

引張強度増進用混和剤を用いたコンクリートの強度特性

飛鳥建設株式会社 正会員 ○寺澤 正人*1
 東北大学 フェロー会員 鈴木 基行*2
 飛鳥建設株式会社 正会員 笠井 和弘*1
 飛鳥建設株式会社 西浦 和幸*1
 株式会社アストン 安藤 尚 *3

1. はじめに

コンクリートは、造形が容易でかつ安価であることなどから、鉄とともに土木構造物の建設においては欠くことのできない材料であると言える。しかしながら、コンクリートの引張強度は圧縮強度に比較して1オーダー低いという特徴があり、近年では、構造物の大型化や複雑化に伴いひび割れ発生による構造物の劣化や引張抵抗材としての鋼材の増加に伴うコスト上昇や施工性の悪化が問題となっている。これに対して各種研究機関では、コンクリートの圧縮強度の増進や炭素繊維などの繊維による引張補強に関する研究が行われ多数の成果が得られているものの、効果やコストの面で課題は多いと思われる。我々の研究グループは、コンクリートの持つ圧縮特性を大きく変えることなく、引張強度を増進させるための安価な混和剤の実用化を目指して実験的な研究を実施中であるが、一定の成果が得られたのでここにその一部を紹介する。

2. 実験方法

2-1 開発した混和剤の概要

開発した混和剤Aは珪酸塩を主成分とする粉状又は粒状の固体状薬剤である。今回実施した実験では、平均粒径 2mm のもの（以下「粉状」と呼ぶ）と平均粒径 5mm のもの（以下「粒状」と呼ぶ）を使用した。

2-2 実験方法

表-1 に示す配合にて練り混ぜられたコンクリートをベース配合として、

配合-1：混和剤A無添加

配合-2：「粉状」混和剤Aをセメント重量比 2.5%添加

配合-3：「粒状」混和剤Aをセメント重量比 2.5%添加

配合-4：「粉状」混和剤A及び「粒状」混和剤Aをそれぞれセメント重量比 2.5%（合計 5.0%）添加

の4配合に対して、材令7日、28日にて圧縮強度試験（一部弾性係数試験を含む）及び割裂引張試験をそれぞれφ100×200mmの円柱供試体3本（気中養生 平均気温 20℃）に対して実施した。なお混和剤Aはベースコンクリートの練り混ぜ後に後添加を行い、30秒間強制練りミキサーを用いて攪拌を行った。

表-1 ベースコンクリートの配合

設計基準強度(N/mm²)：24

目標スランプ(cm)：8±2.5

粗骨材の最大寸法(mm)：20

空気量(%)：4±1

使用セメント	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
			水 W	セメント C	細骨材 S1	細骨材 S2	粗骨材 G	A E 減水剤
普通ポルトランドセメント	57.2	44.2	162.0	283.0	491.0	321.0	1058.0	1.7

S1: 葛生産

G: 葛生産

S2: 佐原産

AE減水剤: 標準型

キーワード コンクリート, 混和剤, 引張強度特性

*1 飛鳥建設株式会社土木事業本部（東京都千代田区三番町2番地 TEL 03-3288-6507 FAX 03-3288-5285）

*2 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻（仙台市青葉区荒巻青葉06 TEL 022-217-7446 FAX 022-217-7448）

*3 株式会社アストン東京営業部（東京都北区赤羽西1-27-12-101 TEL 03-3906-8581 FAX 03-3906-8582）

3. 実験結果

表－2に強度試験値（平均値）の一覧を示す．なお表中には割裂引張強度が「コンクリート標準示方書設計編」¹⁾に示される下式で評価できるものと仮定した場合の α 値の一覧も示した．また図－1には材令－引張強度関係図を，図－2には配合－1～3の材令28日での圧縮域における応力－歪関係図の一例を示す．

$$\text{引張強度} = \alpha \times (\text{圧縮強度})^{2/3} \quad \cdots \text{式1} \quad (\text{以後, } \alpha \text{ を引張強度係数と呼ぶ})$$

