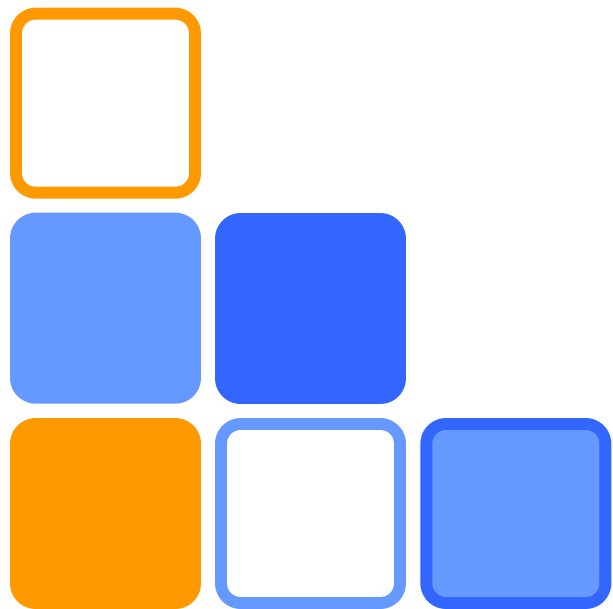
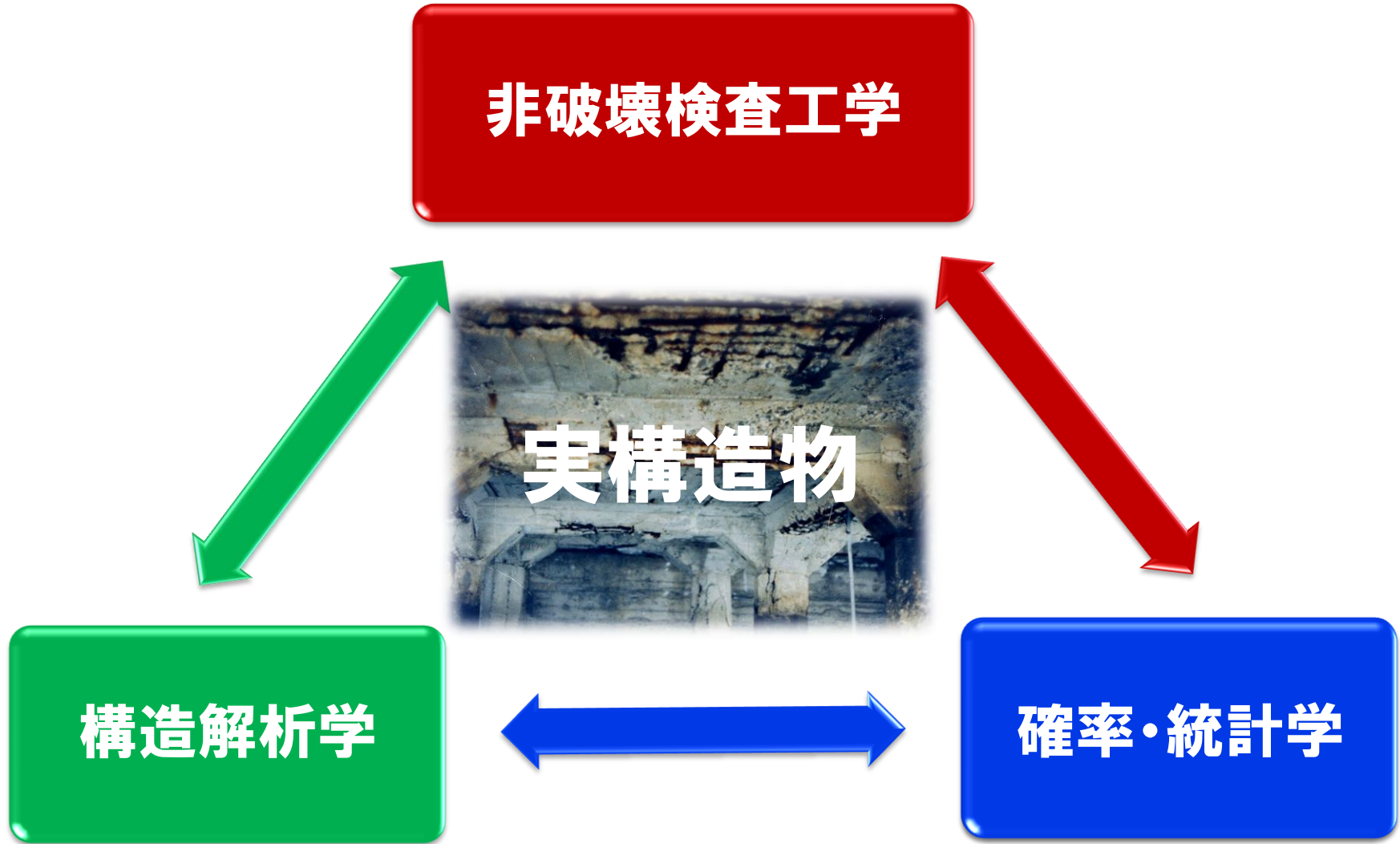



