

水セメント比およびセメント量の異なる若材齢コンクリートの強度性状に関する基礎的実験

山口小野田レミコン(株) 正会員 ○北村 耕平 河野 博幸
 山口大学大学院 学生会員 石川 慶典 杉本 健
 山口大学大学院 正会員 三村 陽一 吉武 勇

1. はじめに

コンクリートのひび割れは、ある時点においてコンクリート中に作用する引張応力が、引張強度を超過すると生じる。若材齢期のコンクリートは体積変化が著しく、強度発現過程にあるため初期ひび割れが発生しやすい。それゆえ、初期ひび割れを抑制・防止するためには、若材齢期におけるコンクリートの引張強度特性を、時系列で正確に捉える必要がある。そこで、本実験では水セメント比およびセメント量の異なるコンクリートの強度性状を調べた。さらに成長曲線式を用いた強度推定を試み、その適用性について検討した。

2. セメント量の異なるコンクリートの割裂引張強度

本実験では、コンクリート中のセメント量が引張強度性状におよぼす影響を求めるため、W/C=39%、49%を基準とし、各3水準のセメント量とした計6配合でコンクリートを作製した。そして、所定の材齢(1,2,3,5,7,28日)にて割裂引張強度実験を実施した。なお、ばらつきの影響を考慮して各材齢で供試体5本とし、5本中の最大値と最小値を除いた3本の平均を実験結果として用いた。各配合を表-1に示す。

セメント量が異なるコンクリートの割裂引張強度実験結果を図-1、図-2に示す。なお、棒グラフ上の数値は、最大～最小値の差(N/mm²)を表している。これらの割裂引張強度実験の結果は、最も差異の大きいものでも0.22N/mm²であることから、セメント量の多少による明確な傾向を示さず、W/Cに応じて概ね一定値を示すものとなった。これより、表-1に示すような実用レベルの配合においては、セメント量が割裂引張強度におよぼす影響はほとんどみられないことがわかった。

3. W/Cの異なるコンクリートの割裂引張強度

割裂引張強度に寄与するW/Cの影響を把握するため、表-2に示す配合のコンクリートを作製した。なお、供試体は前章同様に各材齢で5本とした。

W/Cが異なるコンクリートの割裂引張・圧縮強度実験結果を図-3、図-4に示す。ここで、W/C=57%およびW/C=68%の材齢1日における割裂引張強度は、測定不能であったためグラフより除外している。図-3より、割裂引張強度はW/Cに対して負の勾配を有し、ほぼ直線的な関係であった。この勾配は、材齢が進行しても変化は僅かであり、材齢に応じて上

表-1 セメント量の異なるコンクリートの配合

W/C	単位量(kg/m ³)						
	C	W	S1	S2	G1	G2	Ad
39%	420	163	482	321	476	475	2.23
	375	146	505	337	499	499	2.06
	330	128	530	353	522	523	1.98
49%	375	184	490	326	460	461	1.88
	330	163	517	344	486	486	1.65
	285	140	545	364	513	513	1.42

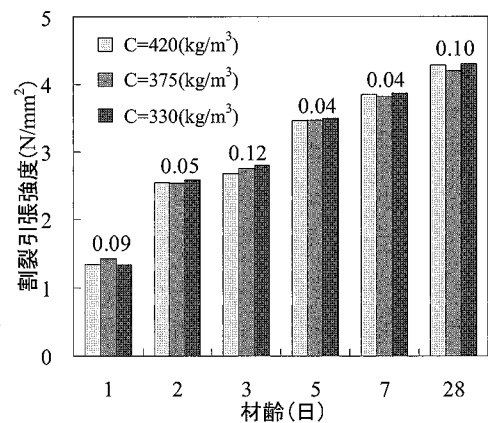


図-1 セメント量別割裂引張強度(W/C=39%)

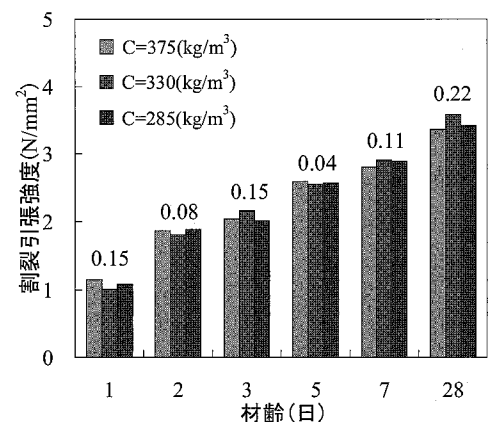


図-2 セメント量別割裂引張強度(W/C=49%)

表-2 W/Cの異なるコンクリートの配合

W/C	単位量(kg/m ³)						
	C	W	S1	S2	G1	G2	Ad
39%	420	163	482	321	476	475	2.10
43%	375		498	332	482	482	2.03
49%	330		517	344	486	486	1.82
57%	285		542	362	484	484	1.62
68%	240		594	396	459	459	1.56

方へ平行シフトする傾向を示した。また、図-4 に示す圧縮強度は、W/C に応じて概ね直線的な関係を有しつつ、材齢とともに上方にシフトした。圧縮強度の場合は、割裂引張強度と異なり材齢進行に伴う負の勾配が大きくなる傾向がみられた。これらの結果より、圧縮強度に比べ割裂引張強度は、材齢(水和反応)の進行に伴う強度の発現が小さいことを示唆している。

