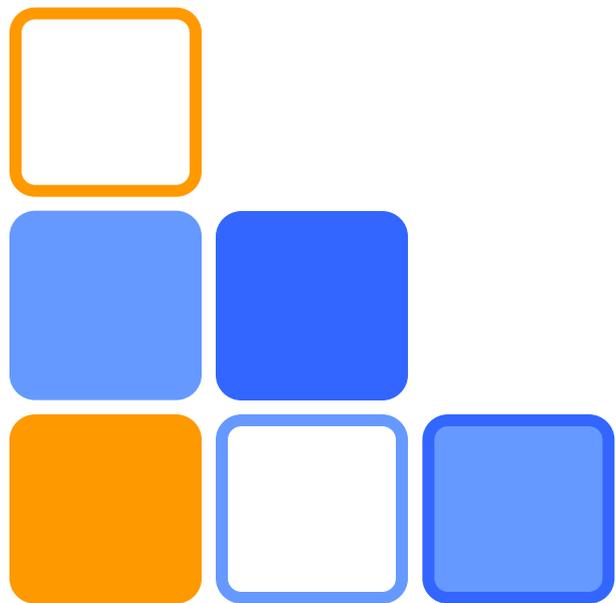
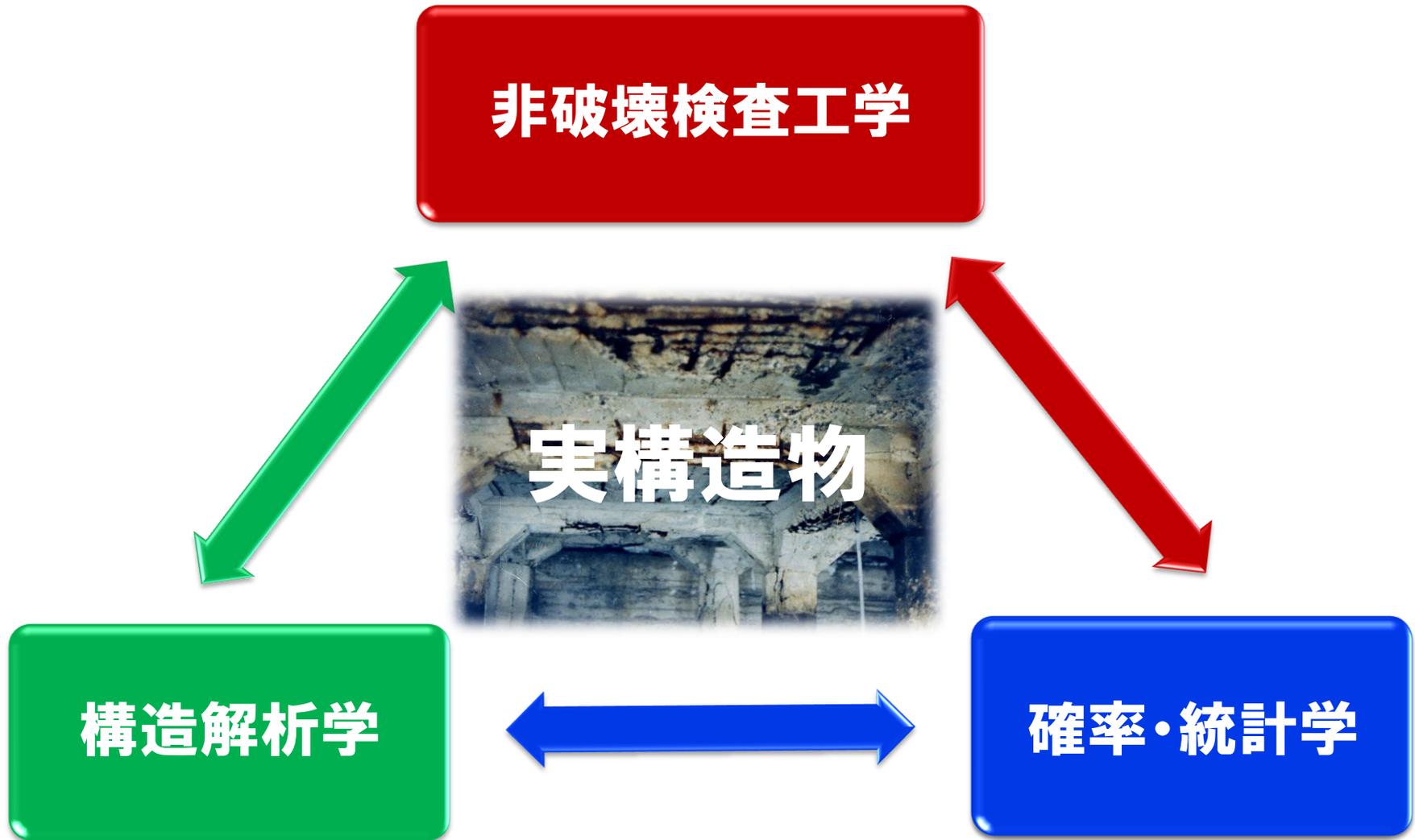


