コンクリート用防水材料の力学的性能

清水建設（株）技術研究所　正会員　○高橋　圭一
清水建設（株）技術研究所　正会員　滝本　和志
清水建設（株）土木技術本部　正会員　田中　孝典

１．はじめに

トンネルや地下構造物等の土木構造物は，供用後の漏水による耐久性・機能性および景観性の低下等の諸問題を回避するために高い水密性が求められる．コンクリート躯体のみで水密性を保つことは困難であることから，防水工が重要となる．構造物の施工方法や防水材料の適用部位によっては，防水材料が有する防水性能を発揮するために様々な力学的性能が要求される．しかし現状では，土木構造物用の防水材料の力学的性能評価のための基準化された試験方法が整備されておらず，異なる防水材料の性能を同列で比較できるデータがないのが現状である．

本検討では，異なる防水材料の性能を同列で比較するためのデータを蓄積することを目的として，複数の防水材料を同一条件において試験を行った．

２．試験概要

本検討で実施した試験は，母材の引張強度試験，接合部強度試験，引張接着強度試験および剥離強度試験である．本検討に用いた防水材料を**表１**に示す．母材の引張強度試験に用いた供試体はダンベル状３号試験片とした．試験片の形状寸法を**図１**に示す．チャック間隔は 50㎜，試験速度は 500㎜/min とした．

接合部強度試験に用いた供試体は，幅 50㎜，長さ 250㎜ の短冊状とし，接合部長さを 100㎜ とした．同一材料の場合と異種材料の場合の２ケース行った．引張接着強度試験は，300㎜×300㎜×100㎜ のコンクリート供試体を作製し，そこに施工した防水材料を建研式引張試験器により引っ張り接着強度を求めた．剥離強度試験は，100㎜×100㎜×400㎜ のコンクリート供試体に長さ 1m の防水材料を貼付け，防水材料の先端部を 10㎜/min の速度で引っ張り，最大荷重から剥離強度を求めた．接合部強度試験方法および剥離強度試験方法を**図２**に示す．引張接着強度試験および剥離強度試験では，表面含水率を３水準変化させた状態のコンクリート面に防水材料を貼り付けた供試体（後付け）と型枠底に防水材料をセットして後からコンクリートを打設した供試体（先付

表１　防水材料一覧

種　類	分　類
防水材料Ａ	ゴムアスファルト系
防水材料Ｂ	ポリウレタン系塗膜
防水材料Ｃ	EVA系シート1
防水材料Ｄ	EVA系シート2

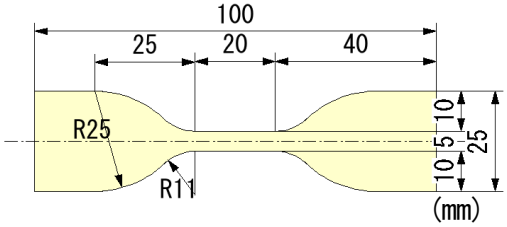

図１　ダンベル３号試験片の形状寸法

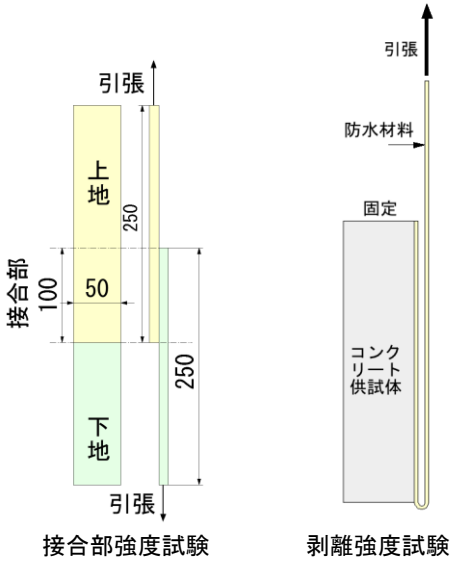

図２　強度試験の試験方法

表２　母材の引張強度試験結果

種　類	引張強度 (kN/m)	厚さ (mm)
防水材料Ａ	8.6	1.72
防水材料Ｂ	16.3	1.71
防水材料Ｃ	34.6	1.24
防水材料Ｄ	19.1	1.20

