

舗装コンクリートの合理的な強度管理手法提案に向けた実験

○辛崎秀剛*1 實兼稔*1 谷川英生*1 宅和大助*1 砂田栄治*1

要旨：JIS A 1106 による曲げ強度と、ウエットスクリーニングで 25mm 以上の粗骨材を取り除いた 100×100×400mm 供試体の曲げ強度、割裂引張強度および圧縮強度の相関関係を把握し、舗装コンクリートの合理的な強度管理手法を見出すことを目的に 5 回の実験を行った。実験の結果、JIS A 1106 による曲げ強度と破壊断面の形および引張力による破壊が同様の $\phi 150$ -L150mm 供試体の割裂引張強度において、試験結果の信頼性を上げることにより、強い相関関係が得られることを確認した。結果に基づき、JIS A 1106 による曲げ強度と、 $\phi 150$ -L150mm 供試体の割裂引張強度の結果を供試体本数 6 本の平均値として、信頼性の高いデータを多く集め、割裂引張強度から曲げ強度への換算係数を決定することを提案する。

キーワード：曲げ強度、割裂引張強度、合理的手法、労働衛生環境

1. はじめに

現在、生コンクリート業界では、ライフサイクルコストの低減に向けて、舗装コンクリートの利用推進が図られている。しかし、舗装コンクリートの品質管理は、曲げ強度試験において多大な労力を必要とし、試験員の労働衛生環境改善の観点から改善要望意見が多く出されている。広島県生コンクリート工業組合 技術委員会 品質技術部会では、利用推進活動と併せて、合理的な曲げ強度管理手法を提案するために実験を行った。

2. 実験の概要

水セメント比 3 点の舗装コンクリートにおいて、JIS A 1106 による 150×150×530mm 供試体の曲げ強度（以下、曲げ強度）との相関関係を確認する実験を 5 回行った。1 回目と 2 回目の実験では、25mm ウエットスクリーニング試料による 100×100×400mm 供試体の曲げ強度と $\phi 125$ -150mm 供試体の割裂引張強度も含めて実験したが、これらは相関関係が中程度であった。よって、3 回目以降の実験は、強い相関関係を示した $\phi 150$ -L150mm 供試体の割裂引張強度（以下、引張強度）、 $\phi 125$ mm 供試体の圧縮強度（以下、圧縮強度）に限定して実験を進めた。

2.1 配合と強度試験の種類および試料

この実験の配合水準を表 1 に、強度試験の種類及び試験方法を表 2 に示す。なお、1 回目の A 試験場では、室内試し練りで 50L の舗装コンクリートを 2 バッチ練り混ぜて、練り板に受けた後にコンクリートショベルで均一となるまで練り直して試料とした。2 回目以後は、各工場の実機で製造した 1m³ をトラックアジテータに積載し、JIS A 1115 附属書 1(参考)に従い約 120 L の試料を採取した。

*1 広島県生コンクリート工業組合 技術委員会 品質技術部会

表－１ 配合水準

実験回数	実施場所	配合 No.	配合記号 ^{注1}	W (kg/m ³)	Gv (m ³ /m ³)	骨材種類
1回目	A 試験場 室内試験	1	W/C47-2.5-40BB	145	0.744	ホルンフェルス系砕砂：石灰岩系砕砂 =50：50 ホルンフェルス系砕石=100%
		2	W/C42-2.5-40BB		0.747	
		3	W/C37-2.5-40BB		0.749	
2回目	B 工場 実機試験	1	W/C47-6.5-40BB	153	0.729	ホルンフェルス系砕砂：石灰岩系砕砂 =70：30 ホルンフェルス系砕石=100%
		2	W/C42-6.5-40BB		0.732	
		3	W/C37-6.5-40BB		0.734	
3回目	C 工場 実機試験	1	W/C57-6.5-40BB	157	0.655	加工砂 ^{注2} =100% 硬質砂岩系砕石=100%
		2	W/C47-6.5-40BB		0.655	
		3	W/C37-6.5-40BB		0.680	
4回目	D 工場 実機試験	1	W/C57-6.5-20BB	165	0.606	加工砂 ^{注2} ：高炉スラグ細骨材 =50：50 石灰岩系砕石=100%
		2	W/C47-6.5-20BB	166	0.626	
		3	W/C37-6.5-20BB	167	0.646	
5回目	E 工場 実機試験	1	W/C57-6.5-20BB	167	0.665	石英斑岩系砕砂：石英斑岩系砕砂(V7) =70：30 石英斑岩系砕石=100%
		2	W/C47-6.5-20BB		0.665	
		3	W/C37-6.5-20BB		0.665	

