



東京港横断沈埋トンネルに用いる
コンクリートに関する試験
報告書

土木研究所資料
第659号

昭和46年3月

建設省土木研究所

まえがき

この報告書は、建設省土木研究所が首都高速道路公団より受託した「東京港横断沈埋トンネルに用いるコンクリートに関する試験」の実施結果をとりまとめたものである。

東京港横断沈埋トンネルは部材断面寸法が大きく、従来の鉄筋コンクリート構造物という概念とは異なり、むしろ、マスコンクリートの範囲に入るものである。

このような構造物では熱放散の程度が少ないため、コンクリートの硬化に伴って発生した熱が部材の体内に蓄積され、これが原因となって温度ひびわれを生ずるにいたることがある。

東京港横断沈埋トンネルは、水密性を高めるため、極力、ひびわれを防止することが望まれるところであって、このような観点から、東京港沈埋トンネルに用いるセメントの種類を比較検討すること、ならびにコンクリートの配合決定の資料を得ることを目的とした試験が建設省土木研究所へ委託されたものである。

この試験は、上記の趣旨に沿って、調査項目をつぎのように立案し、以下にしめすような試験を行なった。

- 1) 水セメント比と圧縮強度との関係
- 2) 材令と圧縮強度ならびに引張強度との関係
- 3) コンクリートの断熱上昇温度
- 4) コンクリートの乾燥収縮

なお、試験を行なうに先立って、東京港沈埋トンネルに用いるコンクリートの品質をつぎのように設定した。

設計基準強度： 400 kg/cm^2 （材令91日）

粗骨材の最大寸法：25mm

スランプ：8cm

1. 使用材料

(1) セメント

水和熱の比較的低いセメントの種類が望ましいことがら、中庸熱ポルトランドセメント、フライアッシュセメントおよび高炉セメントについて比較検討することとし、さらに基準となるように、これらに普通ポルトランドセメントを加えて計4種類のセメントについて比較を行なった。

中庸熱ポルトランドセメントは試験開始の時点で入社し得た4社(小野田、住友、秩父、および日本セメント株式会社)より購入し、フライアッシュセメントおよび高炉セメントは1社(第1セメント株式会社)、普通ポルトランドセメントは1社(日本セメント株式会社)から同様にそれぞれ購入した。

中庸熱ポルトランドセメントは、試験にあたって4社の製品を均等に加えて混合し、これを1試料とした。またフライアッシュセメントは入手の都合上A種を、高炉セメントはB種を用いることとした。

入手したセメントの試験成績は表-1ならびに表-2に示すようなものであった。

表-1 セメント試験成績表

セメントの種類	Fe loss	loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Total	HM	SM	IM	FA	LSR
普通ポルトランドセメント(N)	0.4	0.3	21.2	5.1	3.4	64.4	1.4	1.2	18.1	21.6	0.2	0.8	1.7	0.1
フライアッシュセメント(A)	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
高炉セメント(B)	0.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4社等分混合	0.7	0.5	23.3	5.3	3.8	64.6	1.2	1.0	18.7	19.3	0.9	3.3	2.0	0.2
セメントの種類	比	比	比	比	比	比	比	比	比	比	比	比	比	比
(N)	21.3	21.3	5.1	5.1	3.4	64.4	1.4	1.2	18.1	21.6	0.2	0.8	1.7	0.1
(A)	21.3	21.3	5.1	5.1	3.4	64.4	1.4	1.2	18.1	21.6	0.2	0.8	1.7	0.1
(B)	21.3	21.3	5.1	5.1	3.4	64.4	1.4	1.2	18.1	21.6	0.2	0.8	1.7	0.1
(M)	21.3	21.3	5.1	5.1	3.4	64.4	1.4	1.2	18.1	21.6	0.2	0.8	1.7	0.1
セメントの種類	比	比	比	比	比	比	比	比	比	比	比	比	比	比
(N)	21.3	21.3	5.1	5.1	3.4	64.4	1.4	1.2	18.1	21.6	0.2	0.8	1.7	0.1
(A)	21.3	21.3	5.1	5.1	3.4	64.4	1.4	1.2	18.1	21.6	0.2	0.8	1.7	0.1
(B)	21.3	21.3	5.1	5.1	3.4	64.4	1.4	1.2	18.1	21.6	0.2	0.8	1.7	0.1
(M)	21.3	21.3	5.1	5.1	3.4	64.4	1.4	1.2	18.1	21.6	0.2	0.8	1.7	0.1

