

コンクリートの引張軟化曲線を推定するデータベースの試作

東北工業大学大学院 学生会員 ○及川 幸志
 東北工業大学 正会員 外門 正直
 東北工業大学 正会員 秋田 宏

1. まえがき

コンクリートの破壊現象のモデル化や力学的性質を評価するには引張軟化特性を知る必要がある。また、正確な引張軟化曲線からは、引張強度、破壊エネルギーなど主要な破壊力学パラメータが求められるので、材料評価の重要な指標となる。コンクリートの引張軟化特性を調べる最も良い方法として直接引張試験があるが、高価な装置が必要であることや実行には難しい点も多いため、あまり行われていない。本研究では基準となる配合のコンクリート供試体を用いて直接引張試験を行い、その結果から同試験を行わなくても引張軟化特性を推定できるデータベースの作成を目的とした。

2. 実験概要

(1) 使用材料

供試体作製の際に、セメントは宇部三菱セメント(株)製普通ポルトランドセメント(密度:3.16g/cm³)、粗骨材は高館産砕石(絶乾密度:2.66g/cm³、吸水率:2.79%)、細骨材は鶴巣大平産の山砂(絶乾密度:2.48g/cm³、吸水率:2.49%)をそれぞれ使用した。

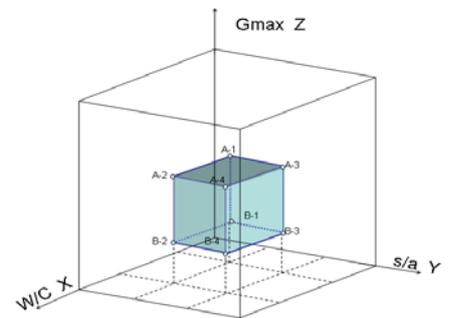


図-1 配合範囲の三次元表示

(2) 実験用供試体

引張特性に最も影響を及ぼすと考えられる水セメント比 W/C、細骨材率 s/a、粗骨材最大寸法 Gmax の一般的な配合の上限・下限値を基準の配合とした。図-1 に三次元で表したように、一般的な配合の範囲は直方体の内部に、基準となる配合は直方体の頂点に相当する。

表-1 コンクリート配合表

供試体	粗骨材 (mm)	W/C (%)	s/a (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	AE剤 (g/m ³)	減水剤 (g/m ³)
A-1	25	40	35	11.5	4.5	C×0.055	C×1.0
A-2	25	60	35	12.0	5.5	C×0.070	C×1.0
A-3	25	40	45	11.0	4.5	C×0.050	C×1.0
A-4	25	60	45	12.5	5.7	C×0.046	C×1.0
B-1	15	40	35	12.0	5.4	C×0.058	C×1.0
B-2	15	60	35	13.0	5.0	C×0.065	C×1.2
B-3	15	40	45	12.5	5.8	C×0.054	C×1.1
B-4	15	60	45	12.0	5.6	C×0.047	C×1.0

基準とする配合の具体的数値を表-1 に示す。供試体の形状は角柱、寸法は 10×10×40cm である。供試体長さの中心に幅 3mm、奥行き 10mm の切欠きを 4 面全てに設けた。

(3) 直接引張試験

試験途中の不安定破壊を防止するため、変形制御式荷重装置によって荷重制御した。さらに安定した破壊が確実に得られるように最大荷重の近傍でひずみ速度を小さくした。また、本実験では図-2 に示すように各面から張り出したアームに曲げ付加装置を設置することにより、不均質材料に発生する 2 次曲げを消去した。

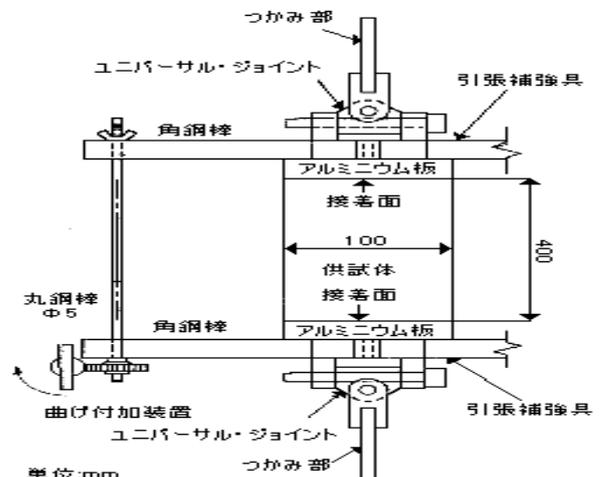


図-2 実験概要図¹⁾

3. 実験結果

(1) 引張軟化曲線

引張軟化曲線を引張強度 f_t (縦軸) と限界仮想ひび割れ幅 w_c (横軸) で正規化すると式(1)で表わす事ができる。実験で得られた各配合につき 5 本の引張軟化曲線を正規化し図-3 に示した 11 点について平均を求め、最小二乗法により係数を定めた。それらの係数を表-2 に示す。式(1)に配合 B-3 の係数を代入することにより、図-3 に示した正規化引張軟化曲線を描く事が出来る。

$$\sigma_N = \frac{a}{w_N + B} - Cw_N + D + Ee^{-F(w_N-G)^2} \dots \dots \dots (1)$$