注1：配合記号は水セメント比(%)—スランプ(cm)—粗骨材最大寸法(mm) セメントの種類による記号を示す。
注2：加工砂とは、風化した花崗岩を整粒および洗浄処理などして製造した JIS A 5308 附属書 A の砂に適合する細骨材で、主に中国地方で用いられている。

表－２ 強度試験の種類及び試験方法

No.	強度種類 供試体寸法	試験方法	備考
1	曲げ強度 150×150×530mm	JIS A 1106	・1層詰め、パイプレータ 8 か所締固め
3	φ 150-L150mm 割裂引張強度	JIS A 1113	・打込み高さ 150 mm ・2層詰め、各 18 回突き棒締固め
4	φ 125mm 圧縮強度	JIS A 1108	・2層詰め、各 13 回突き棒締固め

フレッシュコンクリート試験結果については、1回目 A 試験場の配合 No.2 で空気量 2.9%、配合 No.3 で空気量 2.7%であったのを除き、他は JIS A5308 の荷卸し地点における許容差を満足した。

3. 実験結果と考察

3.1 試験結果の信頼性

ここでは、強度試験結果（供試体数 n の平均値）の信頼性を評価するに当たり、JIS Z 9041-2 書式 B' による信頼限界（信頼係数 0.95）の平均値に対する分率を信頼限界分率と呼んで比較を行う。