(注) (M)は秩父社、日本セ、住友社、小野田社の4社、中庸熱セメント等分混合、各社のセメント試験成績表による。

表-2 中庸熱セメント試験成績表

製造会社名	Fe loss	loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Total	HM	SM	IM	FA	LSR
秩父社	0.4	0.4	23.3	5.3	3.8	64.6	1.2	1.0	18.7	19.3	0.9	3.3	2.0	0.2
日本セ	0.7	0.7	23.3	5.3	3.8	64.6	1.2	1.0	18.7	19.3	0.9	3.3	2.0	0.2
小野田セ	0.7	0.7	23.3	5.3	3.8	64.6	1.2	1.0	18.7	19.3	0.9	3.3	2.0	0.2
住友セ	0.7	0.7	23.3	5.3	3.8	64.6	1.2	1.0	18.7	19.3	0.9	3.3	2.0	0.2
4社等分混合	0.7	0.7	23.3	5.3	3.8	64.6	1.2	1.0	18.7	19.3	0.9	3.3	2.0	0.2
製造会社名	比	比	比	比	比	比	比	比	比	比	比	比	比	比
秩父社	21.3	21.3	5.1	5.1	3.4	64.4	1.4	1.2	18.1	21.6	0.2	0.8	1.7	0.1
日本セ	21.3	21.3	5.1	5.1	3.4	64.4	1.4	1.2	18.1	21.6	0.2	0.8	1.7	0.1
小野田セ	21.3	21.3	5.1	5.1	3.4	64.4	1.4	1.2	18.1	21.6	0.2	0.8	1.7	0.1
住友セ	21.3	21.3	5.1	5.1	3.4	64.4	1.4	1.2	18.1	21.6	0.2	0.8	1.7	0.1
4社等分混合	21.3	21.3	5.1	5.1	3.4	64.4	1.4	1.2	18.1	21.6	0.2	0.8	1.7	0.1
製造会社名	比	比	比	比	比	比	比	比	比	比	比	比	比	比
秩父社	21.3	21.3	5.1	5.1	3.4	64.4	1.4	1.2	18.1	21.6	0.2	0.8	1.7	0.1
日本セ	21.3	21.3	5.1	5.1	3.4	64.4	1.4	1.2	18.1	21.6	0.2	0.8	1.7	0.1
小野田セ	21.3	21.3	5.1	5.1	3.4	64.4	1.4	1.2	18.1	21.6	0.2	0.8	1.7	0.1
住友セ	21.3	21.3	5.1	5.1	3.4	64.4	1.4	1.2	18.1	21.6	0.2	0.8	1.7	0.1
4社等分混合	21.3	21.3	5.1	5.1	3.4	64.4	1.4	1.2	18.1	21.6	0.2	0.8	1.7	0.1

試験成績は、各社の試験成績表による。

(2) 骨 材

骨材は、細骨材および粗骨材ともに東京港横断沈埋トンネルのコンクリートに使用される予定の大井川産のもので、これらの粒度は、細骨材は、粗砂と細砂を等量ずつ加えて合成し、粗骨材は採取した状態のままであるが、いずれも土木学会コンクリート標準示方書に定められている標準粒度に入るものである。

骨材試験の試験成績は表-3に示すとおりである。

(3) 混 和 剤

前述のように、この構造物に用いるコンクリートは高強度であると同時にひびわれの発生を極力減少する必要があるが、また当然のことながら、十分なワーカビリティも有していなければならないものである。これらのことから混和剤として減水剤を用いることとし、その種類としては、広く一般に用いられているポズリスル8を指定の使用量だけ用いた。

表-3 骨 材 試 験 成 績

区 分		産 地	比 重	吸水量 (%)	単位容積重量 (kg/m^3)
細骨材	細 粒	大井川(志太郡大井町附近)	2.63	1.4	—
	粗 粒	大井川(島田市坂本附近)	2.63	1.2	—
粗 骨 材		大井川(島田市坂本附近)	2.65	0.7	1,710