飛沫帯にあるRC部材の曲げ耐力に関する劣化予測手法





非破壊グループが目指している研究の方向性





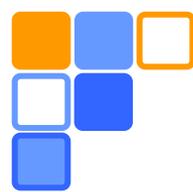
目的

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

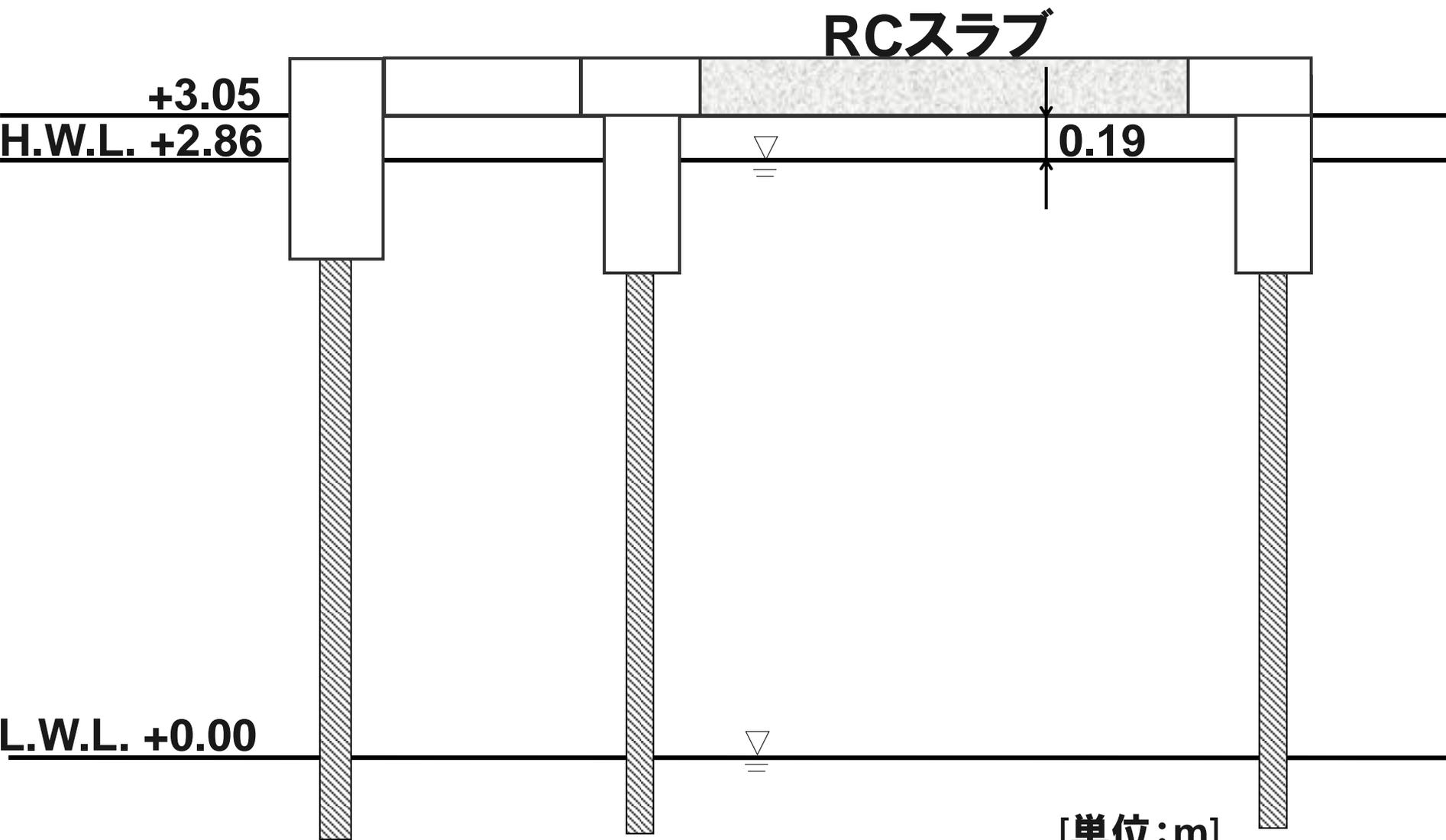
+3.05

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)

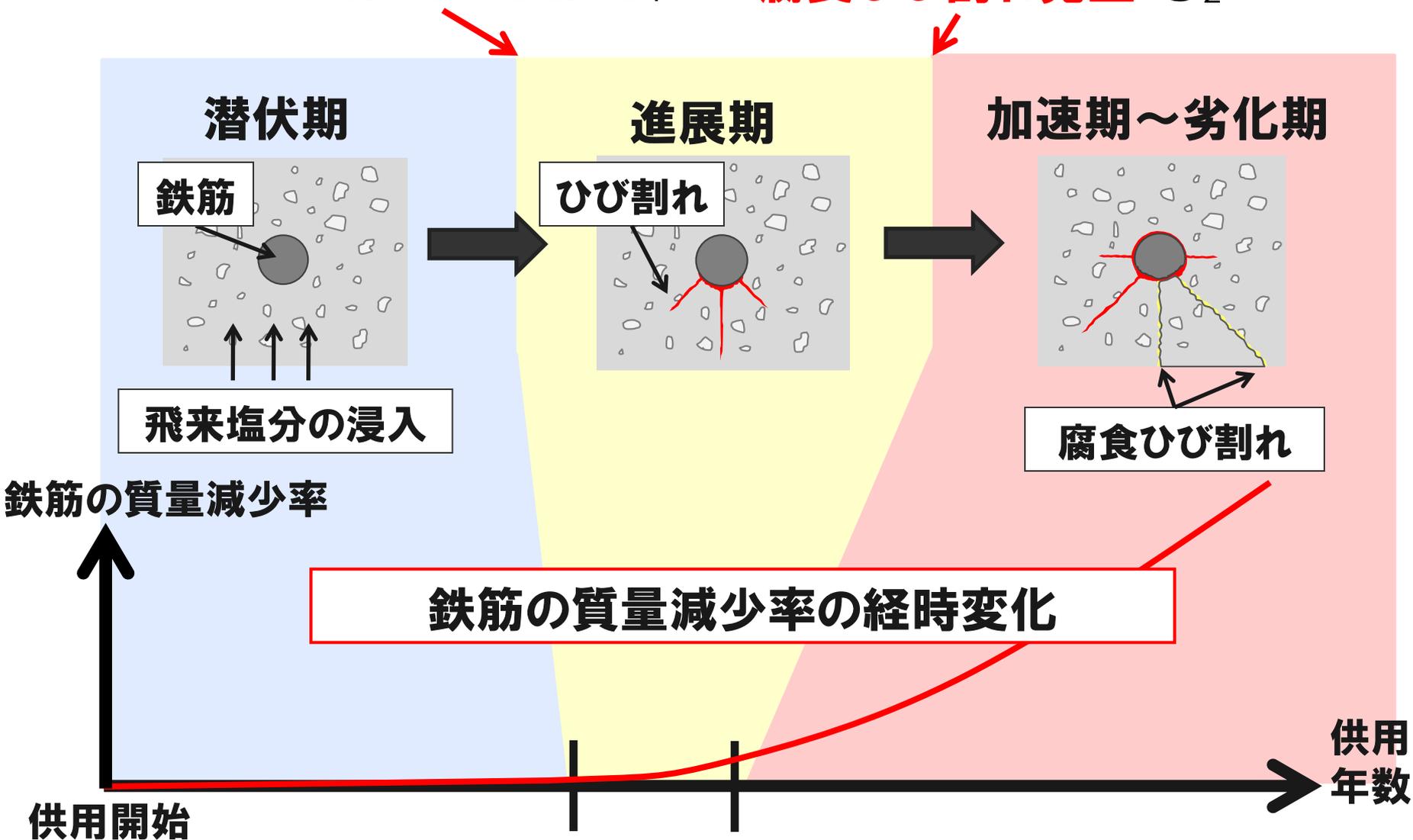
コンクリートの弾性係数: 28.0 (MPa)

