

湿乾の違いによる普通コンクリートの引張特性の変化

1214124 鈴木祐太

1214126 高橋 望

1. はじめに

コンクリートの引張強度は一般に圧縮強度の約 1/10 程度と小さく、鉄筋コンクリート(RC)構造物の断面耐力の計算等においては通常無視される。その一方で、RC 構造物の長寿命化と関連する耐久性能に大きく関係するコンクリートのひび割れ発生は、コンクリートの引張応力とその小さな引張強度を超えることにより生じる現象である。そのため、コンクリートの耐久性能を向上させるためには、コンクリートの引張特性を適切に把握することが重要である。しかしながら、一般に、コンクリートの引張特性を実験等によって導くことは非常に困難であり、いまだ明らかでない点も多い。そこで、本研究では、同一配合の普通コンクリートを製造し、供試体の湿乾の状態、引張試験の方法、引張試験時の載荷速度を変化させ、導かれる引張強度を比較し、その上で、供試体の湿乾の違いによる直接引張試験から得られた引張軟化曲線¹⁾の変化について考察した。

2. 実験で用いたコンクリート

表-1 実験に用いた普通コンクリートの配合表

本研究で用いたコンクリートの配合を表-1 に示す。

W/C=50%、セメントには普通

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量(kg/m ³)						
					粗骨材				混和材料		
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和材	AE剤 (g) C×0.03%	高性能減水剤 (g)
20	10 ±2	5 ±1	50	44	178	356	757.2	1022.7	-	106.8	-

ポルトランドセメントを使用し、数回の試し練りの結果より、スランプと空気量がそれぞれ目標とする 10±2cm と 5±1%を満たすよう W=178kg、s/a=44%とした。細骨材には鶴巣大平産山砂(表乾密度 2.61g/cm³)、粗骨材には本研究において粒度調整をした最大寸法 20mm の高産砕石(表乾密度 2.77g/cm³)を使用した。コンクリートは 95L 製造し、直接引張試験用の角柱供試体(100×100×400mm)を 12 本、圧縮試験及び割裂引張試験用に円柱供試体(φ100×200mm)を 27 本作製した。作製翌日に脱型し、20℃の水中養生を開始した。

3. 実験方法

表-2 圧縮強度試験の結果

供試体は 28 日間水中養生後、養生槽からすべてを取り出し、一部の円柱供試体に対して表乾状態にて圧縮試験および割裂引張試験を実施した。また、一部の角柱供試体に対して、可能な限り中央部を湿潤状態に保った状態にて直接引張試験を実施した。その他の供試体については、室温 20℃の室内に 50 日間放置し、十分に気乾状態とした後、圧縮試験、

最大圧縮荷重(kN)	圧縮強度(N/mm ²)	平均圧縮強度(N/mm ²)
28日間水中養生直後(表乾状態)		
248.048	31.60	31.0
238.072	30.33	
259.730	33.09	
229.026	29.18	
28日間水中養生後に50日間乾燥(気乾状態)		
261.646	33.33	34.4
251.289	32.01	
293.422	37.38	
272.726	34.74	

割裂引張試験、直接引張試験を行った。なお、圧縮試験の結果を表-2 に示す。表乾状態での圧縮強度 31.0N/mm² に対して気乾状態では 34.4N/mm² となり、一般的に知られている 10%程度の強度の増加現象が確認された。

4. 引張強度

各種状態で実施した割裂引張試験の結果を表-3、直接引張試験より得た引張強度を表-4 にそれぞれ示す。

(1) 供試体の湿乾の違いによる影響

キーワード：直接引張試験、割裂引張試験、引張軟化曲線、引張強度、引張特性
No. 1-11 (小出研究室)

表-3、表-4 の結果から、他の試験条件が同じである場合、どの場合についても圧縮強度の傾向と同様に、気乾状態での引張強度の方が表乾状態での引張強度よりも大きくなった。

(2) 載荷速度の違いによる影響

表-3 に示した異なる載荷速度で行った割裂引張試験の結果より、標準の載荷速度 1.88kN/s での引張強度と、その1/10の速度に当たる 0.19kN/s で行った引張強度では、供試体の湿乾の違いに関わらず、載荷速度の遅い方が引張強度が小さく導かれる結果となった。

(3) 引張試験方法の違いによる影響

表-3、表-4 の結果から、湿乾の条件が

同じであれば、割裂引張試験と比較し、直接引張試験から導かれた引張強度の方が小さくなった。理由としては、両試験方法におけるコンクリート内の実際の応力状態の違いの影響が考えられるが、直接引張試験での載荷速度は極めて小さいため、(2)に示した影響によるものとも考えられる。

