

V-227

コンクリートの曲げ強度および割裂引張強度に及ぼす
載荷速度、乾燥の影響建設省土木研究所 正会員 森濱 和正
正会員 河野 広隆

1. まえがき

舗装用コンクリートの品質管理は、構造設計が曲げ強度で行われていることから、一般には曲げ強度で行われている。しかしながら、曲げ強度試験に用いる供試体は大きく重いので扱いにくく、強度試験を行うにも専用の治具が必要になるという煩雑さがある。また、曲げ強度は乾燥の影響を強く受ける。このようなことから管理の合理化を図るため、曲げ強度に代えて割裂引張強度（以下、引張強度）が使用できないか検討している^{1, 2, 3, 4)}。

本報告は、曲げ強度試験および割裂引張強度試験に関する JIS 規格が ISO との整合性を図ることから改訂され、載荷速度が速くなった（以下、改訂前を旧 JIS、改定後を新 JIS）のに伴い、載荷速度の影響について検討したものである。また、乾燥の影響についても検討した結果をとりまとめたものである。

2. 実験概要

使用材料は表-1、配合は表-2のとおりである。

曲げ強度試験用供試体は 10×10×40cm、割裂引張試験用供試体は φ15×20cm である。

載荷速度の影響に関する実験では、供試体の養生は、材齢 1 日で脱型後、供試体全面にアルミ箔テープでシールし 28 日まで封かん養生した。載荷速度は、旧 JIS の中間の値と、その 10 倍、1/10 倍、1/100 倍の 4 段階とした。供試体数は 1 回当たり 3 本である。圧縮強度は 42.9N/mm²であった。

乾燥の影響に関する実験は、供試体を 28 日間水中養生した後、温度 20℃、湿度 60%の室内で 0, 1, 6, 24 時間乾燥後に強度試験を行った。供試体数は 1 回当たり 6 本である。圧縮強度は 46.4N/mm²であった。

3. 載荷速度の影響に関する実験結果

図-1 に載荷速度と強度の関係を示す。図中には累乗回帰した結果も示す。回帰結果から、曲げ強度は載荷速度の 1/36 乗で強度増加、割裂引張強度は 1/47 乗で増加している。これらの結果は文献 5), 6)によると、いずれも 1/30~1/40 乗程度で強度増加することから、ほぼ妥当な結果と考えられる。

回帰結果から新・旧 JIS の載荷速度の違いによる強度を比較すると表-3 のようになる。新 JIS は曲げ試験、割裂引張試験とも載荷速度は 1.2~6.0N/mm²/分と同じであり、最低速度と最高速度の間には 5 倍もの開きがある。それに伴い旧 JIS の中央の速度に比べ曲げ強度は 1.4~9.6%増加、割裂引張強度は 2.0~6.7%増加することになる。

キーワード：舗装用コンクリート、品質管理、割裂引張強度、載荷速度、養生条件

連絡先：建設省土木研究所コンクリート研究室 〒305-0804 茨城県つくば市旭 1

Tel. 0298-64-2211 Fax. 0298-64-4464

表-1 使用材料

セメント	早強ボルトランドセメント 密度3.13g/cm ³
細骨材	浜岡産川砂 表乾密度2.62g/cm ³
粗骨材	笠間産碎石 表乾密度2.67g/cm ³
混和剤	高性能 A E 減水剤（ポリカルボン酸系）

表-2 コンクリート配合表

粗骨材最大寸法 (mm)	スラン プ (cm)	W/C (%)	空気 量 (%)	細骨 材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤 (C×%)
					W	C	S	G	
20	18±2.5	60	2±1.5	48.8	150	250	959	1026	2.5

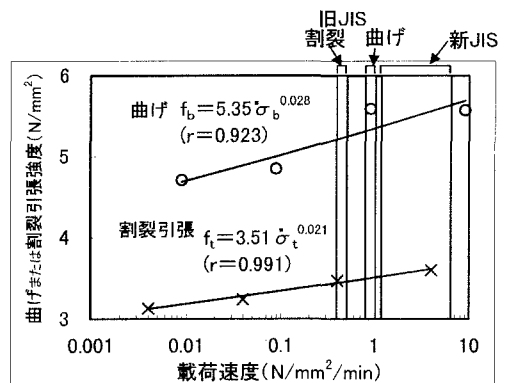


図-1 載荷速度の影響

セメントコンクリート舗装要綱（以下、要綱）（1984年、日本道路協会）に基づく現コンクリート舗装の設計基準曲げ強度は「45kgf/cm²」（4.41N/mm²）である。この強度をS I単位に改訂するときに「4.5N/mm²」とすると要綱の値よりも