飛沫帯にあるRC部材の曲げ耐力に関する劣化予測手法





非破壊グループが目指している研究の方向性





目的

既往の研究を参考に、飛沫帯にあるRC部材(港空研データ)を対象として、部材の設置環境条件および部材諸元から劣化予測(曲げ耐力に関する劣化曲線の導出)を試みた。

「劣化曲線から推定した曲げ耐力(本研究)」と

「載荷試験により実測した曲げ耐力(港空研データ)」

とを比較することにより劣化曲線の妥当性の検証を行った。



RCスラブの環境条件および部材諸元

RCスラブ

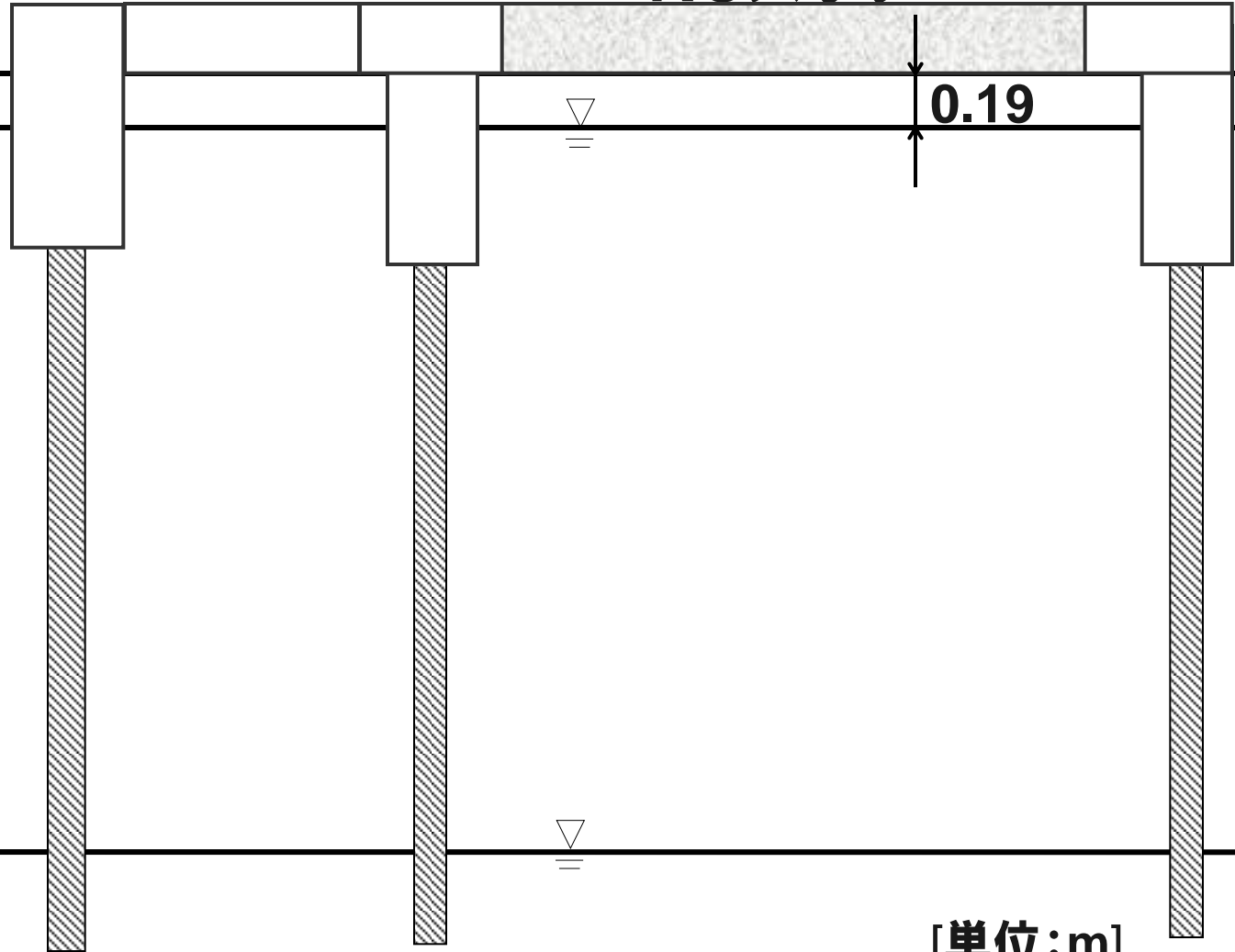
+3.05

H.W.L. +2.86

0.19

L.W.L. +0.00

[単位:m]





RCスラブの環境条件および部材諸元

【設置環境条件】

表面塩化物イオン濃度: $C_0 = 14.0$ (kg/m³)

$$C_0 = -6.0x + 15.1$$

X: H.W.Lから部材下面までの鉛直距離 (=0.19m)

【部材諸元】

W/C: 47.5 (%)

鉄筋径: 13 (mm)

設計かぶり: 63.5 (mm)

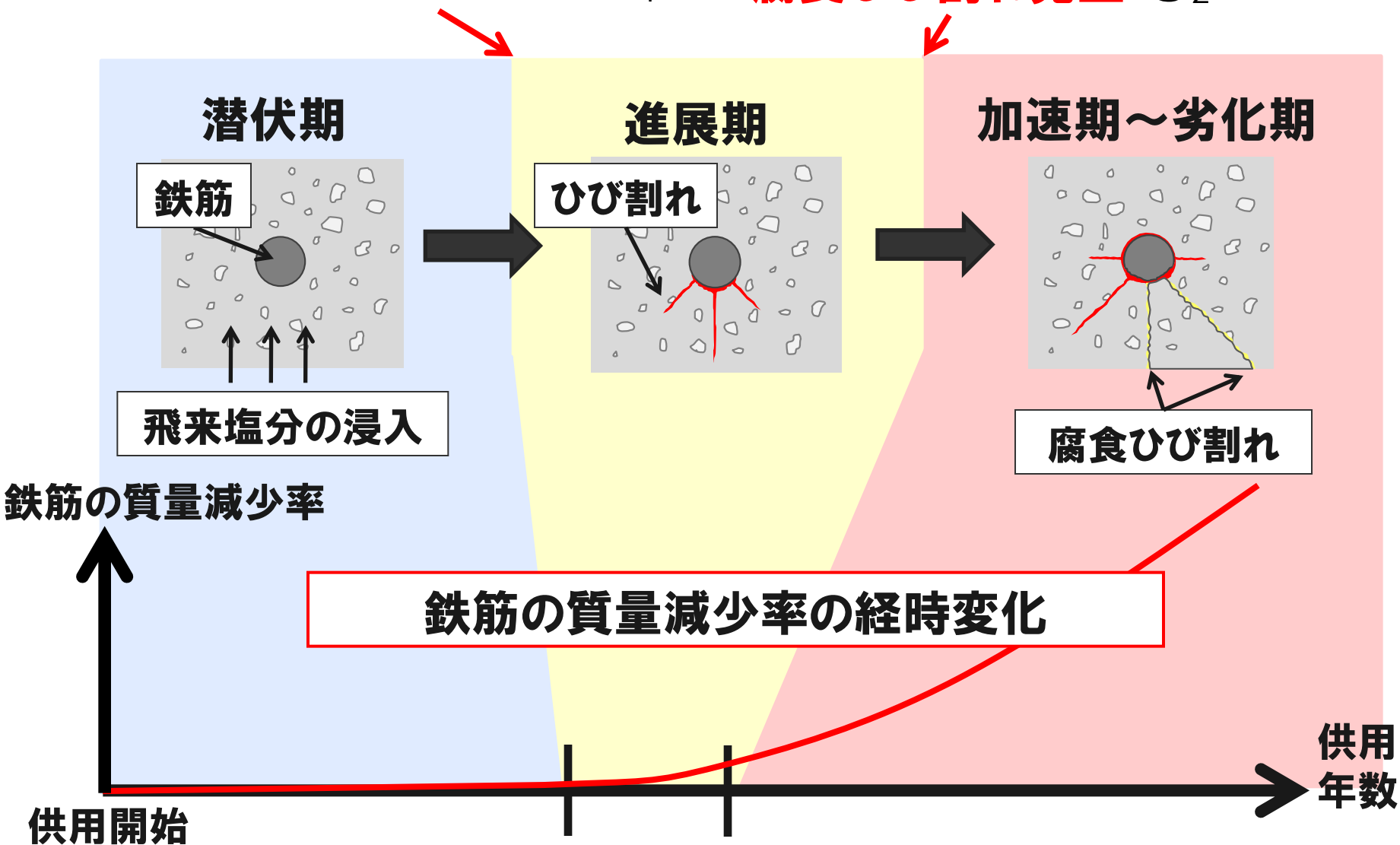
コンクリートの弾性係数: 28.0 (MPa)