キーワード　防水，引張強度，接着強度，剥離強度
連絡先　〒135-8530　東京都江東区越中島 3-4-17　ＴＥＬ03-3820-6975

け）を作製した．引張接着強度試験の供試体数は５体とし，その他はすべて３体とし平均を求めた．

３．試験結果と考察

母材引張試験結果を**表２**に示す．材料によって厚さが異なるため，試験前に測定した厚さも示す．引張強度は幅 1m 当たりに換算して求めた．

接合部強度試験結果を**表３**に示す．同一の接合部強度試験結果より，防水材料Ｃは，最大荷重に達した後，急激に荷重が低下するが，同一の接合部強度の中で最も高い結果となった．異種材料による接合部強度試験結果では，異なる接着材で接合したが，引張強度の範囲は7.4～11.5kN/m となった．

引張接着強度試験結果を**表４**に示す．含水率はダミー供試体の絶乾重量から求めたものである．防水材料Ａは作製方法および含水率に関わらず，ほぼ同等の接着強度を示したのに対して，防水材料Ｂは含水率の影響を大きく受ける結果となった．防水材料Ｄは，すべてコンクリートの凝集破壊となっており，高い接着強度を示した．

剥離強度試験結果を**表５**に示す．防水材料Ａは，含水率に関わらずほぼ同等の剥離強度を示し，高い剥離抵抗性が認められたのに対して，防水材料Ｂは，引張接着強度試験と同様に含水率の影響を大きく受ける結果となった．防水材料ＣおよびＤは，セメントペーストやモルタルで接着するタイプのため，高い引張接着強度を示していたが，剥離強度は低い値となった．

表３　接合部強度試験結果

（単位：kN/m）

種　類		上地			
		防水材料A	防水材料B	防水材料C	防水材料D
下地	防水材料A	10.0 下地で破断			
	防水材料B	－	14.8 下地で破断		
	防水材料C	10.3 上地で破断	11.5 接合部剥離	27.1 下地で破断	
	防水材料D	－	－	7.4 接合部剥離	6.7 下地で破断

表４　引張接着強度試験結果

種　類	含水率（%）	接着強度 (N/mm^2)	破壊状況 注：（ ）内の数字は供試体数
防水材料A	先付け	0.46	層間剥離(5)
	5.7	0.39	界面剥離(4)，層間剥離(1)
	4.9	0.34	界面剥離(2)，30～80%層間剥離(3)
	4.3	0.38	界面剥離(4)，30%層間剥離(1)
防水材料B	5.7	0.18	界面剥離(4)，試験前に剥離(1)
	4.9	0.72	界面剥離(5)
	4.3	1.89	界面剥離(1)，凝集破壊(4)
防水材料C	先付け	1.66	界面剥離(3)，層間剥離(2)
防水材料D	先付け	2.95	凝集破壊(5)

※層間剥離：材料内部の剥離，界面剥離：コンクリート表層での剥離
凝集破壊：コンクリートの破壊

表５　剥離強度試験結果

種　類	含水率（%）	剥離強度 (N/mm^2)
防水材料A	先付け	1.20
	6.2	1.38
	5.1	1.15
	4.4	1.37
防水材料B	6.2	0.71
	5.1	4.42
	4.4	5.57
防水材料C	先付け	0.17
防水材料D	先付け	0.10

４．まとめ

複数の防水材料を同一条件において試験を行った結果より，以下の知見が得られた．

(1) 今回使用した防水材料の母材引張強度には，単位幅当たり最大で４倍程度の強度差が見られた．

(2) コンクリート表面に後付けで防水材料を施工する場合，防水材料の種類によってはコンクリートの表面含水率の管理が重要となる．

(3) 引張接着強度と剥離強度には相関性がなく，引張接着強度が高い防水材料の中に低い剥離強度を持つものがある．

土木構造物に使用されている防水材料には，防水性能以外の性能が大きく異なる場合がある．使用する防水材料の特性をよく理解して，施工方法や施工部位によって防水材料を適材適所に使い分けることが必要である．