図－1 に圧縮強度と信頼限界分率の関係を、図－2 に曲げ強度と信頼限界分率の関係を、図－3 に引張強度と信頼限界分率の関係を示す。

図－1 の圧縮強度では、すべての試験場所で n を 3 としているが、A 試験場の No.3 を除いて信頼限界分率は 10%以下と比較的小さな値となった。

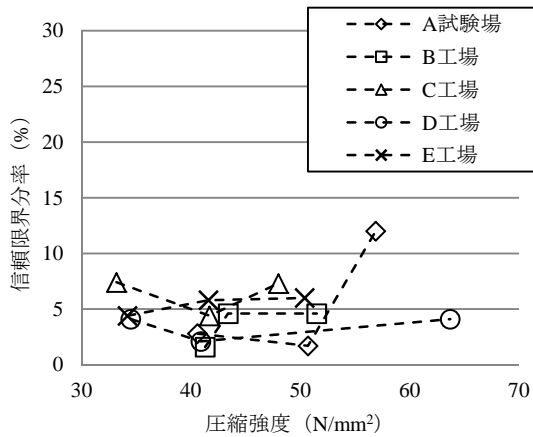


図-1 圧縮強度と信頼限界分率

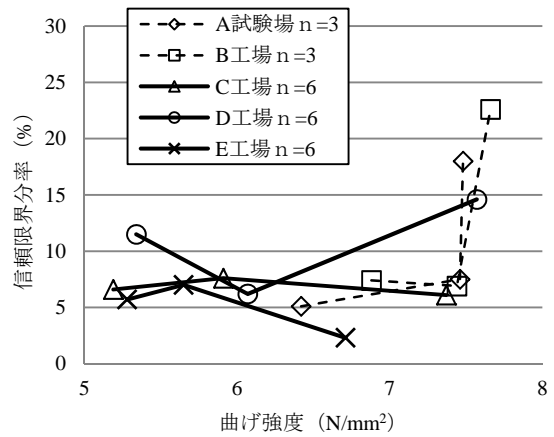


図-2 曲げ強度と信頼限界分率

図-2の曲げ強度では、2回目B工場の信頼限界分率が大きい値を示したことより、3回目C工場からnを3から6としている。nを6としたことで、D工場の配合No.1とNo.3で信頼限界分率が10%を超えるが、その他は10%以下となった。

図-3の引張強度では、1回目A試験場の信頼限界分率が大きい値を示したことより、2回目B工場からnを3から6としている。nを6としたことで、D工場の配合No.3で信頼限界分率が10%をわずかに超えるが、その他は10%以下となった。

以上のとおり、曲げ強度と引張強度では、試験結果の信頼性を圧縮強度と同じ程度確保するには、供試体数を6本程度としなければならないことがわかった。

D工場では他と比較して曲げ強度および引張強度の信頼限界分率が大きい値を示し、供試体1本ずつの強度のばらつきが大きいことがわかる。

この原因は、石灰岩系砕石特有の表面性状や堆積の方向性¹⁾などに起因する可能性が考えられるが、本実験では特定できない。

3.2 圧縮強度と曲げ強度の関係

圧縮強度と曲げ強度の関係を図-4に示す。A試験場及びB工場は強い相関関係を、曲げ強度のnを6としたC工場からE工場は非常に強い相関関係を示すが、全体としてはそれぞれの工場ごとに異なる関係になることがわかる。また、破壊

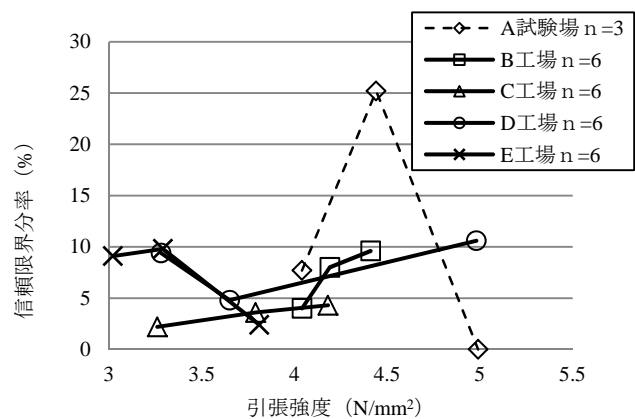


図-3 引張強度と信頼限界分率

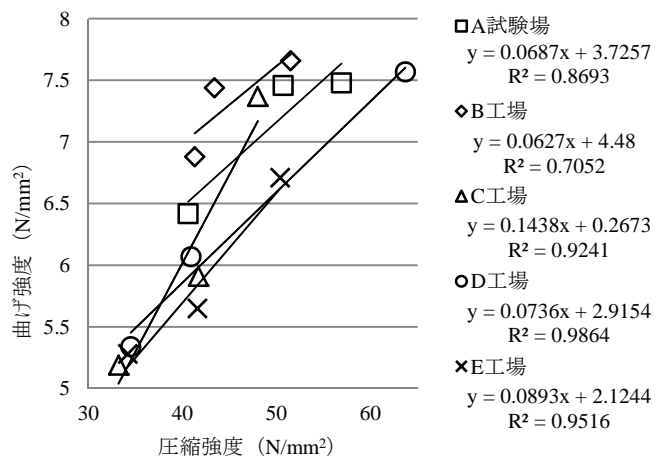


図-4 圧縮強度と曲げ強度

断面の形や破壊を起こす力が異なることから、曲げ強度の管理に圧縮強度を適用することは困難と考えられる。

3.3 引張強度と曲げ強度の関係

工場別に引張強度と曲げ強度の関係を図-5に示す。C工場～E工場においては引張強度および曲げ強度ともに n を6としており、非常に強い相関関係を示した。

全工場まとめた引張強度と曲げ強度の関係を図-6に示す。全工場の結果をまとめても引張強度と曲げ強度には十分強い相関関係が認められる。

以上のことより、曲げ強度および引張強度の n を6とするなどの条件を追加して、より多くのデータで相関関係を確認し、引張強度から曲げ強度への換算係数を定めることを提案する。