ふるい分け試験結果(通過率)

区分 ふるいの呼び 寸法(mm)		30	25	20	15	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	FM
細骨材	細 粒						100	85	73	59	32	28	2.23
	粗 粒						100	91	74	47	13	2	2.73
粗 骨 材		100	97	80	68	35	9						6.76

2 コンクリートの配合

コンクリートの配合は、前記の材料を用い、スランブ 8 cm となるように試験練りを行なってこれを決定した。

なお、実験室の都合上、前記の 2) 材令と圧縮強度ならびに引張強度との関係ならびに 3) コンクリートの断熱上昇温度を求める実験では、コンクリート温度を 20 °C とし、2) および 3) 以外の実験ではこれを 26 °C とした。

コンクリートの配合表は表-4 にしめすとおりである。

表-4-(I) コンクリートの配合(I)

セメントの種類	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単 位 量 (kg/m^3)					供試体製作時		
			水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 P-8	コンクリート温度 (°C)	スランブ (cm)	空気量 (%)
普通ポルトランド セメント (N)	59	39		250	756	1,180	5	26	7.5	5.0
	49	38	148	300	714	#	6	#	7.2	4.7
	42	36		350	672	#	7	#	6.2	5.1
中熱ポルトランド セメント (M)	56	40		250	780	1,180	5	25	6.8	4.0
	47	39	140	300	739	#	6	#	8.7	#
	40	37		350	698	#	7	#	8.0	#
フライアッシュ セメントA種 (FA)	58	39		250	759	1,180	5	26	6.6	3.8
	48	38	144	300	716	#	6	#	8.3	3.9
	41	36		350	673	#	7	#	7.2	4.5
高炉セメント B種 (SB)	60	39		250	745	1,180	5	26	7.4	4.2
	50	37	150	300	702	#	6	#	9.6	3.7
	43	36		350	659	#	7	#	7.7	3.0

(注) コンクリートの断熱温度上昇ならびにコンクリートの乾燥収縮試験は単位セメント量 $300 \text{ kg}/\text{m}^3$ のもののみ実施。

表-4-(2) コンクリートの配合(2)

セメントの種類	水セメント比 (%)	細骨材 率 (%)	単 位 量 (kg/m^3)					供試体製作時		
			水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 P-8	コンクリート温度 ($^{\circ}\text{C}$)	スランプ (cm)	空気量 (%)
(N)	45	34	135	300	650	1,280	7.5	22	8.5	4.7
(M)	41	34	124	300	661	1,300	7.5	21	8.7	3.9
(F _A)	42	34	127	300	654	1,290	7.5	22	7.7	3.7
(S _B)	44	34	132	300	651	1,280	7.5	22	8.4	4.6

(注) 材令と圧縮強度および引張強度との関係を得るための試験に使用。

3 試験結果と考察

1) 水セメント比と圧縮強度との関係

$\phi 15 \times 30 \text{ cm}$ の供試体 6 本を、JIS A 1132 にしたがって製作し、材令 28 日および 91 日でそれぞれ 3 本ずつ、JIS A 1108 にしたがって圧縮強度試験を行なった。なお、コンクリートの打ち込みには突き棒を用い、キャッピングはセメントペースを用いてこれを行なった。

試験は 2 回くり返して行ない、これらの平均値を求めた。試験結果は表-5 および図-1 にしめすとおりである。

これらから、配合強度を $450 \text{ kg}/\text{cm}^2$ (割り増し係数 1.12 と仮定) とした場合の水セメント比を推定するとつぎのとおりである。

表-6 配合強度 $450 \text{ kg}/\text{cm}^2$ を得るための W/C および単位セメント量

セメントの種類	水セメント比 (%)	前記配合表中の単位水量を用いる とした場合の単位セメント量 (kg)
普通 通	48	308 (148)
中 磨 熱	51	275 (140)
フライアッシュ A 種	50	288 (144)
高 炉 B 種	49	306 (150)