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

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

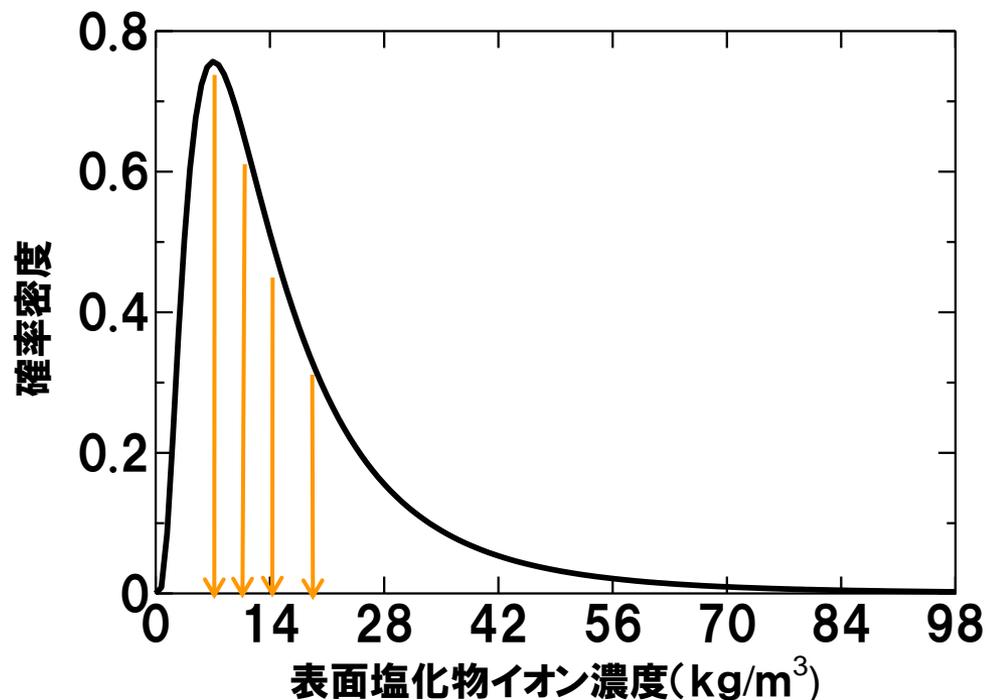
- C_{lim} : コンクリート表面の塩化物イオン濃度 (kg/m³)
- C : かぶり (cm)
- D : 塩化物イオンの見かけの拡散係数 (cm³/年)
- t : 供用開始からの経過時間 (年)

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

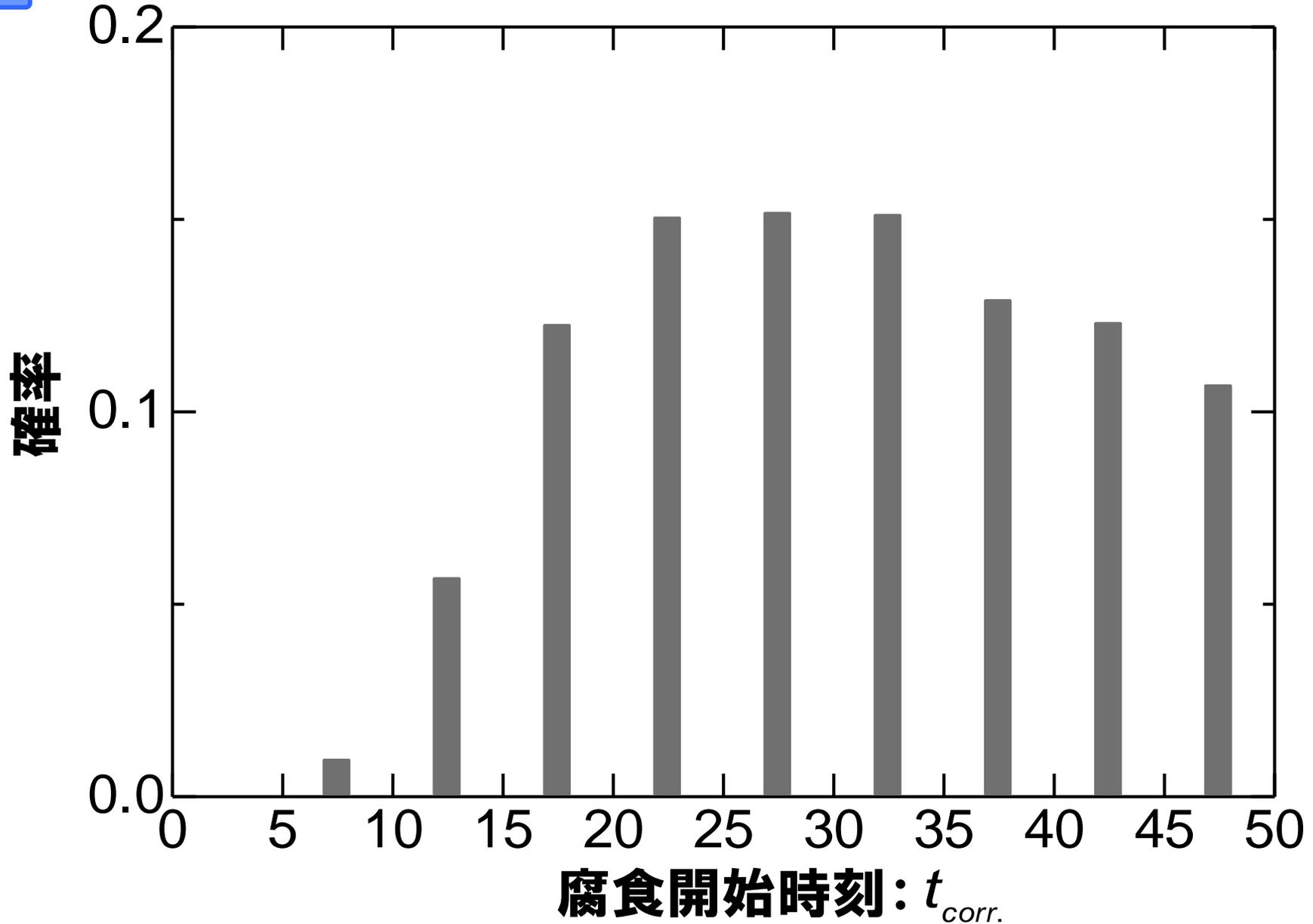
$g_1 =$ 鉄筋腐食発生限界塩化物イオン濃度 $-$ Fickの拡散方程式により求まる鉄筋位置の塩化物イオン濃度

