

若材齢時における高強度コンクリートの力学的性質

Mechanical Properties of High-Strength Concrete in Early Age

室蘭工業大学大学院
室蘭工業大学

○学生員 河合 哲志 (Satoshi Kawai)
正会員 菅田 紀之 (Noriyuki Sugata)

1. はじめに

近年、圧縮強度が 100 N/mm^2 を超える高強度コンクリートの研究が、実用化に向け進められている。しかしながら、結合材の使用量が多いため水和発熱量および自己収縮量が大きく、温度応力および収縮応力によって発生するひび割れが問題となっている。このひび割れの発生の予測を行うためには、材齢数日までの若材齢時における力学的性質を把握する必要がある。そこで、本研究では材齢 1 日までの高強度コンクリートの力学的性質を明らかにすることを目的とした。

2. 実験概要

2. 1 コンクリート

本研究で使用したコンクリートの配合を表-1 に示す。結合材に普通ポルトランドセメントおよびシリカフューム(SF)を用い、水結合材比(W/B)を 20 %、25 %および 30 %、シリカフューム置換率を結合材量の 5 %および 10 % とした。また、目標スランプフローを 60 cm、目標空気量を 1.5 %として配合を決定した。混和剤にはポリカルボン酸系の高性能AE減水剤(SP)を用いた。実験に用いた供試体は直径 10 cm、高さ 20 cm の円柱供試体である。

2. 2 試験方法

力学的性質に関する試験として、強度試験を行った。コンクリートの強度試験は、圧縮および引張について材齢 9、12、16、20 および 24 時間において行った。圧縮試験用の供試体中央部の軸方向および半径方向にひずみゲージを埋込み、ひずみを計測し静弾性係数を算定した。また、供試体は試験開始の 1 時間前まで温度 20°C に制御された恒温室内で封緘養生し、圧縮試験用の試験体は、試験開始の 20 分前に石膏と直径 10 cm、厚さ 2 mm の鋼板でキャッピングを行った。引張強度は、割裂引張強度試験方法により求めた。

3. 試験結果および考察

3. 1 強度

図-1 は、材齢と圧縮強度の関係を示している。圧縮強度は材齢 12 時間までは小さいが、それ以降から直線的に増大している。また、同じ水結合材比で比較すると、シリカフューム置換率 5 %の強度の方が大きくなっていることがわかる。シリカフューム置換率が 5 %の場合、材齢 16 時間までは水結合材比 25 %の強度の方が 20 %よりも大きくなっているが、材齢 16 時間以降は水結合

表-1 コンクリートの配合

W/B (%)	SF (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
			W	C	SF	S	G	SP
20	5	41.7	140	665	35	693	955	13.3
25				532	28	744	1025	7.84
20	10	41.7	140	630	70	688	947	14.7
25				504	56	740	1019	11.8
30				420	47	774	1066	8.41

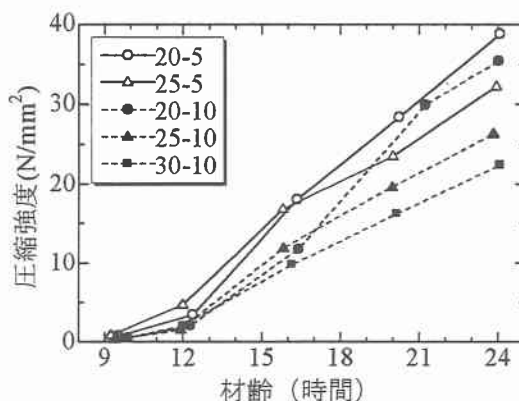


図-1 材齢と圧縮強度の関係

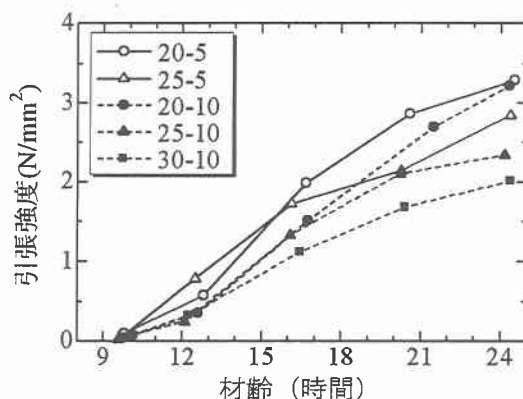


図-2 材齢と引張強度の関係

材比 20 %の強度の方が大きくなっている。シリカフューム置換率 10 %の場合では、材齢 12 時間までは水結合材比によらず強度はほぼ等しいが、材齢 16 時間以降になると水結合材比が小さいほど強度は大きくなっている。

図-2 は、材齢と引張強度の関係を示している。引張強度は材齢 9 時間以降から大きくなっていることがわかる。また、同じ水結合材比で比較すると全体的にシリカフューム 5 %の強度の方が大きくなっている。シリカフ

ューム置換率 5 % の場合、材齢 12 時間では水結合材比 25 % の強度の方が 20 % より大きくなっている。しかしながら、材齢 16 時間以降になると水結合材比が小さいほど強度は大きくなっている。シリカフューム置換率 10 % の場合では、材齢 12 時間までは水結合材比によらず強度はほぼ等しいが、材齢 16 時間以降で水結合材比が小さいほど強度は大きくなっている。