2.0%増加する。一方、表-3の結果より、両強度とも新 JIS の最低速度であれば载荷速度の増加にともなう強度増加は 2.0%以内であり、要綱の設計基準曲げ強度および文献 2) で提案した設計基準割裂引張強度 2.8N/mm²を満足する。

以上の結果、要綱の設計基準曲げ強度を 4.5N/mm²とし、曲げ試験を新 JIS の最低の载荷速度にすれば、現在の品質管理体系は変わらないこと、それに伴い、割裂引張試験による品質管理も文献 2) で提案したとおり採用できる。

4. 乾燥の影響に関する実験結果

乾燥時間と強度比の関係を図-2に示す。強度比は、乾燥時間0時間の時の強度に対する各乾燥時間ごとの強度の比である。

乾燥を受けたときの曲げ強度は、一般にいわれている通り低下している。今回の実験でも1時間乾燥を受けただけで10%の強度低下を生じている。一方、割裂引張強度はわずかに増加する傾向がある。

これらの関係は、次のように説明できる。曲げおよび割裂引張供試体とも乾燥を受けると表面から乾燥による

収縮を生じるが、内部で拘束されるため、表面には引張応力、内部には圧縮応力を生じる。曲げ試験では下縁に引張応力が加算されるので曲げ強度は低下する。割裂引張試験の場合も乾燥に伴う応力は同様に生じるが、载荷時はそれを相殺するような応力状態になるために乾燥による影響を受けにくい。

このことは、品質管理において割裂引張試験を行う方が曲げ試験よりも供試体の扱いでは有利であることを示している。

5. まとめ

JIS の改訂により曲げおよび割裂引張強度試験の载荷速度が変更されたが、新 JIS の最低速度で試験するならば、文献 2) で提案した方法により舗装用コンクリートを割裂引張強度で品質管理できるものと考えられる。また、品質管理は割裂引張試験の方が乾燥による影響を受けにくいので、曲げ試験よりも有利である。（参考文献）

- 1) 河野広隆，國分勝郎，鈴木一雄，森濱和正：舗装用コンクリートの曲げ強度と引張強度の関係，セメントコンクリート，No.584，pp.50～57，1995.10
- 2) 森濱和正，河野広隆：舗装用コンクリートの引張強度による品質管理の提案，土木学会第51回年次学術講演会概要集第V部，pp.48～49，1996.9
- 3) 森濱和正，國分勝郎，安藤 豊：舗装用コンクリートの曲げ強度および引張強度に対するセメントの種類の影響，土木学会第52回年次学術講演会概要集第V部，pp104～105，1997.9
- 4) 箕輪 勉，森濱和正，國分勝郎：コンクリートの曲げ強度および引張強度に対するセメントの種類および養生条件の影響，セメント・コンクリート論文集，No.51，pp.824～827，1997.12
- 5) 曲げ強度の载荷速度の影響に関しては，例えば，森濱和正，小林茂敏，丹野弘：緩速载荷によるコンクリートの伸び能力の変化に関する研究，セメント技術年報，Vol.42，pp.223～226，1988.12
- 6) 割裂引張強度に関しては，例えば，CEB：CEB-FIP Model Code 1990，Thomas Telford，pp.48～50，1993

表-3 新・旧JIS速度と強度の関係

JIS	载荷速度	曲げ強度		载荷速度	割裂引張強度	
	N/mm ² /分	N/mm ²	強度比	N/mm ² /分	N/mm ²	強度比
旧	0.9	5.32	1.000	0.45	3.45	1.000
新	1.2	5.4	1.014	1.2	3.52	1.020
	6.0	5.83	1.096	6.0	3.68	1.067

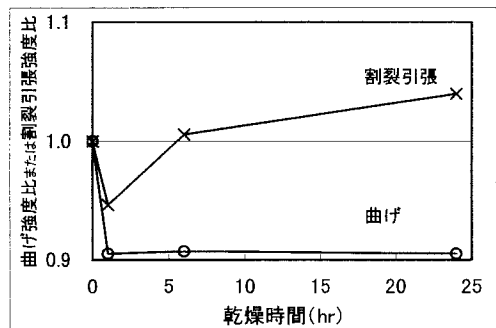


図-2 乾燥の影響