ここで、十分に水和したコンクリートでは、引張強度が圧縮強度の 2/3 乗に比例するものとして評価されている。本実験では、若材齢期においても同様の関係がみられるかを調べるため、若材齢コンクリートの圧縮・割裂引張強度の過去の実績を加えた計 660 ケースについて整理を試みた。図-5 に示す結果より、若材齢期においても割裂引張強度は、圧縮強度の 2/3 乗に比例することがわかる。

4. 成長曲線による強度推定に関する検討

先述のように若材齢コンクリートにおいても、圧縮強度は引張強度を予測する重要な因子となることが確認された。そこで材齢 7, 28 日圧縮強度を、成長曲線に用いて若材齢期の圧縮強度を推定し、実験値と比較することにより、若材齢期におけるコンクリートの強度推定について検討した。用いた成長曲線は、データ数 2 点で推定が可能である Goral 式(1)と指数関数式(2)とした。

$$f(t)=t/(a+bt) \tag{1}$$

$$f(t)=a(1-e^{-bt}) \tag{2}$$

推定結果を図-6 に示す。この結果より材齢 1 日において実験値より高い推定値を示すことが分かる。その後、Goral 式では材齢 3 日以降、指数関数式においては材齢 2 日以降で推定値／実験値が概ね 1.0 となった。また、各材齢・W/C において指数関数式は Goral 式よりも推定値／実験値が 1.0 に近いことから、若材齢コンクリートの強度を推定するには、指数関数式が適していると考えられる。

5. まとめ

- (1) コンクリートの割裂引張強度は W/C が同一の場合、セメント量によらず各材齢で概ね一定となる。
- (2) 若材齢期においても割裂引張強度は、圧縮強度の 2/3 乗に比例するため、圧縮強度は引張強度を予測するための重要な因子となる。
- (3) 若材齢コンクリートの強度を推定するには、材齢 2 日以降で推定値／実験値が概ね 1.0 に近くなる指数関数式が適していると考えられる。

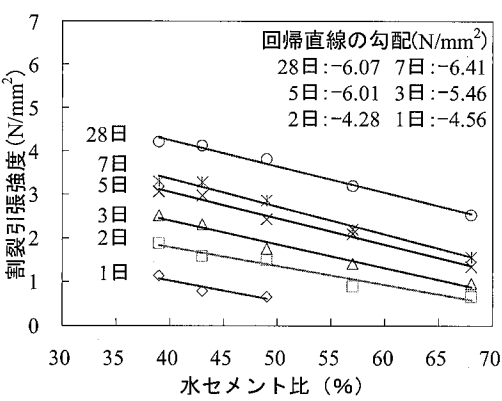


図-3 水セメント比 W/C-割裂引張強度

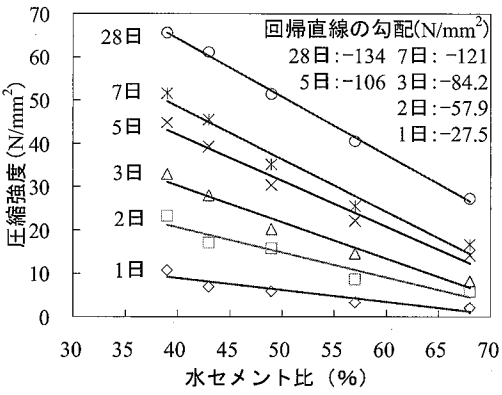


図-4 水セメント比 W/C-圧縮強度

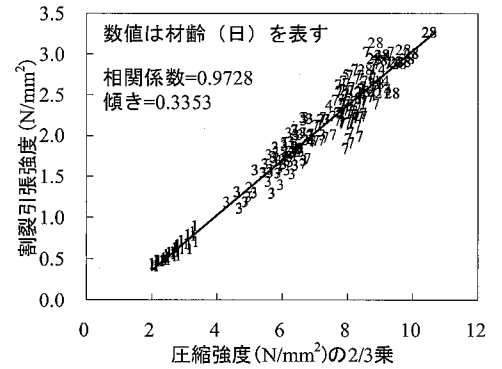


図-5 圧縮強度^{2/3}-割裂引張強度

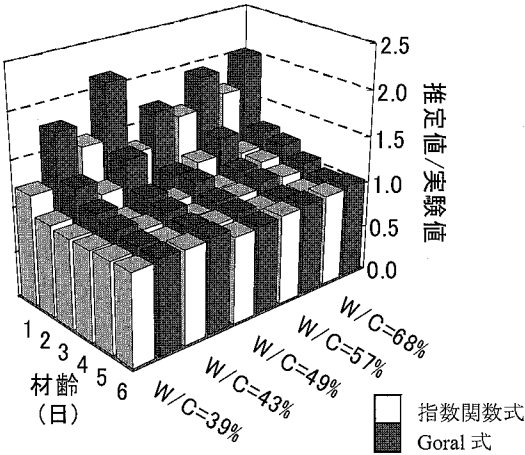


図-6 推定値／実験値