コンクリートの圧縮強度: 32.6 (GPa)

鉄筋の質量減少率の経時変化の導出手順

鉄筋腐食開始: g_1

腐食ひび割れ発生: g_2



鉄筋腐食開始時刻の算出方法

$g_1 =$ 鉄筋腐食発生限界塩化物イオン濃度 — Fickの拡散方程式により求まる鉄筋位置の塩化物イオン濃度

$$g_1 = C_{\text{lim}} - C_0 \left\{ 1 - \operatorname{erf} \frac{c}{2\sqrt{Dt}} \right\}$$

- C_{lim} : コンクリート表面の塩化物イオン濃度 (kg/m^3)
- C : かぶり (cm)
- D : 塩化物イオンの見かけの拡散係数 ($\text{cm}^2/\text{年}$)
- t : 供用開始からの経過時間 (年)

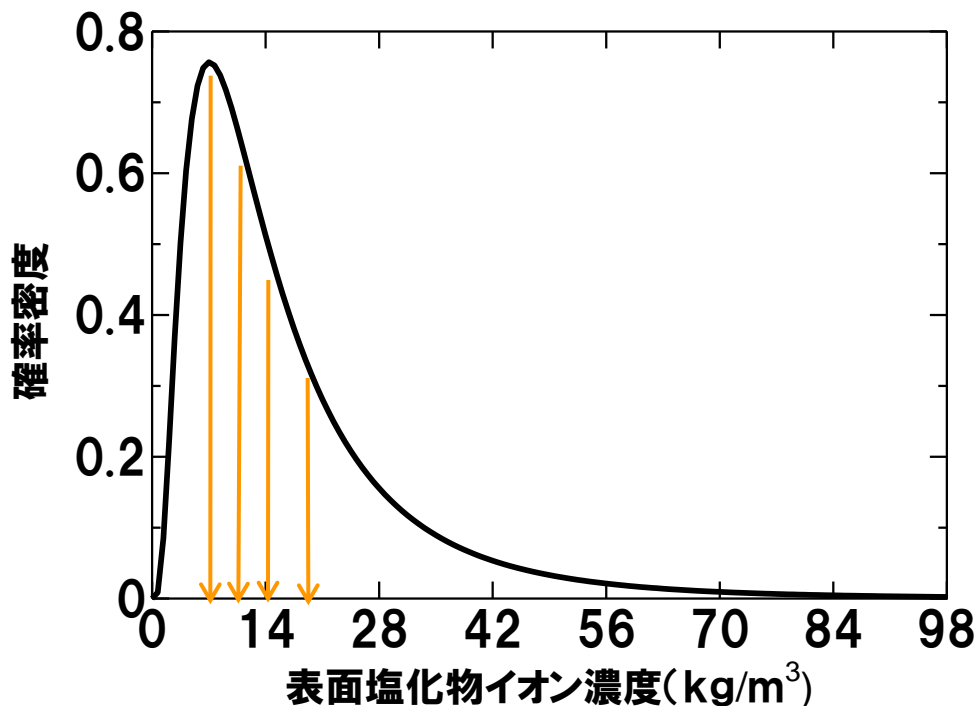
鉄筋腐食開始時刻の算出方法

$g_1 =$ 鉄筋腐食発生限界塩化物イオン濃度 — Fickの拡散方程式により求まる鉄筋位置の塩化物イオン濃度

$g_1 =$ C_{lim} — $C_0 \left\{ 1 - erf \frac{c}{2\sqrt{Dt}} \right\}$

表面塩化物イオン濃度の確率分布

統計モデル: 対数正規分布
平均: 13.96 (kg/m³)
標準偏差: 5.50 (kg/m³)



鉄筋腐食開始時刻の算出方法

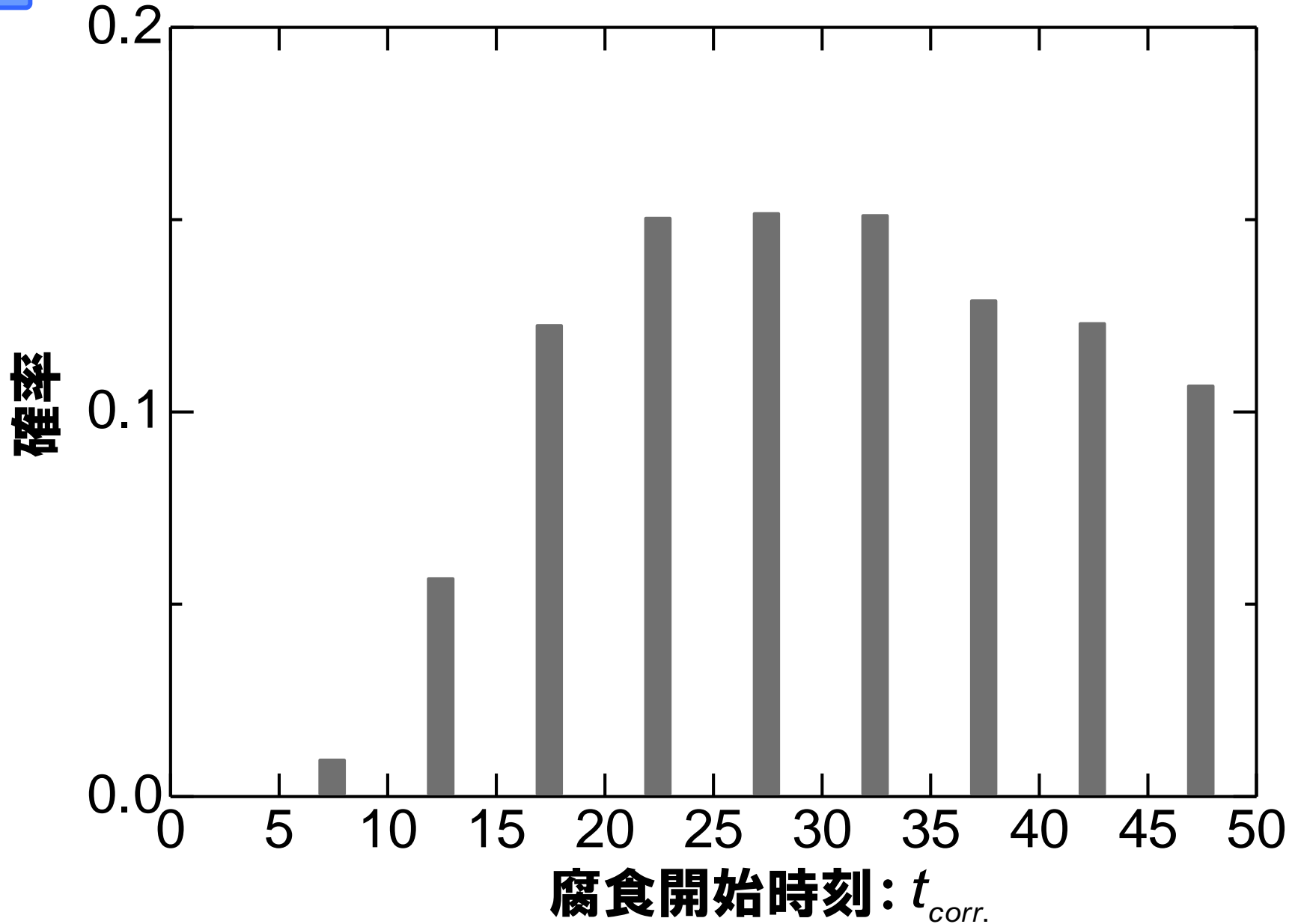
$g_1 =$ 鉄筋腐食発生限界塩化物イオン濃度 $-$ Fickの拡散方程式により求まる鉄筋位置の塩化物イオン濃度