4. 考察及び今後の課題

今回の実験での結果のまとめ及び今後の課題は以下のとおりである．

- 混和剤Aの添加により，絶対値的には無添加に対して10～20%程度圧縮強度が増加するが，引張強度はそれに対して10～60%の増進効果が見られる．又，引張強度の増進効果は材令7日（短期）において顕著であり，材令7日において無添加の場合の材令28日引張強度を確保可能である．
- 引張強度係数 α を用いて混和剤Aの添加率の違いにより比較すると，今回の実験では添加率がセメント重量の2.5%の方が添加率5%に比較して引張強度の増進効果が高い．また同一添加率で比較すると「粒状」の場合は，材令7日での引張強度増進効果が特に大きい，「粉状」は材令28日における引張強度増進効果が大きく，短長期的に30%以上の引張強度増進効果があることが確認される．
- 圧縮域での応力－歪関係をみると，混和剤Aの添加，無添加に関わらず初期接線弾性係数は同等であり，かついずれの応力ピーク時の歪も2000 μ 程度と同等であることから，今回開発した混和剤Aのコンクリートの圧縮特性に及ぼす影響は小さいものと判断される．
- 混和剤Aの上記のような強度増進特性は，水和過程における薬剤成分の働きやコンクリートの引張強度と関係の深い粗骨材周囲の遷移帯²⁾の強化に関連するものと考えられる．今後は強度増進メカニズムの詳細な解明や最適な混和剤Aの添加率，粒径の探求などを行う必要があるものと思われる．

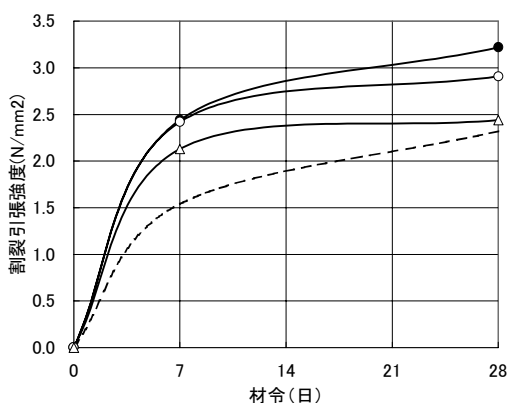
表－2 強度試験結果一覧表

材令7日

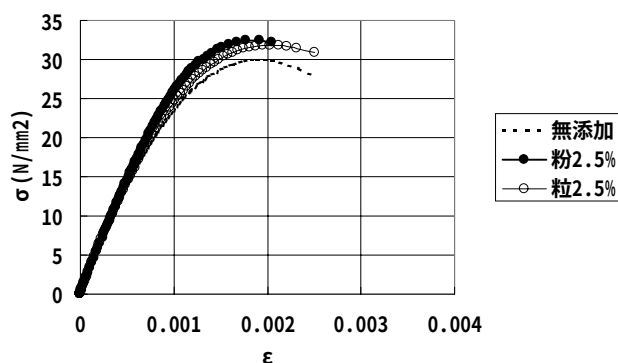
		引張強度		圧縮強度		圧縮強度／引張強度	α	
		強度(N/mm ²)	強度比	強度(N/mm ²)	強度比		値	比率
配合－1	無添加	1.54	1.00	19.57	1.00	12.71	0.21	1.00
配合－2	粉2.5%	2.44	1.58	24.34	1.24	9.98	0.29	1.38
配合－3	粒2.5%	2.42	1.58	22.09	1.13	9.13	0.31	1.48
配合－4	粉2.5%粒2.5%	2.13	1.39	24.45	1.25	11.48	0.25	1.19

材令28日

		引張強度		圧縮強度		圧縮強度／引張強度	α	
		強度(N/mm ²)	強度比	強度(N/mm ²)	強度比		値	比率
配合－1	無添加	2.32	1.00	30.09	1.00	12.97	0.24	1.00
配合－2	粉2.5%	3.22	1.39	33.15	1.10	10.28	0.31	1.30
配合－3	粒2.5%	2.91	1.26	31.87	1.06	10.94	0.29	1.21
配合－4	粉2.5%粒2.5%	2.44	1.05	26.74	0.89	10.96	0.27	1.14



図－1 材令－割裂引張強度関係図



図－2 圧縮域における応力－歪関係図

- 参考文献 1)「コンクリート標準示方書 設計編」(平成8年制定 土木学会)
2)「コンクリート工学 微視構造と材料特性」(田澤栄一, 佐伯昇監訳 技報堂出版)