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

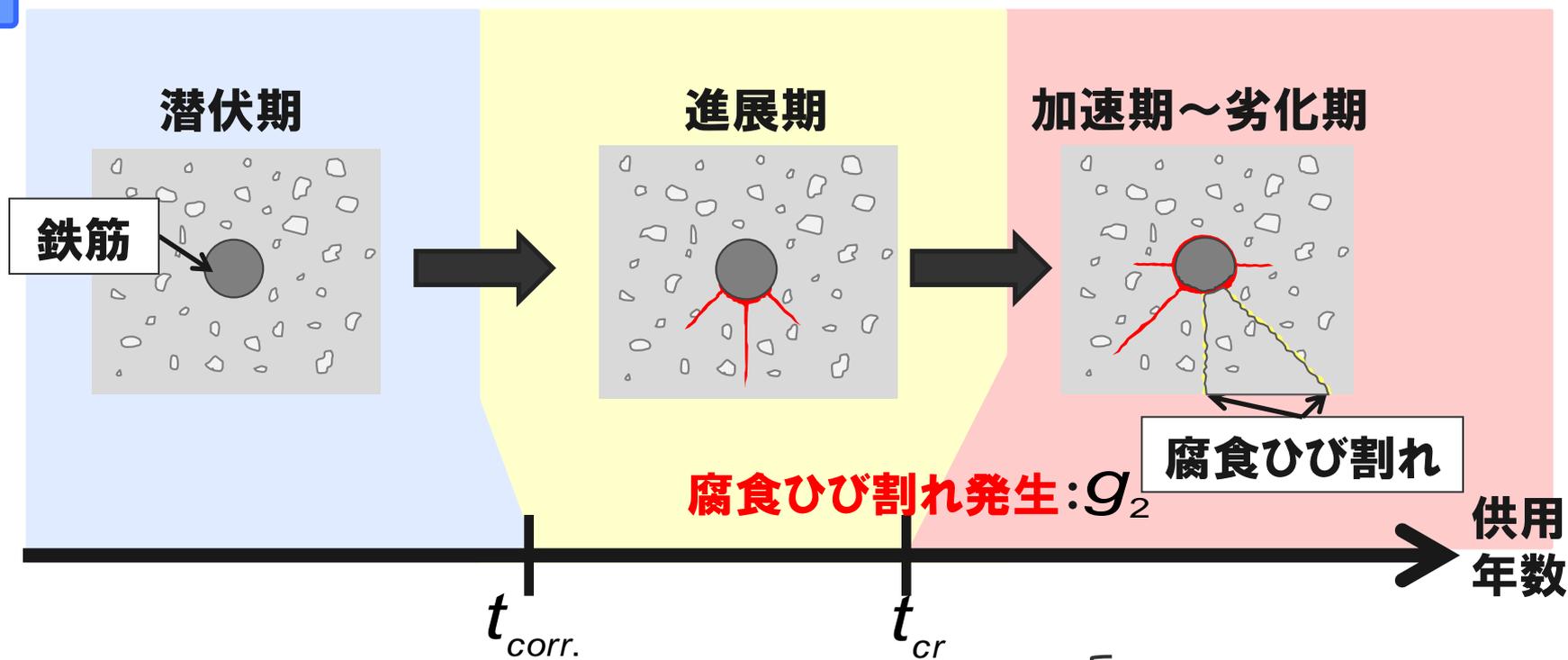
確率変数(MCMにより10000個の観測値を生成)