$$g_1 = C_{lim} - C_0 \left\{ 1 - erf \frac{c}{2\sqrt{Dt}} \right\}$$

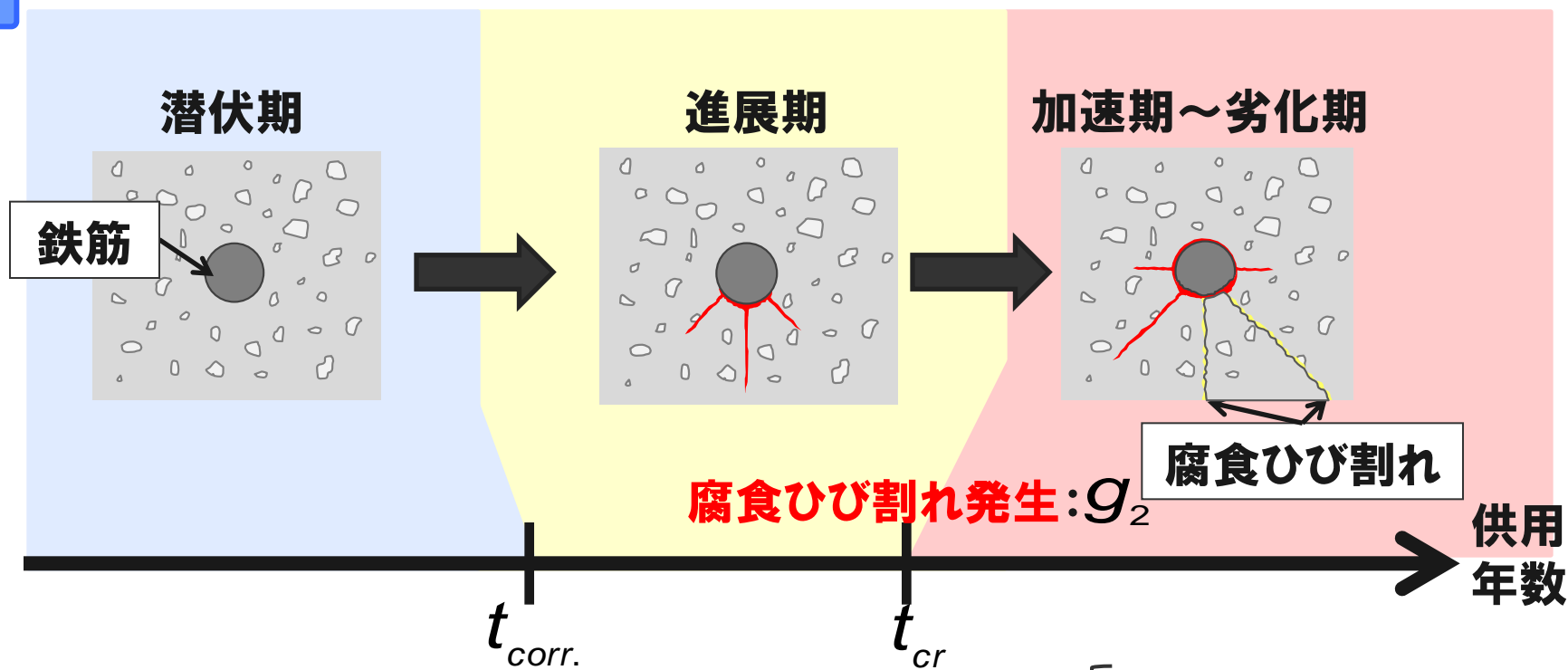
確率変数(MCMにより10000個の観測値を生成)

$$\text{腐食開始時刻: } t_{corr.} = \frac{1}{4D} \left\{ \frac{0.1c}{erf^{-1} \left(1 - \frac{C_{lim}}{C_0} \right)} \right\}^2$$

