

$$\varepsilon_{eq} = \frac{k-1}{2k(1-2\nu)} I_1 + \frac{1}{2k} \sqrt{\left(\frac{k-1}{1-2\nu} I_1\right)^2 + \frac{6k}{(1+\nu)^2} 2J_2} \quad (4)$$

$$f(\varepsilon_{eq}, k) = \varepsilon_{eq} - k_i = 0 \quad (5)$$

$$D_{mech} = 1 - \frac{\kappa_0}{\kappa} \left[(1 - \alpha) + \alpha e^{-\beta(\kappa - \kappa_0)} \right] \quad (6)$$

ここに、 I_1 ：ひずみの1次不変量、 J_2 ：偏差ひずみ2次不変量、 k ：圧縮強度と引張強度の比、 α, β, κ_i ：損傷進展条件パラメータ（無損傷時 κ_0 ：損傷発生時の相当ひずみ、損傷進展時 κ_i ：過去の最大相当ひずみ）

2.2 鉄筋腐食の影響のモデル化

図-1に示す鉄筋腐食生成物の膨張モデルを用い、鉄筋表面が一様に腐食するものと仮定し、鉄筋の断面減少率 ω と体積膨張率 α より膨張変位量 u を式(7)によって求めた。

$$u = \frac{l}{2} R \left(\sqrt{\alpha} - 1 \right) \left(1 - \sqrt{1 - \frac{\omega}{100}} \right) \quad (7)$$

なお、鉄筋径の増加量を周囲のコンクリートに強制変位として与えたときに作用する膨張圧を予め算出し、部材に作用する荷重の一部とみなすことで、その影響を考慮した。

3. 解析モデル

解析対象とするのは、図-2に示すような単鉄筋 RC ばりの実験供試体である。表-1に損傷進展式に用いたパラメータを、表-2には材料試験結果から得られた材料定数を示す。図-2, 図-3に示すように、この供試体下面中央部に一定の塩化物イオン濃度を与え、桁中央部の断面において二次元拡散解析を行い塩化物イオンが桁中央部の部材の損傷に及ぼす影響を検討した。また力学的損傷解析においては拡散解析により算出された膨張圧を荷重として桁中央部鉄筋要素下面に与え、その後図-2に示すように桁中央部2箇所に対し一定の増分荷重を与えた。

4. 解析結果および考察

鉄筋の体積膨張率 α をパラメータとして塩害による鉄筋腐食の影響を考慮した場合の荷重-変位関係を図-4, 図-5に、また経年変化に伴う終局耐力の変化を図-6に示す。

$\alpha = 1.2$ とした場合においては10年経過時で約5.9%、30年経過時で約6.5%の終局耐力の低下が予測されたのに対し、 $\alpha = 2.0$ とした場合には10年経過時で約10.1%、30年経過時で約33.9%もの大幅な終局耐力の低下が予測された。コンクリート中の鉄筋の体積膨張率は明確ではないが、現実の終局耐力の値は本解析で設定した条件 $\alpha = 2.0$ （大気中に置かれた無拘束の状態に対応し、体積膨張率の上限に近いと考えられる）とした場合ほどに低下するとは考えられないが、慎重に検討する必要があると考えられる。

以上の結果より、本手法を用いて塩害による鉄筋腐食がRC桁の終局耐力低下に及ぼす影響を評価できることが認められた。

表-1 解析に用いた損傷進展パラメータ

	コンクリート		鉄筋
	引張	圧縮	引張・圧縮同じ
α	0.96	0.96	0.96
β	20000	100	3000
κ_0	8.4×10^{-5}	3.2×10^{-3}	1.5×10^{-5}

表-2 解析に用いた材料定数

	コンクリート	鉄筋
ヤング係数(kN/mm ²)	26.5	205.8
ポアソン比	0.18	0.29
圧縮強度(N/mm ²)	35.6	-
降伏強度(N/mm ²)	-	541.9
圧縮・引張強度比	11.1	1

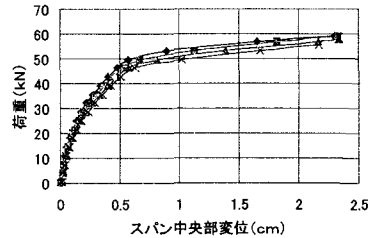


図-4 荷重-変位関係 ($\alpha = 1.2$)

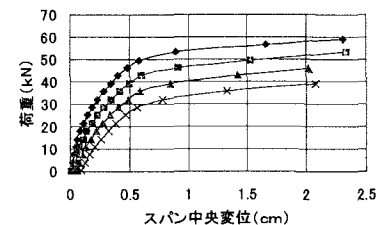


図-5 荷重-変位関係 ($\alpha = 2.0$)

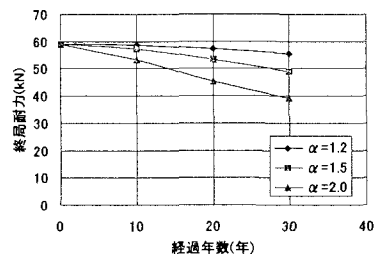


図-6 α が終局耐力に与える影響