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

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

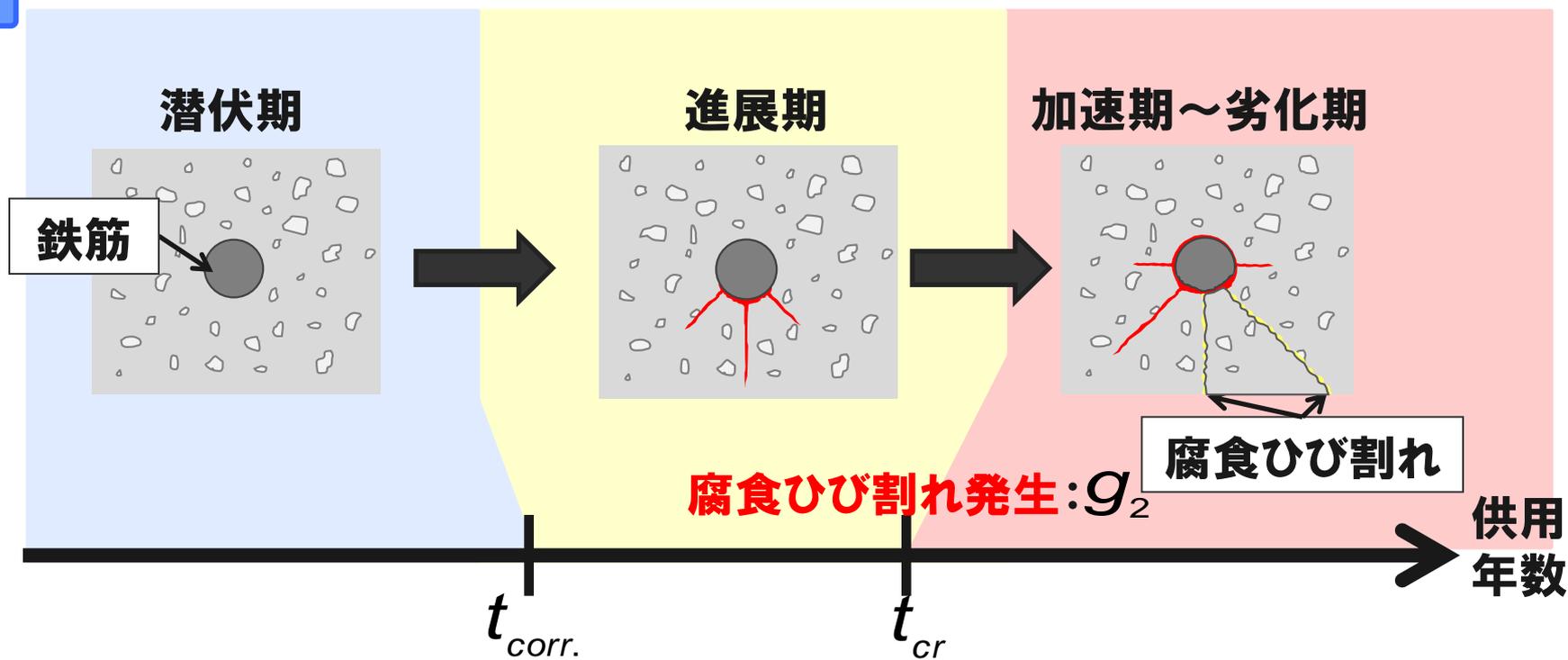


$$g_2 = \frac{\text{腐食ひび割れ発生時の腐食量}}{\text{腐食ひび割れ発生前の腐食速度}} \times \left[\text{任意の時刻} - \text{鉄筋腐食開始時刻} \right]$$

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

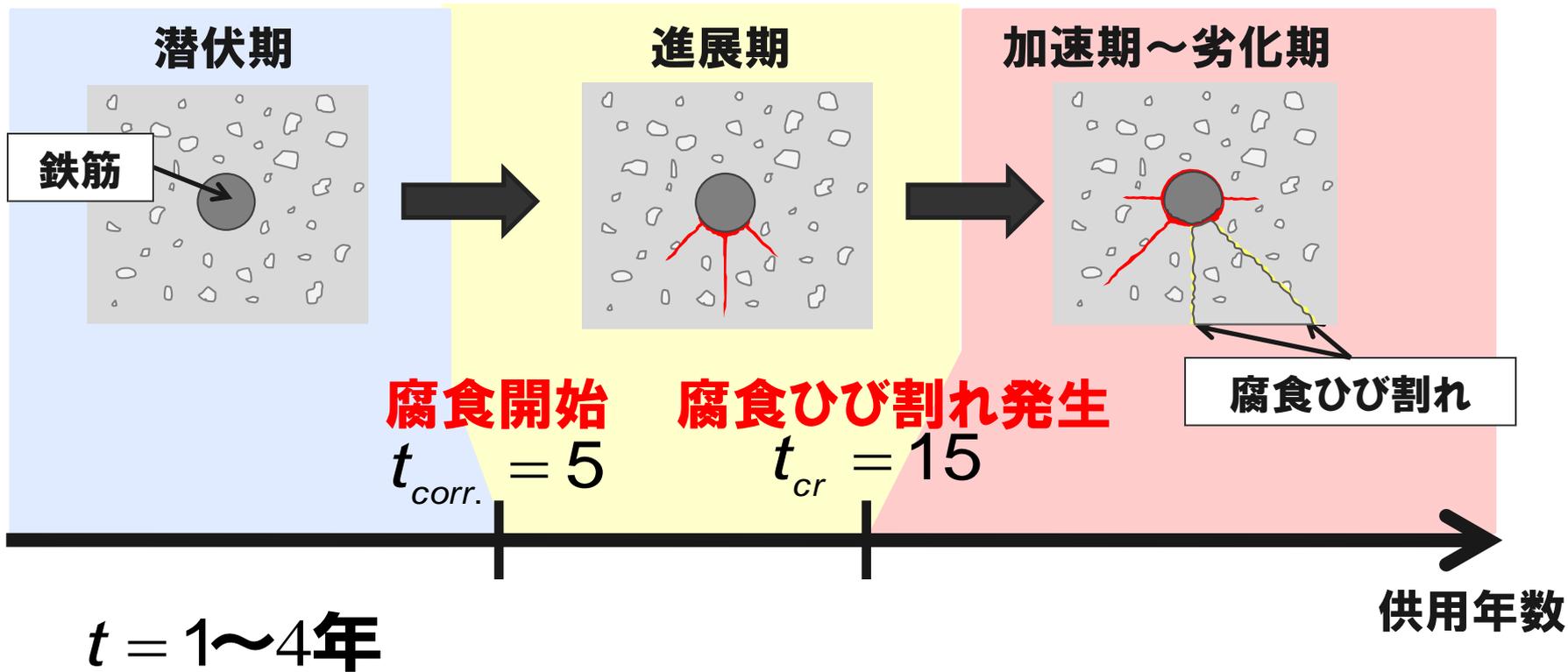
確率変数(MCMにより10000個生成)

