

V-240

コンクリートの引張強度の載荷速度依存性に関する検討

建設省土木研究所 正会員 永山 功
 同上 正会員 佐々木 隆
 同上 波多野 政博

1. まえがき

現行の設計基準に基づいて設計される重力式コンクリートダムにおいては、堤体内の構造物周辺など、鉄筋で補強される局所的な部位の引張応力を除いて基本的に堤体内に引張応力が生じることを認めていない。このため、コンクリートの引張強度が設計上問題となることはきわめてまれであったが、近年、ダムの耐震性を動的解析法によって検討する事例が増え、堤体内に発生する引張応力とコンクリートの引張強度の関係を詳細に取り扱わなければならないとなっている。著者らはこれまで直接引張試験により載荷速度がダム用コンクリートの引張強度に与える影響について検討を行ってきたが¹⁾、コンクリートの引張強度は供試体の寸法によって影響されることが考えられることから²⁾、ここでは、載荷速度がコンクリートの引張強度に与える影響に関して、供試体の寸法の影響を含めて検討した結果を報告する。

2. 実験概要

コンクリートの引張強度試験としては、いわゆる割裂試験を採用し、JIS A 1113に準拠して試験を行った。載荷速度は、JISの規定では供試体中央において $0.067 \sim 0.083 \text{ kgf/cm}^2/\text{s}$ を標準としているが、本試験では、 $1 \text{ kgf/cm}^2/\text{s}$ 、 $10 \text{ kgf/cm}^2/\text{s}$ 、 $100 \text{ kgf/cm}^2/\text{s}$ 、 $1000 \text{ kgf/cm}^2/\text{s}$ の4速度とした。供試体としては、直径5cm、10cm、19cmの3種類の寸法を設定し、供試体の長さはそれぞれ直径と同じとした。割裂試験は水中養生後の材令91日に実施した。コンクリートの配合、使用材料を表-1、表-2に示す。なお、割裂試験用供試体と同時に作製した圧縮試験用供試体（直径10cm、高さ20cm）の圧縮強度は約 340 kgf/cm^2 、弾性係数は約 $200,000 \text{ kgf/cm}^2$ であった。

表-1 試験配合

骨材最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	空気量 (%)	細骨材率 (%)	水セメント比 (%)	単位量(kg/m^3)				
					水	セメント	細骨材	粗骨材	AE剤
10	4±1	8±1	53.0	60.0	183	305	895.73	803.36	0.107

表-2 使用材料

使用材料	種 類
セメント	普通ポルトランドセメント
粗骨材	砂岩砕石（笠間産）
細骨材	砂岩砕砂（笠間産）

3. 実験結果および考察

3. 1 供試体寸法と引張強度

各載荷速度ごとに、供試体の直径と割裂引張強度の関係を図-1に示す。ここで、■は平均値、◆は試験値のばらつき（標準偏差）を表している。また、全載荷速度における試験値を比較したものが図-2である。図-2によると、載荷速度によらず供試体の直径が寸法が大きくなると割裂引張強度は低下することがわかる。なお、引張強度の対数値と供試体直径の対数値の関係を回帰すると、引張強度は供試体の直径の約 $1/16 \sim 1/5$ 乗に反比例する寸法効果が得られた。また、図-1によると、試験値のばらつきは、供試体の直径が小さい方が大きいという傾向が見られる。

