

金沢工業大学 正員 斉藤 満

金沢大学 正員 初場重正

金沢工業大学 正員 荒川成一

1. 目的

コンクリートの引張強度の測定に際しては、純引張試験ではいろいろな煩雑さを有することから圧裂試験によるのが一般的である。圧裂引張試験に際しては、ASTMおよびBSなどでは載荷板と供試体の間にパッド（分布板）を挿入することを規定している。これに対しJISではパッドなどを特に用いることなく載荷板によって直接載荷を行なっている。しかし、同一のコンクリートでも両者の方法の間には著しい圧裂引張強度の相違があることおよびパッドの材質の違いによって得られる引張強度は著しく相違することが報告されている¹⁾。このようなパッドの有無およびパッドの材質の違いによる引張強度の相違の原因は明らかではなく、これを究明することは諸外国と我国との圧裂引張強度の比較検討および得られた結果の信頼性という点から重要である。本報告は、圧裂引張強度とパッドの有無および材質の関係をコンクリートの複合性に関連づけて考察するものである。

2. 方法

《供試体作成》使用したセメントは早強ポルトランドセメントである。細骨材は豊浦標準砂を用い、粗骨材は最大寸法10mmの川砂利を使用した。また、以下に述べるモデルコンクリート用のモデル粗骨材としてはφ10mmおよびφ19mmの鋼棒を用いている。供試体は直径10

表1 供試体の種類と記号

記号	内 容
A0	モルタルマトリックスのみよりなるもの
A1	粗骨材の容積比を10%とした普通コンクリート
A2	粗骨材の容積比を20%とした普通コンクリート
A3	粗骨材の容積比を30%とした普通コンクリート
A4	粗骨材の容積比を37%とした普通コンクリート
M1	A0とA4からなるモデルコンクリート（図1-a参照）
M2	モルタルマトリックス中にモデル粗骨材2個を有するモデルコンクリート（図1-b参照）
M3	モルタルマトリックス中にモデル粗骨材8個を有するモデルコンクリート（図1-c参照）
M4	モルタルマトリックス中にモデル粗骨材12個を有するモデルコンクリート（図1-d参照）
A0F	A0シリーズの供試体とパッドの間の摩擦を減少させたもの
A4F	A4シリーズの供試体とパッドの間の摩擦を減少させたもの

表3 引張強度(kN/m^2)、変動係数(%)および引張強度II

引張強度 記号	パッドなし		ステンパッド		合板パッド		ゴムパッド		σ_c/σ_s	σ_p/σ_s	σ_r/σ_s
	σ_N	∇	σ_S	∇	σ_P	∇	σ_R	∇			
A0	37.3	5.4	39.3	8.3	42.7	2.1	45.3	3.9	0.94	1.07	1.14
A1	31.2	4.0	32.3	12.9	36.2	3.2	38.7	2.8	0.97	1.12	1.20
A2	29.3	7.2	29.8	9.7	34.4	4.0	36.5	5.3	0.98	1.15	1.22
A3	28.4	2.2	28.9	14.3	33.6	7.8	37.2	2.5	0.98	1.16	1.29
A4	24.9	7.7	25.7	8.6	31.7	5.8	34.3	2.3	0.97	1.23	1.33
M1	33.9	5.3	35.1	5.1	37.5	4.5	40.0	2.1	0.97	1.07	1.14
M2	28.0	7.3	29.3	8.7	31.2	3.9	34.0	4.5	0.96	1.06	1.16
M3	24.2	6.8	25.8	12.7	28.3	7.6	30.8	8.6	0.94	1.10	1.19
M4	24.7	6.8	24.5	13.3	27.2	10.0	30.3	9.3	1.01	1.19	1.24
A0F	—	—	40.4	4.8	43.5	1.6	44.4	5.8	—	1.08	1.10
A4F	30.4	5.2	30.8	4.8	32.0	4.4	33.9	5.5	0.99	1.04	1.10

σ:引張強度 V:変動係数

mm、長さ30mmの円盤状供試体であり、供試体の種類と記号を表1に示す。A0シリーズは $\omega_c = 55\%$ 、 $\omega_s = 0.5$ のモルタルである。A1、A2、A3およびA4シリーズは粗骨材容積比を10%より3%まで変化させたコンクリートであり、モルタルマトリックスはA0シリーズと同様である。M2、M3およびM4シリーズは図1に示すように載荷軸上並びに載荷点付近にモデル粗骨材を配置したものである。M1シリーズは載荷点直下をモルタルとし、残りの部分をA4シリーズのコンクリートとしたものである。モデルコンクリートにおいともモルタルマトリックスの配合はA0シリーズと同様である。打設は2層で行なわれ、木槌およびバイブレーターを用いて十分な締固めを行なった。モデルコンクリートの打設に際しては、図2に示す粗骨材固定装置を用いている。この装置によって打設された供試体は図3に示すようになる。打設後、供試体は試験時まで水中養生(21℃)した。《載荷試験》載荷試験は材料74日目に行ない、荷重速度はJISに準じて2kN/secとした。使用したパッドは表2に示す形状と材質を有するスチール板、合板およびゴム板の3種である。供試体とパッドの間の摩擦を減少させるためにA0FおよびA4Fシリーズでは厚さ0.06mmのゴム2枚の間にシリコングリースを塗布した減摩用ゴムシートを用い、供試体とパッドの間にはさんで載荷を行なった。圧裂引張試験は43種類