腐食ひび割れ発生時刻の算出方法



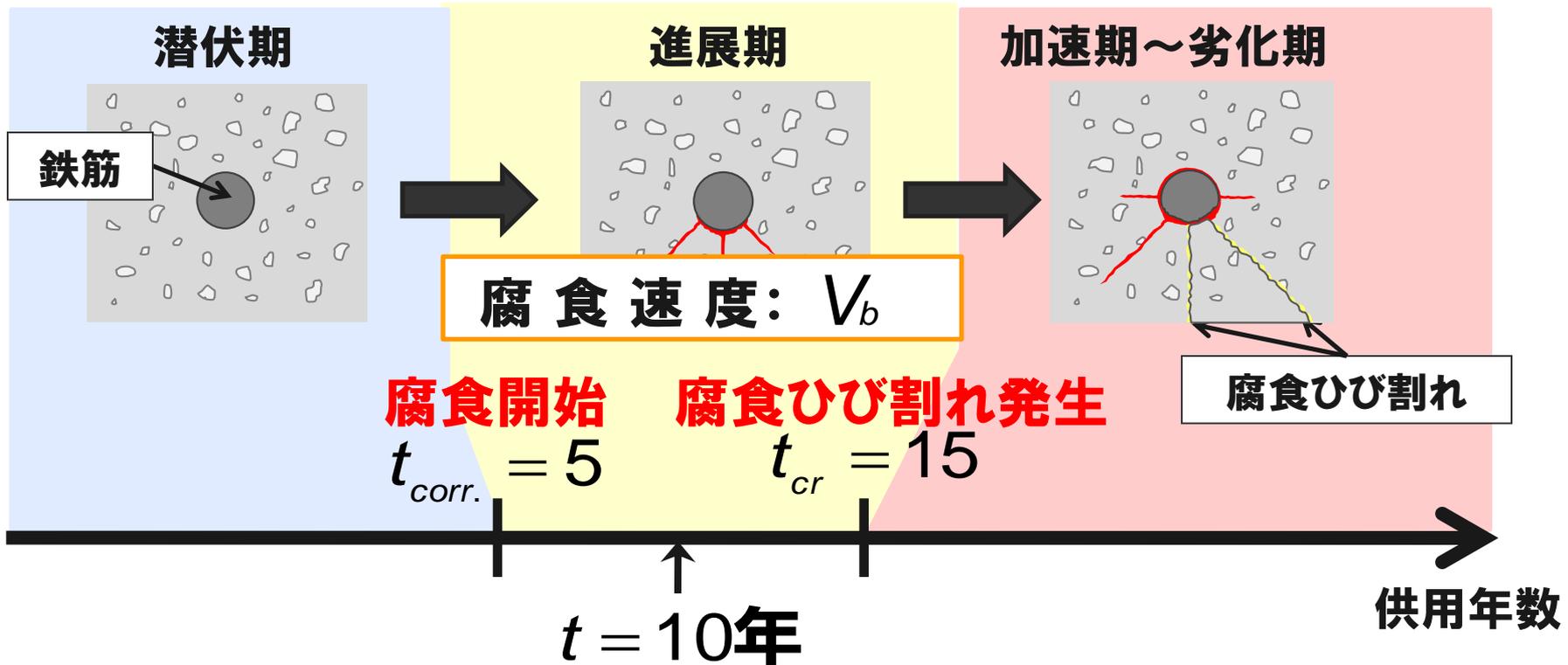
腐食ひび割れ発生時刻:
$$t_{cr} = t_{corr.} + \frac{W_c}{V_b}$$