鉄筋腐食開始時刻の算出結果



腐食ひび割れ発生時刻の算出方法

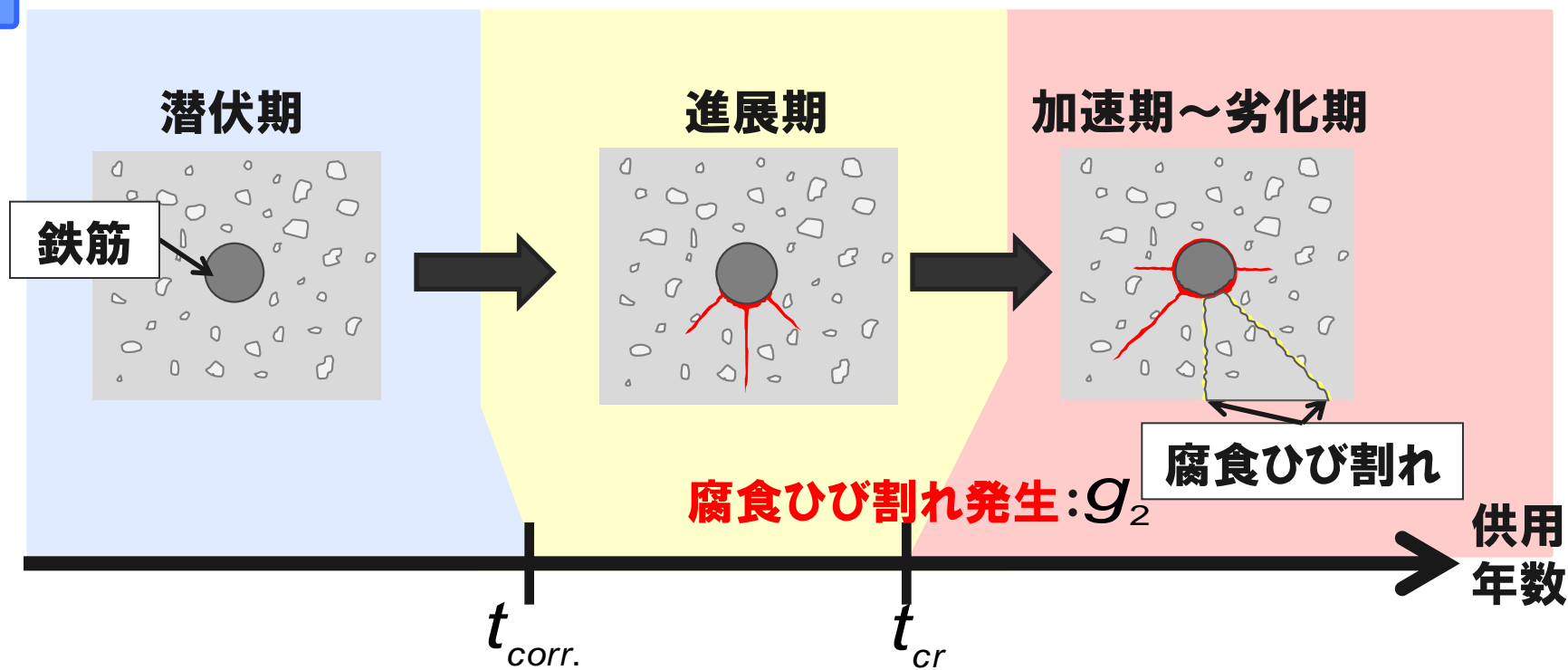


$$g_2 = \frac{\text{腐食ひび割れ発生時の腐食量}}{\text{腐食ひび割れ発生前の腐食速度}} \times \left[\text{任意の時刻} - \text{鉄筋腐食開始時刻} \right]$$

$$g_2 = \frac{W_c}{V_b} \times \left[t - t_{corr.} \right]$$

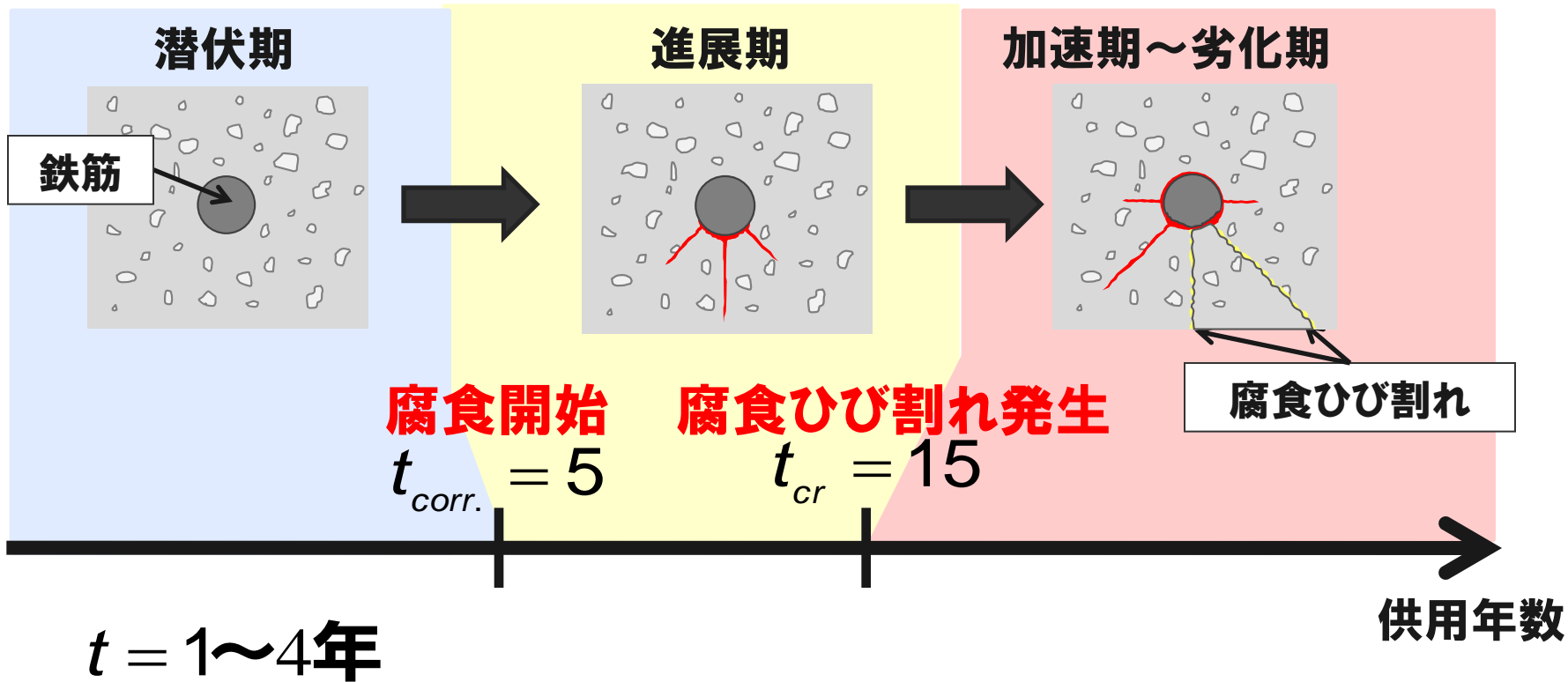
確率変数(MCMにより10000個生成)