4. まとめ

本実験のまとめは次のとおり。

- ① 工場別の圧縮強度と曲げ強度の関係は、曲げ強度の供試体本数を6本とすることで平均値の信頼限界が小さくなり、非常に強い相関関係を示した。しかし、工場ごとには異なる傾向を示し、全体としての圧縮強度と曲げ強度の相関関係は弱い。
- ② 工場別の引張強度と曲げ強度の関係は、両者の供試体本数を6本とすることで平均値の信頼限界が小さくなり、非常に強い相関関係を示した。また、全工場をまとめても強い相関関係を示し、曲げ強度の管理に引張強度を適用できる可能性を伺うことができた。
- ③ 舗装コンクリートの曲げ強度管理には、割裂引張強度の適用が合理的と考えられる。平均値の信頼性を向上させるため、両者の供試体本数を6本として、より多くのデータで正確な相関関係を確認し、割裂引張強度から曲げ強度への換算係数を決定することを提案する。

5. おわりに

実験は、広島地区生コンクリート協同組合 共同試験場、(株)まるせ五日市工場、アサノ共同生コン(株)、中国生コンクリート(株)広島工場、西条河内共同生コン(株)のご協力によったことを報告させていただき、改めて謝意を表します。

参考文献

- 1) 高木 亮一、長塩 靖祐、吉本 稔、伊與田 紀夫、石灰石粗骨材を用いたコンクリートの静弾性係数に関する基礎的研究 コンクリート工学年次論文集、Vol. 30, No. 1, 2008

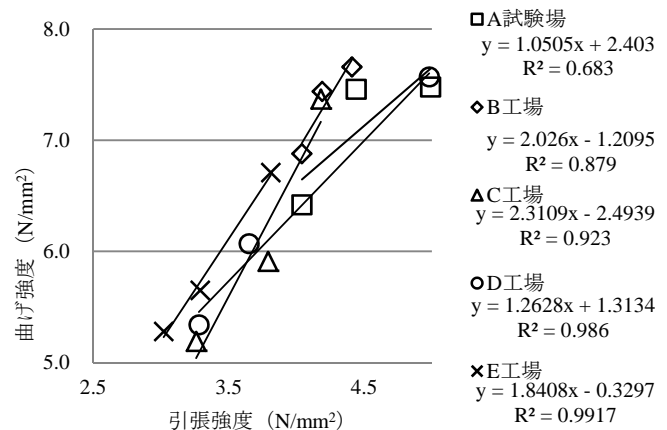


図-5 引張強度と曲げ強度 (工場別)

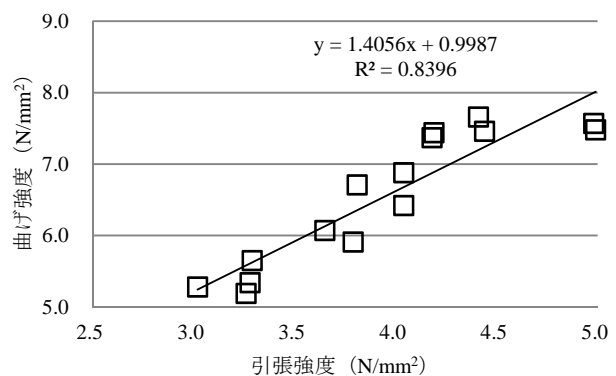


図-6 引張強度と曲げ強度 (全工場)