鉄筋の質量減少率の算出方法



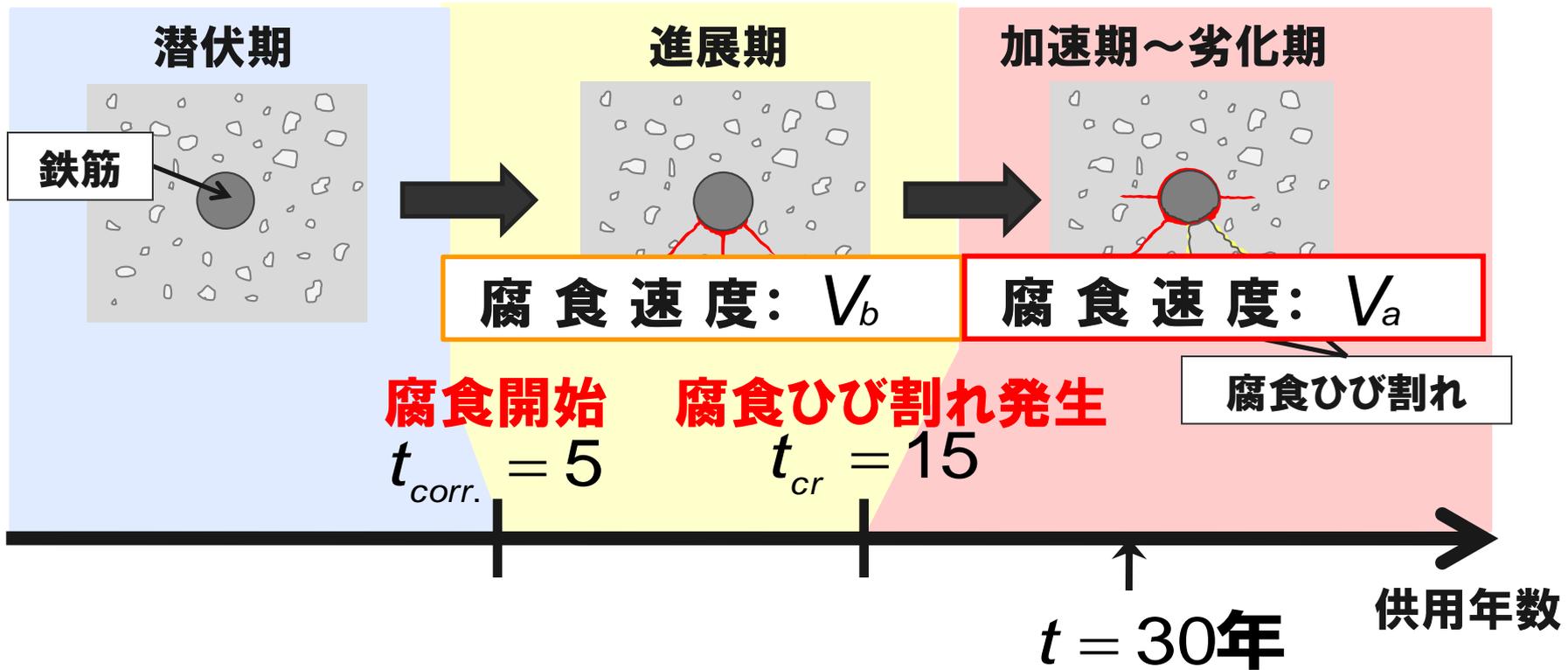
質量減少率 = 0

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

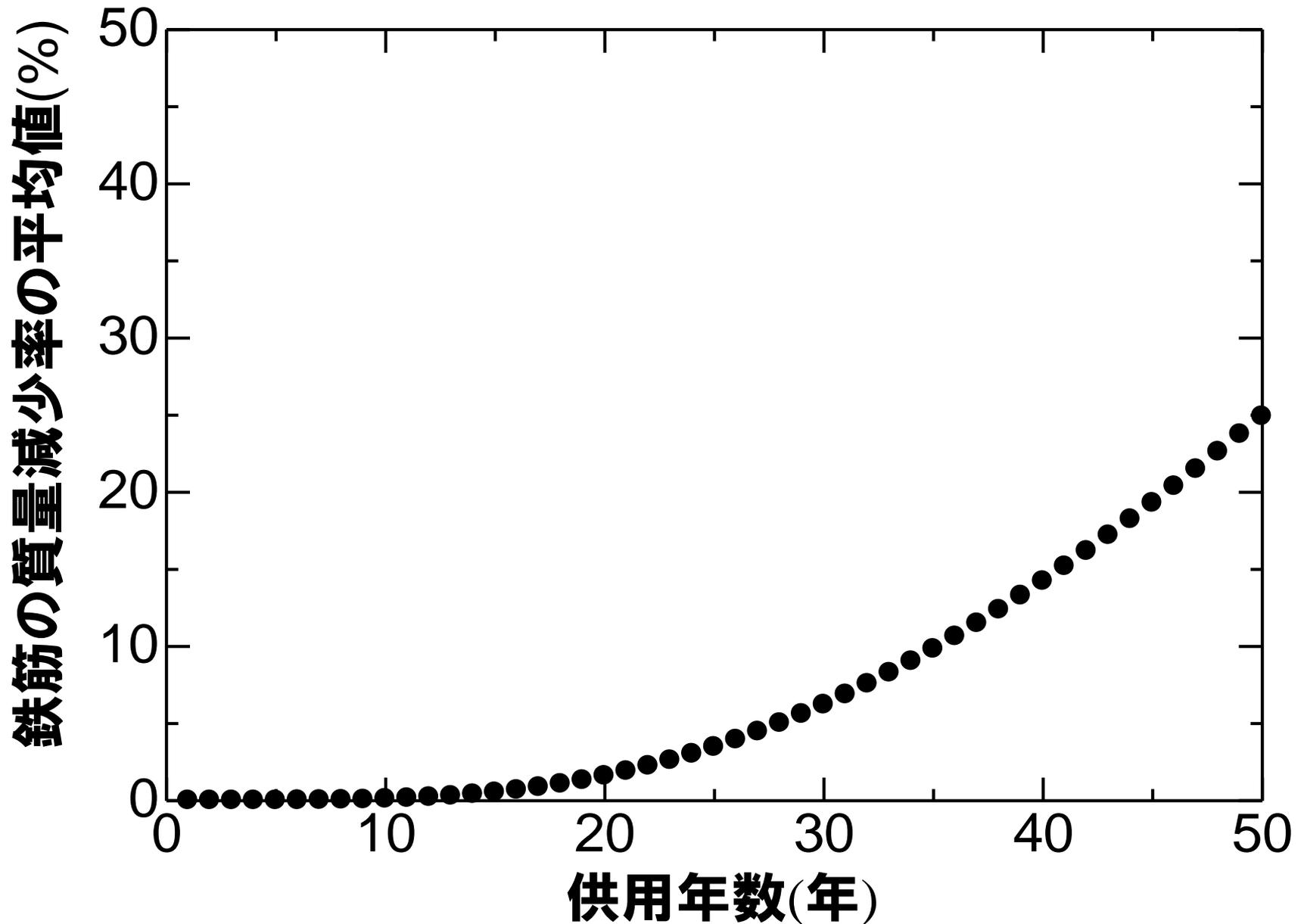
腐食開始 腐食ひび割れ発生

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%

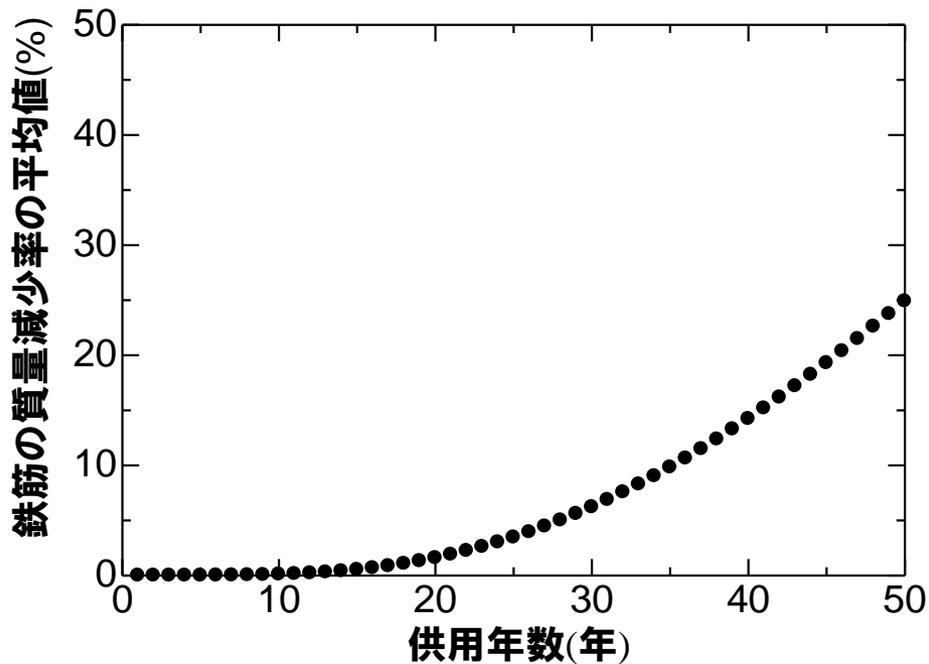


鉄筋の質量減少率の平均値の経時変化