腐食ひび割れ発生時刻の算出方法



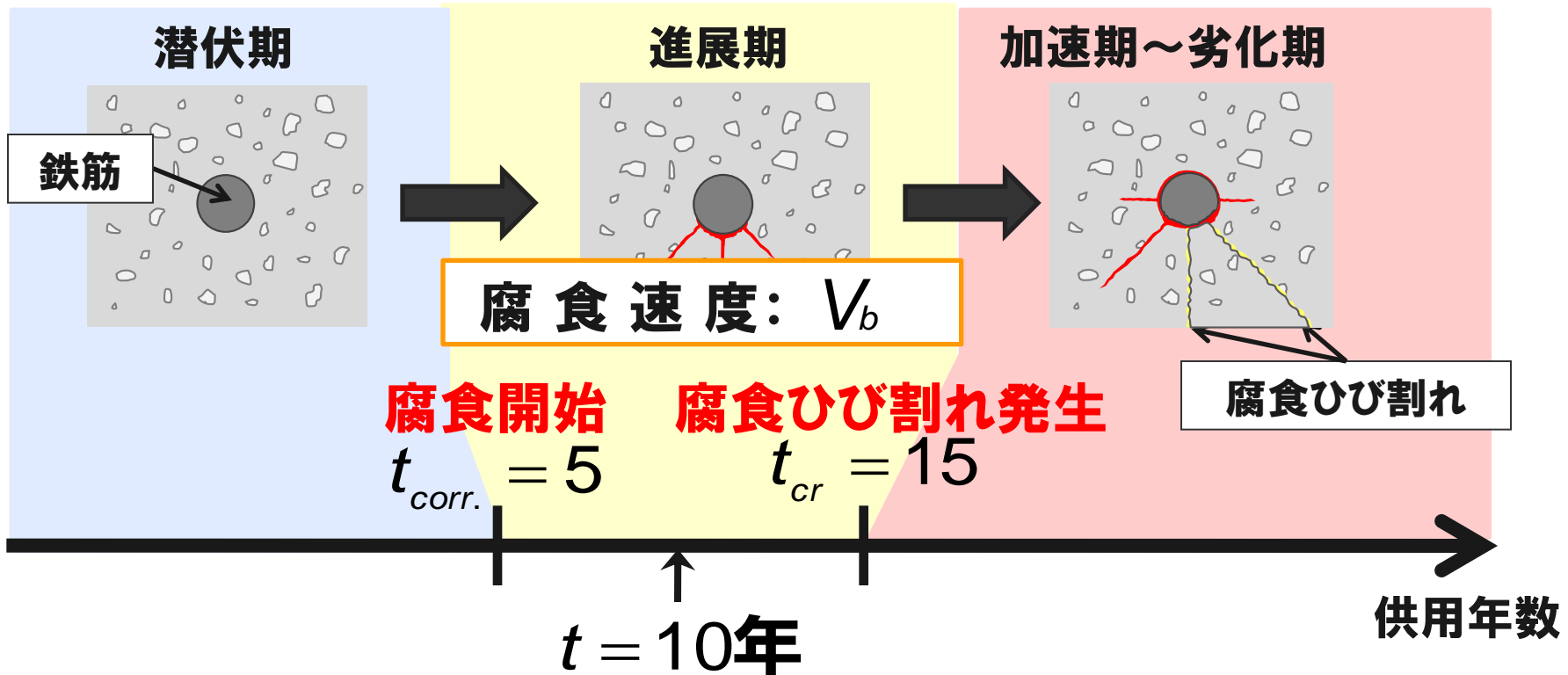
腐食ひび割れ発生時刻:
$$t_{cr} = t_{corr.} + \frac{W_c}{V_b}$$

鉄筋の質量減少率の算出方法



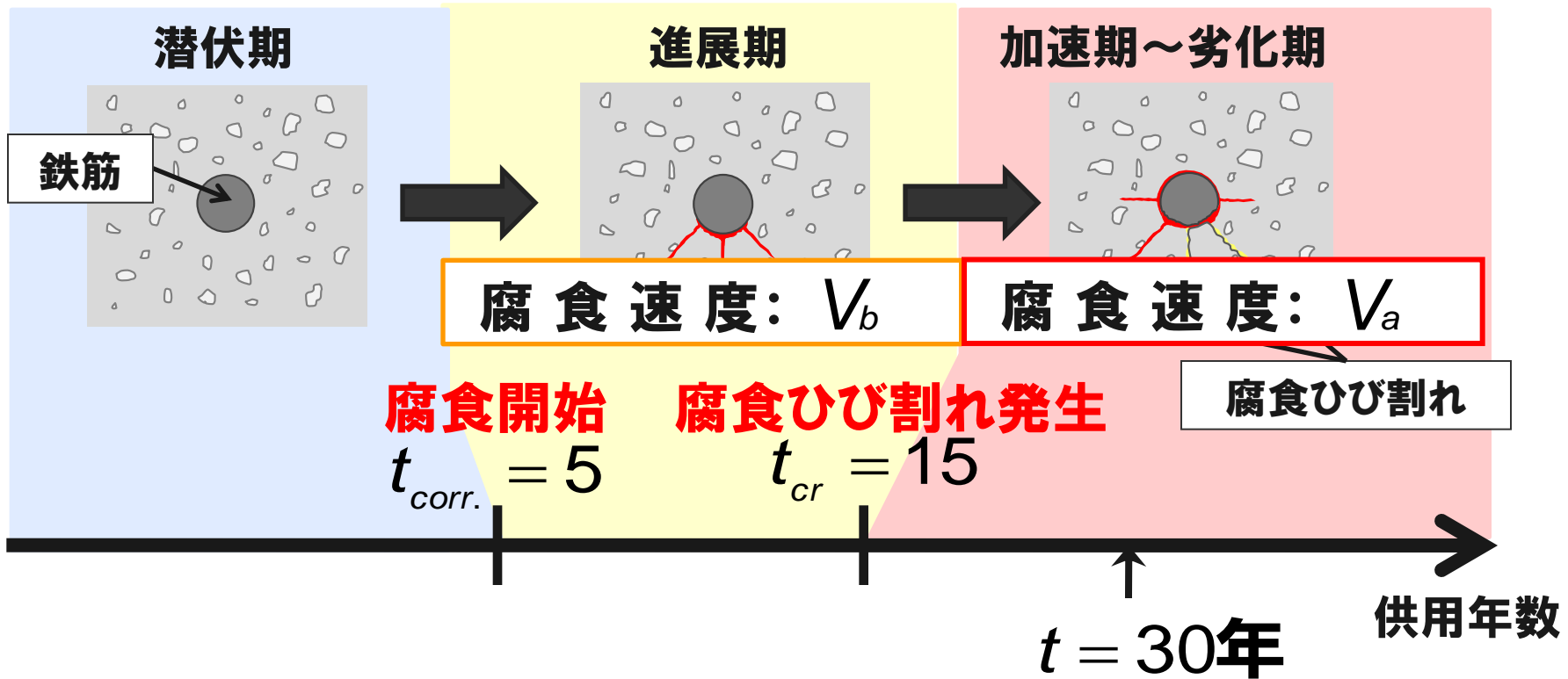
質量減少率 = 0

鉄筋の質量減少率の算出方法



$$\text{質量減少率} = V_b \times (10\text{年} - 5\text{年})$$

鉄筋の質量減少率の算出方法



$$\text{質量減少率} = V_b \times (15\text{年} - 5\text{年}) + V_a \times (30\text{年} - 15\text{年})$$