キーワード：コンクリート、引張強度、寸法効果、載荷速度

〒305 茨城県つくば市旭1番地 TEL 0298-64-4283 FAX 0298-64-2688

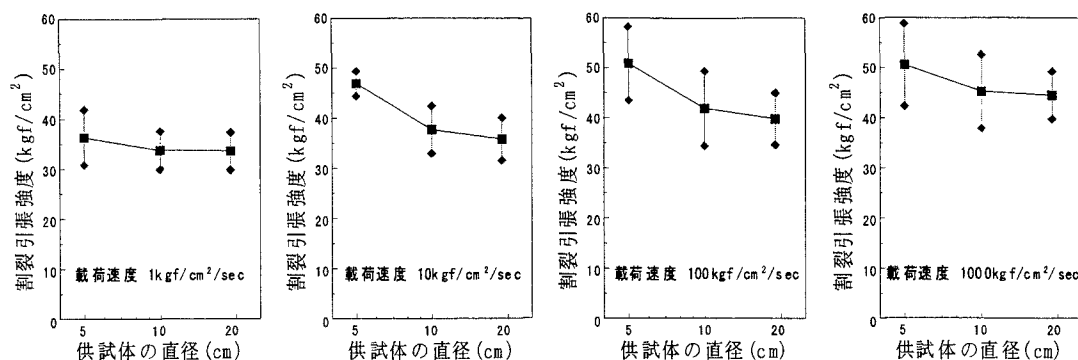


図-1 試験結果

3. 2 載荷速度と引張強度

次に、載荷速度と割裂引張強度の関係を示したものが図-3である。供試体の直径によらず、載荷速度が大きくなると割裂引張強度が大きくなる傾向が見られる。試験結果のばらつきが大きいので断定することは難しいが、供試体の直径が5cmの場合、割裂引張強度の伸びは他の直径の場合と異なる傾向を示している。

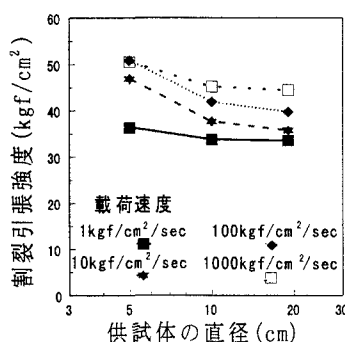


図-2 供試体の直径と割裂引張強度の関係

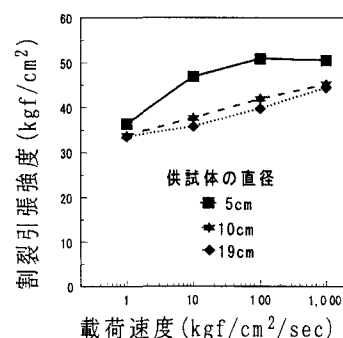


図-3 載荷速度と割裂引張強度の関係

3. 3 考察

本試験結果では、従来から言われているように、引張強度は載荷速度の増加とともに大きくなることがわかった。コンクリートの破壊現象においてはひび割れの伝播（破壊領域の進行）が重要である。今、ある箇所から始まった破壊が全体の破壊に結びつくのにある時間がかかることを想定すれば、破壊開始後も破壊伝播にかかる時間内に載荷応力が増大し、計測される強度が増加することが考えられる。そう考えた場合、ある供試体寸法のもとでは載荷速度が大きいほど計測される強度が大きくなることになり、また、供試体の寸法が大きいほど載荷速度の影響が大きくなることが考えられる。今回の試験結果では寸法効果に関して明確な傾向は得られなかったが、載荷速度が大きくなると割裂引張強度が大きくなる原因として破壊の伝播時間が影響する可能性を示唆していると考えられる。

4. まとめ

本研究の結果をとりまとめると次のようになる。

- ①コンクリートの割裂引張強度は、供試体の寸法が大きくなるほど小さくなる。
- ②コンクリートの割裂引張強度は、載荷速度が大きいほど大きくなった。なお、その傾向は供試体の寸法により異なったものになった。

今後、コンクリートの動的引張強度に関して検討する上で、破壊伝播の時間、速度の影響を考慮していくことが重要であると考えられる。

[参考文献]

- 1) 永山功、渡辺和夫、佐々木隆、尾畑伸之、首藤美誠：ダムコンクリートの直接引張強度についての実験的検討、土木研究所資料3223号、1994.12
- 2) 長谷川俊昭、塩谷俊幸、岡田武二：コンクリートのひびわれと寸法効果、セメント・コンクリート、No.474、1986.8
- 3) 二橋博三、白井伸明、六郷恵哲：コンクリート構造への破壊力学の応用、コンクリート工学、Vol.30、No.6、1992.6