図一 3 は、圧縮強度と引張強度の関係を示している。図中の実線は圧縮強度の適用範囲が 20 ~ 50 N/mm² 程度である土木学会コンクリート標準示方書¹⁾の式、一点鎖線および破線は高強度コンクリートの引張強度予測式で、それぞれ ACI-363 の式²⁾および野口・友澤の式³⁾である。各予測式と本試験結果を比較すると、示方書式は圧縮強度が 10 N/mm² までは一致しているが、圧縮強度が大きくなるにつれて予測値は実験値を下回っている。ACI-363 式は常に実験値を上回っていることがわかる。野口・友澤式との比較では、圧縮強度が 30 N/mm² 程度までよく一致していることがわかる。以上から、圧縮強度が 40 N/mm² までの範囲であれば、引張強度の予測には野口・友澤式が最も適しているといえる。

3. 2 静弾性係数

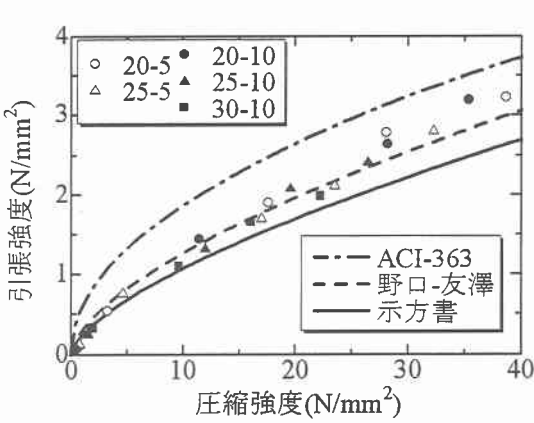
図一 4 は、材齢と静弾性係数の関係を示している。静弾性係数は、シリカフューム置換率が 5 % の場合、材齢 9 時間以降において大きく増加しているのに対して、シリカフューム置換率 10 % では材齢 12 時間以降において増加率が大きくなっている。また、シリカフューム置換率が 5 % の方が全体的に大きな値を示し、シリカフューム置換率が 10 % の場合では、水結合材比によらず静弾性係数はほぼ等しくなっていることがわかる。

図一 5 は、圧縮強度と静弾性係数の関係を示している。図中の実線は土木学会コンクリート標準示方書¹⁾に示されている普通コンクリートの圧縮強度と静弾性係数の関係で、破線は高強度コンクリートに対する予測式 ACI-363 式²⁾である。これらと実験値とを比較すると、示方書の関係と実験結果はよく一致しているといえる。ACI-363 式と比較すると、圧縮強度が 15 N/mm² 以上でよく一致している。しかしながら、10 N/mm² 以下では大きな差が生じていることがわかる。

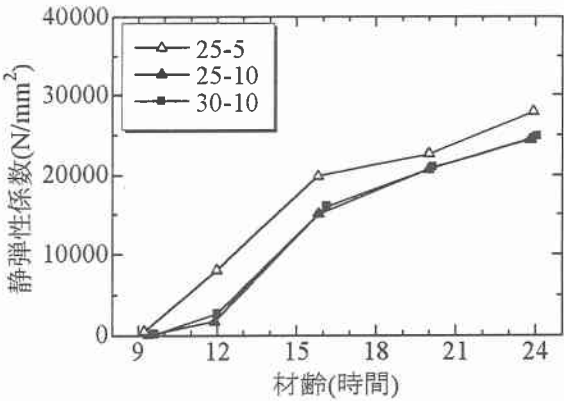
4. まとめ

材齢 1 日までを対象とした高強度コンクリートの力学的性質について、次のことが明らかになった。

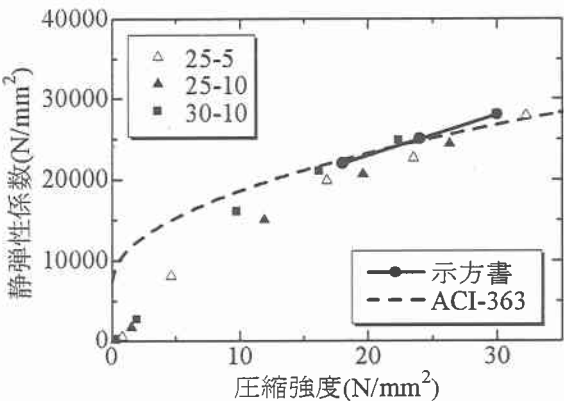
- 1) 圧縮および引張強度は、材齢 12 時間までは比較的小さく、水結合材比が強度に与える影響は小さい。材齢 12 時間以降から強度は増大し、水結合材比あるいはシリカフューム置換率が小さいほど強度は大きくなる。
- 2) 本研究におけるコンクリートの圧縮強度と引張強度の関係は、野口・友澤式が最も適している。
- 3) 圧縮強度に対する静弾性係数は、圧縮強度が 15 N/mm² 以上で土木学会および ACI-363 式を用いて予測可能である。



図一 3 圧縮強度と引張強度の関係



図一 4 材齢と静弾性係数の関係



図一 5 圧縮強度と静弾性係数の関係

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書・設計編
- 2) ACI Committee 363：State of the Art Report on High Strength Concrete, ACI Journal / July - August, 1984
- 3) 野口貴文、友澤史紀：高強度コンクリートの圧縮強度と各種力学特性との関係、日本建築学会論文報告集、第 472 号、pp11-16、1995