潜伏期

進展期

加速期～劣化期

鉄筋

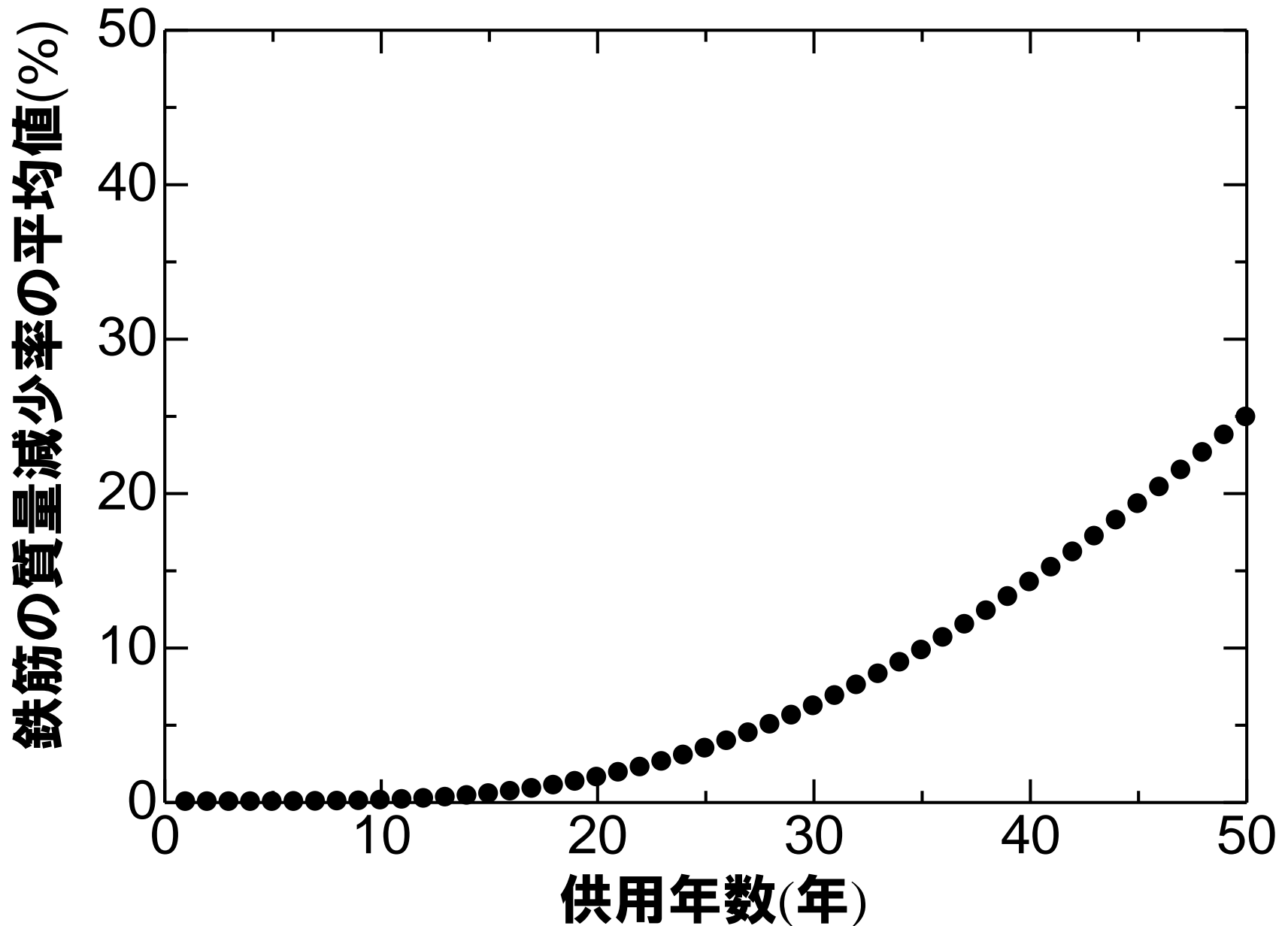
腐食開始 腐食ひび割れ発生

供用年数

シミュレーション回数	$t_{corr.}$	t_{cr}	供用年数ごとの鉄筋の質量減少率(%)					
			1年	2年	...	20年	...	50年
1回	5年	15年	0%	0%	...	2%	...	7%
2回	3年	13年	0%	0%	...	3%	...	10%
3回	7年	30年	0%	0%	...	1%	...	4%
⋮	⋮	⋮	⋮					
10000回	5年	20年	0%	0%	...	1%	...	6%
鉄筋の質量減少率の平均値			0%	0%	...	3%	...	9%