、供試体総数482個について行い、得られた引張強度は有意水準5%で棄却検定を行なっている。

3. 結果および考察

《圧裂引張強度に及ぼす材質の影響》表3に実験より得られた各シリーズの引張強度および強度比を示す。引張強度とパッドの材質の関係は供試体の種類に関係なく、パッドの弾性係数が小さくなるほど引張強度は大きくなる傾向を示している。準巨視的には均一と考えられるA0シリーズでは σ_R/σ_S および σ_P/σ_S はそれぞれ1.14および1.07となる。これに対し図4に示すようにA1、A2、A3およびA4シリーズにおける σ_R/σ_S および σ_P/σ_S はそれぞれ1.20~1.33および1.12~1.23となり、A0シリーズに比べて大きい値を示し、粗骨材の容積比を増すに従い強度比が増加する明確な傾向を示している。この結果はコンクリート中に存在する粗骨材量が多いほど σ_R と σ_S （または σ_P と σ_S ）の強度差が大きくなることを示している。M1およびM2シリーズの σ_R/σ_S はA0シリーズとほぼ同様の1.14および1.16の値を示している。さらに、M3シリーズの σ_R/σ_S は1.19となり、A0シリーズの1.14よりわずかに大きい値を示し、載荷点近傍に粗骨材を増加したM4シリーズの σ_R/σ_S は1.24となり、A0シリーズに比べて明らかに大きい σ_R/σ_S を示している。これらの実験結果より、供試体の中央部分に存在する粗骨材はパッドの材質の相違によって生ずる引張強度の増加に影響を与えず、載荷点近傍に存在する粗骨材が引張強度の増加に大きく影響を及ぼしているようである。A0FおよびA4Fシリーズにおける σ_R/σ_S はともに1.10となり、A0シリーズよりわずかに小さい値となる。(a) 載荷点近傍の粗骨材の存在が強度比に影響すること、(b) 供試体とパッドの間の摩擦を減少するとモルタルとコンクリートの σ_R/σ_S がほぼ等しくなることを考慮すると次のことが言える。コンクリート中の粗骨材により少くともパッド直下は極めて複雑な応力分布となり、パッドの弾性係数の相違は供試体の横方向変位に影響し、結果としてパッド近傍における供試体中の応力分布に相違を生ずると推察される。このようなパッド近傍の応力分布の相違がコンクリートの引張強度に影響するものと考えられる。《パッドの有無による引張強度の相違》表3に示すように各シリーズにおける σ_N/σ_S は0.94~1.01となり、 σ_N と σ_S がほぼ等しい値を示している。また、 σ_P と σ_S を比較すると明らかに前者が後者より大きい値を示している。以上の結果より、パッドを用いないJISの方法と合板パッドを用いるASTMおよびBSの方法との間の圧裂引張強度の相違は、我が国における載荷板が鋼製であり、諸外国におけるパッドは合板であるという材質の違いが引張強度の相違の大きな原因の一つであると考えられる。最後に、御助力を頂いた中原、砂岡および斉藤の各氏に謝意を表する。

文献 1) 小阪・谷川・亀井：セメント技術年報，昭45。

表2 パッドの開分丈と材質

パッドの種類	記号	厚さ(mm)	幅(mm)	弾性係数(×10 ⁶)
スチール板	S	4	10	2.10×10 ⁶
合板	P	4	10	2.37×10 ³
ゴム板	R	4	10	8.68×10
パッドなし	N	—	—	—

図1 M1シリーズの状況とM2、M3およびM4シリーズのモデル粗骨材の位置(単位:mm)

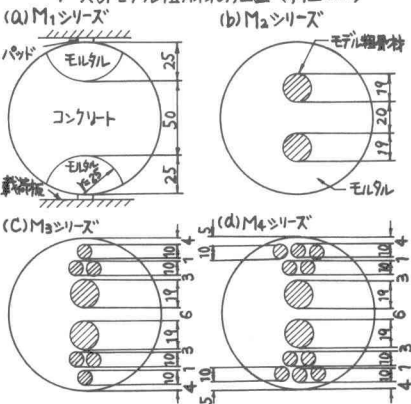


図2 粗骨材固定装置

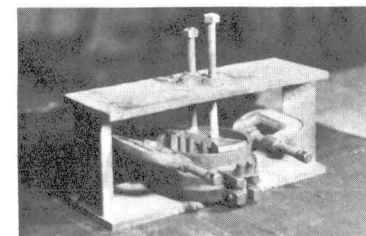


図3 M2およびM4シリーズモデル供試体

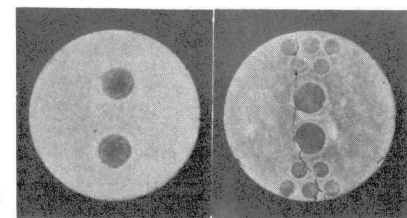


図4 粗骨材容積比と引張強度比の関係