(2) 推定方法

表-2 式(1)の係数・他

8 配合のコンクリート供試体から得られた係数 A~G を基に内挿法により任意の配合の係数が求められる。この係数を式(1)に代入する

供試体	A	B	C	D	E	F	G	f_t	w_c
A1	0.0709	0.0700	-0.0181	0.0844	0.0851	5013.0	0.0060	2.652	0.371
A2	0.0650	0.0701	0.0099	0.0509	0.1285	15400.0	0.0017	2.365	0.315
A3	0.0840	0.0799	0.0095	-0.0684	0.0405	16000.0	0.0075	2.668	0.29
A4	0.0518	0.0585	0.0005	0.0484	0.1691	37460.0	0.0010	2.202	0.33
B1	0.0648	0.0622	-0.0336	0.0945	0.0556	11180.0	0.0018	2.973	0.295
B2	0.0638	0.0639	0.0100	0.0500	0.0530	10820.0	0.0018	2.449	0.309
B3	0.0637	0.0654	0.0100	-0.0498	0.1295	10900.0	0.0071	2.753	0.216
B4	0.0509	0.0567	0.0109	-0.0373	0.1606	24000.0	0.0024	2.453	0.262

ことにより、任意の配合の正規化引張軟化曲線が得られる。この方法により例えば W/C=60%、s/a=40%、Gmax=20mm の配合に対して求めた正規化引張軟化曲線は図-4 である。また、同法により f_t , w_c も同時に推定できるので完全な引張軟化曲線が得られる。

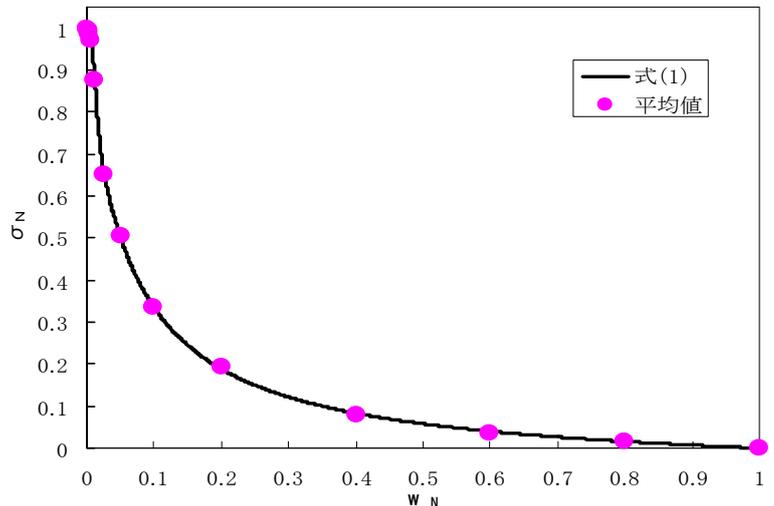


図-3 配合B-3の引張軟化曲線

4. 考察

本研究ではコンクリート供試体の W/C、s/a、Gmax を変えた 8 配合により引張軟化曲線を推定するデータベースを試作した。このデータベースにより推定された引張軟化曲線を描けた。今後の課題としては、本実験のデータベースから推定される任意の配合の引張軟化曲線の有効性についての確認が必要である。次に W/C、s/a、Gmax の上限・下限の中間値の配合での実験を行うことにより正確な推定ができるデータベースの作成を検討する必要がある。

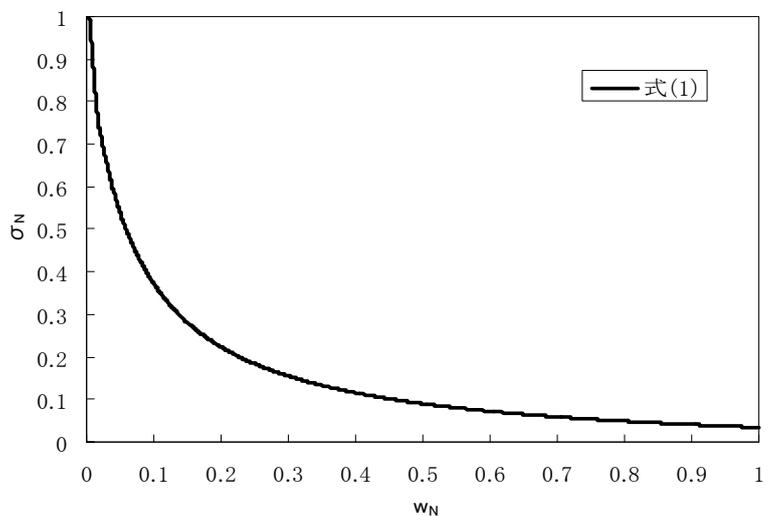


図-4 推定された引張軟化曲線

参考文献

1) 秋田 宏ほか：コンクリートの直接引張試験で得られる引張強度の精度に関する検討，コンクリート工学論文集，Vol.12，No.2，pp105_111，2001.5