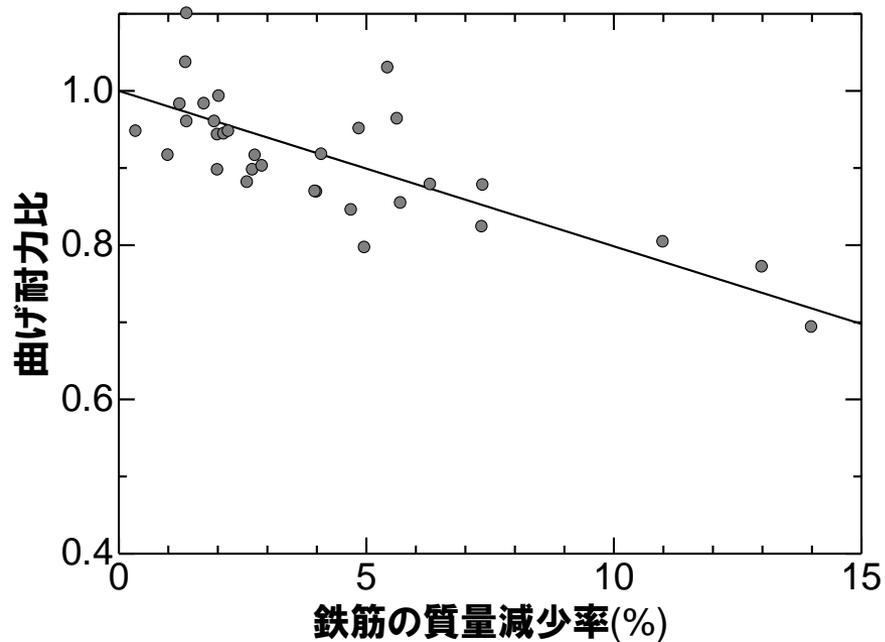


曲げ耐力に関する劣化曲線の導出

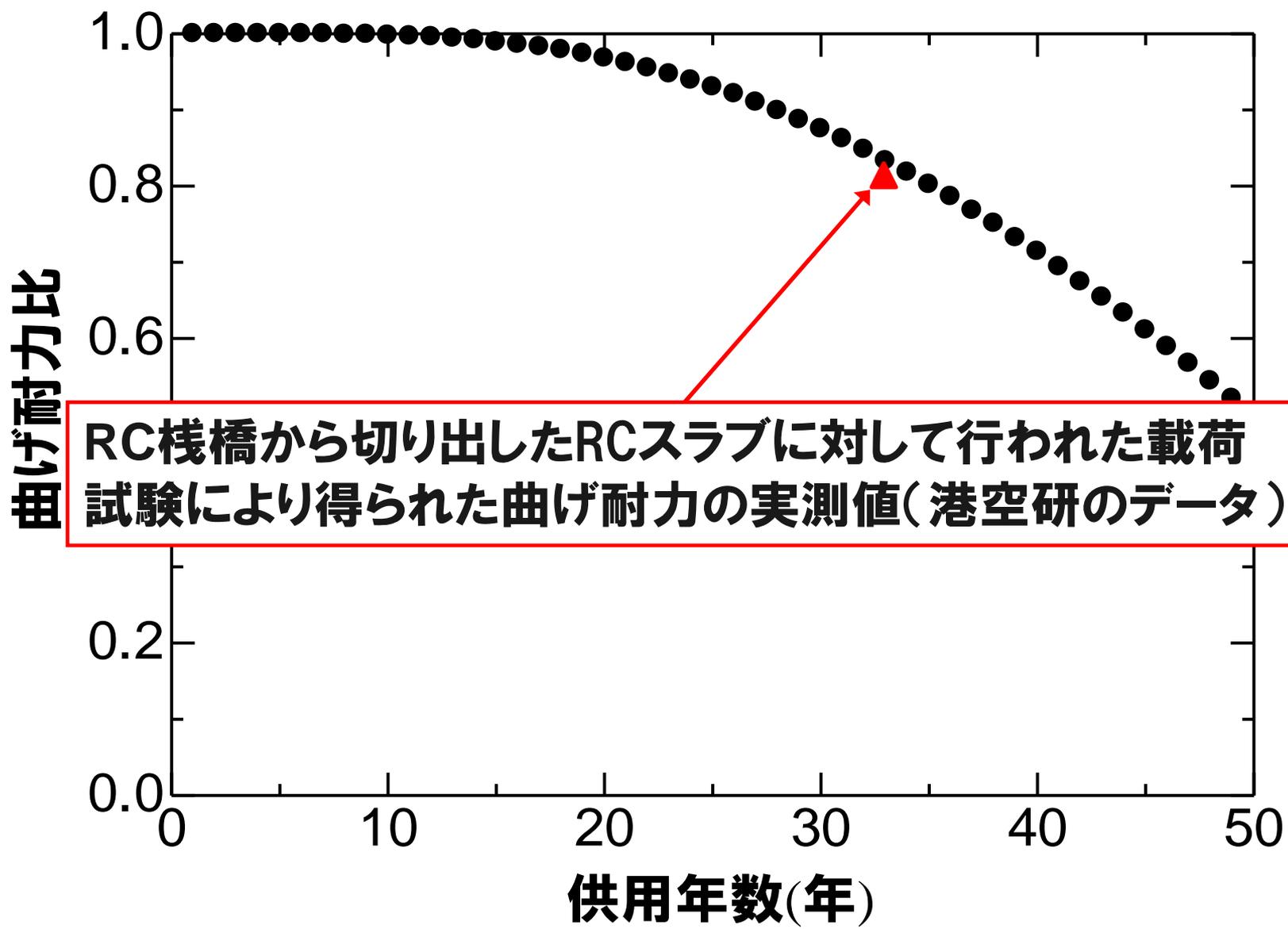
鉄筋の質量減少率の平均値の経時変化



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



RC栈橋から切り出したRCスラブに対して行われた荷重試験により得られた曲げ耐力の実測値(港空研のデータ)

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。