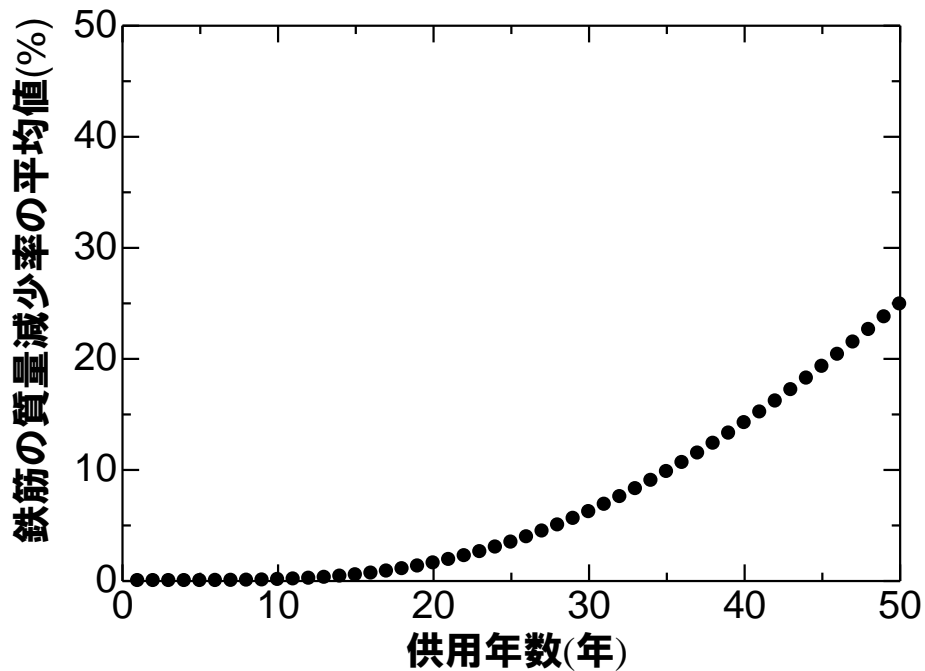


鉄筋の質量減少率の平均値の経時変化

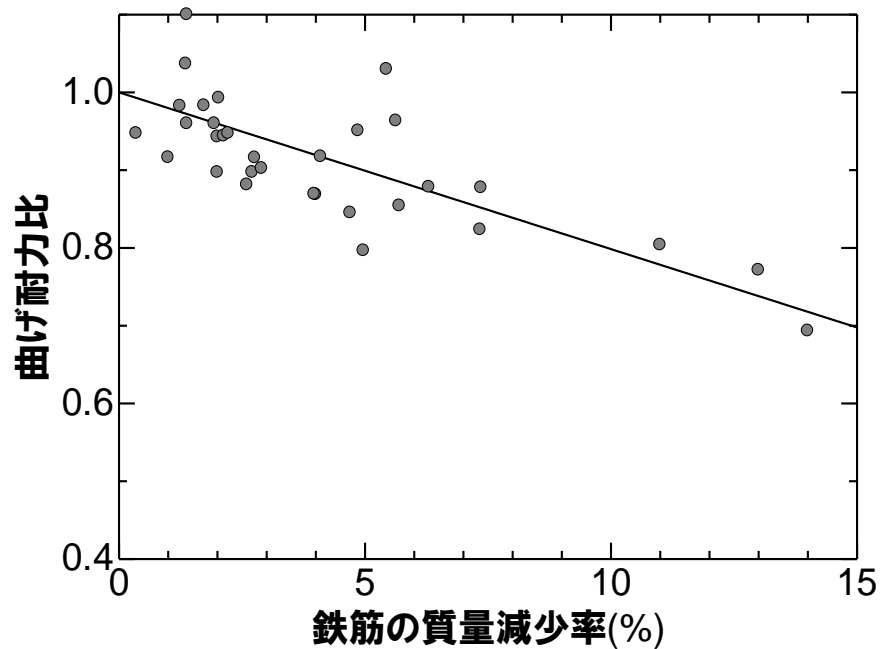


曲げ耐力に関する劣化曲線の導出

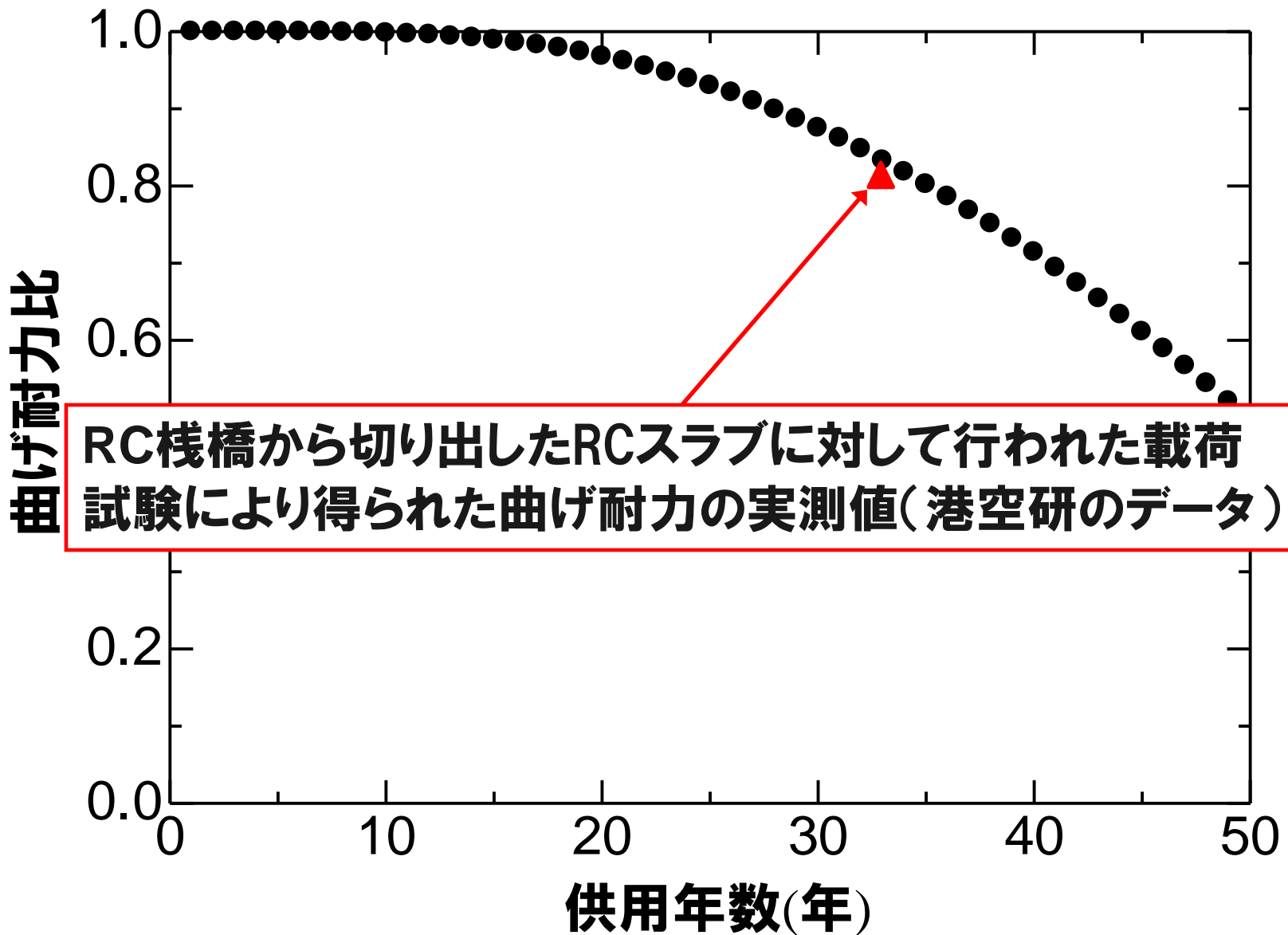
鉄筋の質量減少率の平均値の経時変化



曲げ耐力と鉄筋の質量減少率の関係



曲げ耐力に関する劣化曲線の導出結果



飛沫帯で供用されたRCスラブを対象に、劣化曲線の導出を行った。求めた劣化曲線から推定した供用年数が33年のときの曲げ耐力と、供用開始後33年経過した時点で行われた載荷試験結果は、比較的良い一致を示した。