表-3 割裂引張試験による引張強度の結果

引張強度(N/mm ²)	平均引張強度(N/mm ²)	引張強度(N/mm ²)	平均引張強度(N/mm ²)
通常の載荷速度1.88kN/s			
28日間水中養生直後(表乾状態)		28日間水中養生後に50日間乾燥(気乾状態)	
2.486	2.77	3.424	2.97
3.005		3.011	
2.747		2.672	
2.856		2.785	
載荷速度0.19kN/s(遅い載荷速度)			
28日間水中養生直後(表乾状態)		28日間水中養生後に50日間乾燥(気乾状態)	
2.825	2.62	3.009	2.83
2.707		2.557	
2.367		2.926	
2.567			

表-4 直接引張試験による引張強度の結果

引張強度(N/mm ²)	平均引張強度(N/mm ²)	引張強度(N/mm ²)	平均引張強度(N/mm ²)
28日間水中養生後(中央部湿潤状態)		28日間水中養生後に50日間乾燥(気乾状態)	
2.488	2.54	2.907	2.75
2.335		2.925	
2.452		2.528	
2.655		2.622	
2.749			

5. 引張軟化曲線

破断面となる供試体中央部を湿潤状態とした材齢約 28 日の供試体と、材齢 28 日で養生を止めてその後気乾状態とした供試体での直接引張試験の結果から得られた引張軟化曲線を、それぞれ図-1、図-2 に示す。それぞれ、表-4 に示した引張強度も得た 5 本と 4 本の供試体についての試験結果を示したものである。図-1 と図-2 の比較より、気乾状態の方が引張強度は大きくなることのみならず、同じひび割れ開口変位に対する応力度も大きく、さらに終局ひび割れ開口変位も大きいことから、材料としての引張特性が向上していることがわかる。

6. まとめ

湿乾の異なる普通コンクリートの引張特性は、本研究において、乾燥状態の方が高い性能を示した。よって、乾燥状態にて用いられているコンクリート構造物中のコンクリートの引張特性は、従来の推定値よりも高いことが予想される。しかしながら、実構造物では、乾燥収縮等による負の影響も受けることから、総合的な評価には更なる研究が必要と思われる。

参考文献 1) 大塚 浩司 他、コンクリート工学、朝倉書店

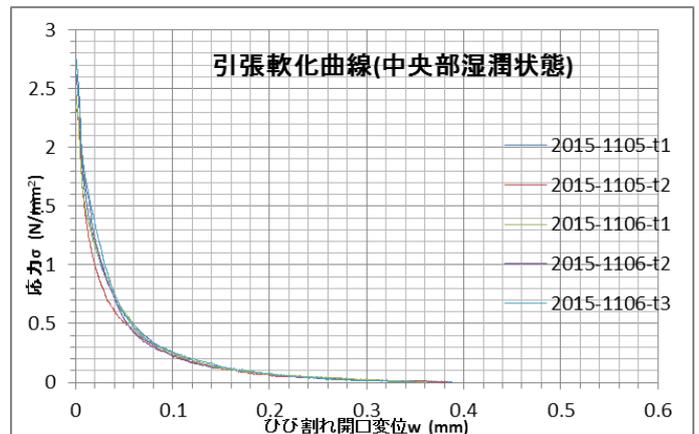


図-1 引張軟化曲線 (供試体中央部湿潤状態)

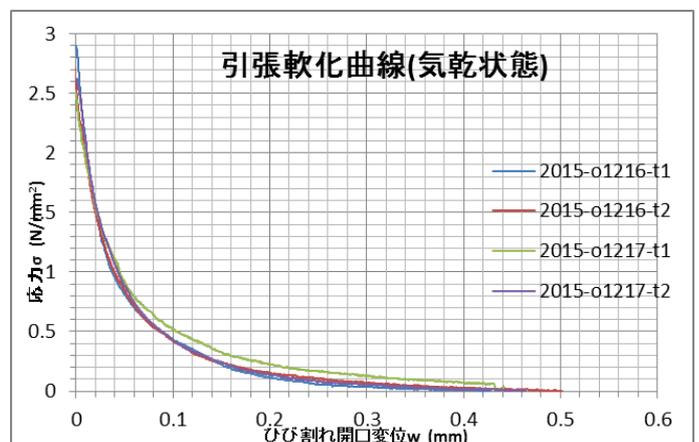


図-2 引張軟化曲線 (気乾状態)