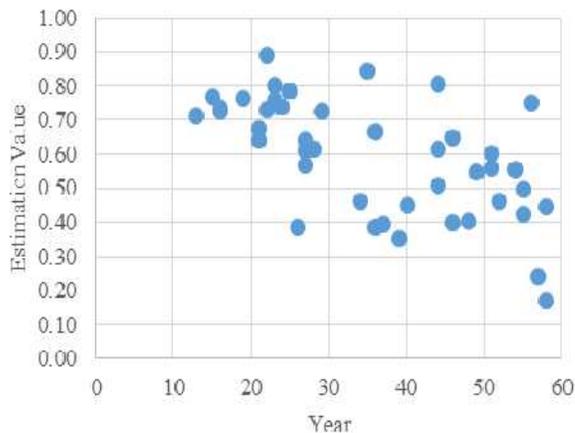


図-4 定期点検より求めた劣化評価

#### 6. まとめ

本研究では、山岳トンネルの保守履歴に生存時間解析を適用した結果、求められた生存率曲線は基本的に山岳トンネルの覆工コンクリートにおける劣化特性を表しているが、その信頼性の向上が今後の課題となる。

#### 参考文献

- 1) 特集，インフラの状態評価と将来予測の最前線，土木学会誌，Vol.98, No.11, 2013.
- 2) 山崎崇央，石田哲也：生存時間解析を用いた東北地方における橋梁コンクリート部材の劣化定量分析，土木学会論文集F4，Vol.71, No.4, pp11-22, 2015.