

福岡大学 工学部 正員 大和竹史
日新鋼道株式会社 山下一友

1. まえがき

プレストレストコンクリート用のグラウト施工において、寒中ではグラウトの凍結により部材にひびわれが生じることがあるので注意する必要がある。本報告はグラウトの凍結安定性とコンクリート中に施工した場合のグラウトの凍結によるひびわれの有無等を調べた結果について述べるものである。

2. 使用材料

使用したセメントは普通ポルトランドセメント(比重 3.16), 早強ポルトランドセメント(比重 3.13)およびアルミナセメント(比重 3.25)の3種類である。コンクリートに使用した細骨材は志賀産で比重 2.60, 粗粒率 2.30 であり, 粗骨材は粕屋郡久山の角内石砕石で比重 2.93, 粗粒率 7.73 である。グラウトのみの凍結安定性試験には内径 1cm, 長さ 60cm のガラス管を使用し, コンクリートに埋め込むシースには普通, 用いられている内径 21cm, 厚さ 4.3mm の薄鉄板製の円管と内径 24mm 厚さ 2.0mm のプラスチック製円筒を使用した。

3. グラウトおよびコンクリートの配合と強度

グラウトに用いるセメントは2に記した3種類で水セメント比を 38, 53, 75, 100, 200% とした。グラウトの強度を表-1 にフリージング率, 膨脹率を表-2 に示し, コンクリートの配合を表-3 に示す。

4. ガラス管によるグラウトの分離試験と凍結安定性試験

ガラス管を用いて行なった練り混ぜ後 24 時間の分離試験の結果と -12℃ まで低下させた場合の凍結安定性試験の結果を表-4 に示す。分離の程度は分離した水量をもとにグラウト容積に対する百分率であらわしたものである。この結果より, 水セメント比の大きいことは分離をはなはだしく大きくすることが明白である。凍結安定性試験はガラス管内にグラウトを混合後, だだちに注入して, 24 時間, +15℃ ~ +20℃ の室内に水平に静置してから冷蔵庫の中に入れ, -3℃, -4℃, -9℃, -11℃, -12℃ に下げてゆきガラス管の破壊の有無を調べた。-12℃ を最低温度とし, 破壊のないものは中止した。ガラス管の破壊が生じたのは普通ポルトランドセメントの 100%, 75% と早強ポルトランドセメントの 100% およびアルミナセメントの 100, 75, 50% およびの場合である。普通, グラウトの圧縮強度が 150 kg/cm² とすれば凍結の危険はないとされている。しかし, 本試験結果のアルミナセメントは

表-1 グラウトの3日圧縮強度(kg/cm²)

セメントの種類	水セメント比(%)				
	38	53	75	100	200
普通ポルトランド	401	158	63	43	38
早強ポルトランド			81	55	17
アルミナ		459	303	400	

表-2 グラウトのフリージング率および膨脹率(負の値) %

セメントの種類	水セメント比(%)				
	38	53	75	100	200
普通ポルトランド	1.2	4.8	15.5	29.0	59.3
			-3.9	-4.7	-3.8
早強ポルトランド			12.0	21.5	49.5
			-6.5	-4.6	-3.1
アルミナ			2.5	17.6	32.2
			-9.4	-10.5	-9.8

しかし, 本試験結果のアルミナセメントは

=100%で3は圧縮

強度が400kg/cm²もあるにもかかわらずガラス管が破壊している。このことはグラウトの凍結安定性は単に、強度が大であるから大きいと断定することが不可能であることを示している。分離の程度とガラス管の破壊との関係は分離の程度の大なるグラウトはガラス管を破壊させる傾向にある。しかし、ガラス管の破壊部は分離した水の箇所ではなくグラウトのゆきわたった密な箇所が生じている。この原因は水の部分が氷になって膨張しても、この膨張を緩和するだけの空隙（理論的には9%以上）が存在しているためであり、グラウト部分の未反応水の凍結による膨張はグラウト中の水を含まない空隙が9%未満の場合、ガラス管内部で緩和されないためにガラス管が破壊するものと考えられる。

5. 角柱供試体によるシース内グラウトの凍結安定性試験結果

2に記したシースにグラウトを注入して入念に密封し、24時間後、15×15×53cmの角柱供試体の中央部に埋設し、材令28日に-12℃まで冷却し、コンクリートのひびわれの有無を観察した。表-5にシース内グラウトの凍結によってコ

ンクリートにひびわれの発生した配合を示しているがセメントに注目すると普通ポルトランドセメントおよびアルミナセメントをグラウトに用いた場合にひびわれがみられ、特に水セメント比の大きい方がひびわれ発生が多い傾向にあり4.で述べたガラス管の破壊とかなり対応関係があると考えられる。紙面の都合で説明不足の点は講演の際、述べさせていたとなります。最後にあたり、本テーマを向題として与えていただきまし九州大学石川運天先生に感謝の意を表します。

参考文献：猪股俊司著「プレストレストコンクリートの設計および施工」

表-3 コンクリートの配合

単位セメント量 (kg/m ³)	単位水量 (kg/m ³)	水セメント比 (%)	単位細骨材量 (kg/m ³)	単位粗骨材量 (kg/m ³)	単位水和量 (kg/m ³)	圧縮強度 (kg/cm ²)			引張強度 (kg/cm ²)		
						3日	7日	28日	3日	7日	28日
420	160	38	735	1239	2.1	403	493	554	28.8	33.9	35.1
	189	45	705	1187	2.1	209	278	433	18.6	27.2	28.2
	223	53	670	1128	2.1	144	208	301	18.3	22.9	25.4
	256	61	634	713	2.1	51	117	178	7.6	15.6	23.5
300	150	50	754	1265	1.5	162	/	339	16.0	/	25.2
	180	60	723	1213	1.5	79	/	254	11.8	/	25.1
	210	70	690	1161	1.5	77	/	187	11.2	/	23.9

表-4 ガラス管による試験結果

セメントの種類	のしガラス管に際してのセメント比	混合後24時間後の分離の程度 (%)	V _a -V _{seal} / V _a × 100		
			75	50	245
NZ	100, 75	18.36	9.39	2.45	
NZ+0.005%AL	なし	/	/	/	/
EZ	100	0.61	0.00	0.00	
EZ+0.005%AL	なし	/	/	/	/
AZ	100, 75, 50	24.49	12.24	1.02	
AZ+0.005%AL	100, 75, 50	/	/	/	/

[註] NZ: 普通ポルトランドセメント

NZ100: 水セメント比=100%の普通ポルト

ランドセメントを用いたグラウト

AZ: アルミナセメント

EZ: 早強ポルトランドセメント

AL: アルミ粉末

42038: 単位セメント量420kgで水セメント比=38%のコンクリート

表-5 角柱にお試験結果

種類	ひびわれの発生したコンクリートの種類
NZ100	42038, 42045
	42053, 30070
	30061
NZ75	30060
	30070
NZ53	42053
NZ38	なし
AZ100	30060, 30070
AZ75	30060
AZ50	なし
EZ100	なし
EZ75	なし
EZ50	なし