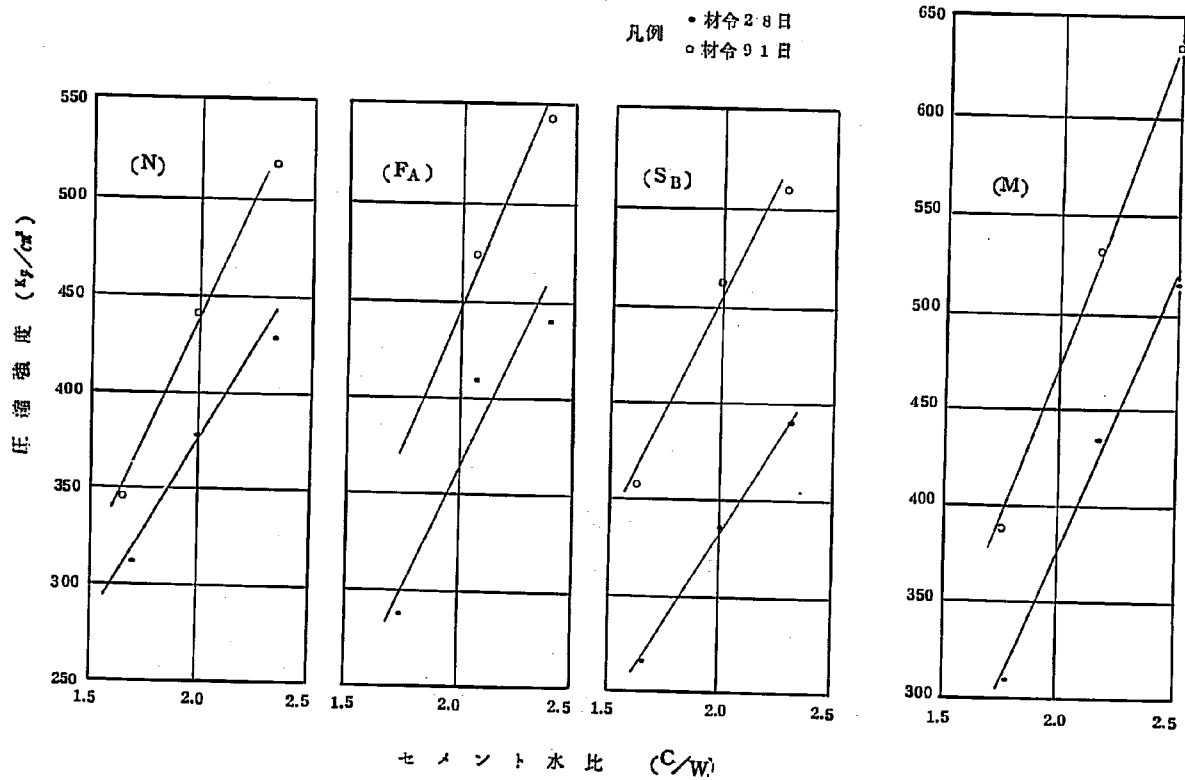
注 () 内の数字は単位水量 (kg)

表 - 5 圧縮強度試験結果

種 別	W/C (%)	回 数	2 8 日			9 1 日		
			単位重量 (K_g/m^3)	圧縮強度 (K_g/cm^2)	平 均 (K_g/cm^2)	単位重量 (K_g/m^3)	圧縮強度 (K_g/cm^2)	平 均 (K_g/cm^2)
普 通 ポルトランド セメント (N)	59.2 (1.69)	1	—	313 316 } 312 306	313	2363 } 2367 2363 } 306 2375 } 335 2368 } 360 2371 } 367 2360 } 342	340 306 } 335 360 367 } 356	346
		2	2363 } 2362 2360 } 2363 }	304 } 313 322 } 314 }		2378 } 2374 2362 } 498 2382 } 478 2369 } 470 2350 } 417 2352 } 406 2352 } 389		
	49.4 (2.02)	1	—	—	378	2368 } 2381 2387 } 538 455 } 531 2389 } 550 2400 } 508 2386 } 480 2374 } 499	482 417 } 404 406 } 389	443
		2	2370 } 2371 2374 } 2368 }	368 } 378 390 } 377 }		2368 } 2381 2387 } 538 455 } 531 2389 } 550 2400 } 508 2386 } 480 2374 } 499		
	42.3 (2.36)	1	—	448 } 436 455 } 405 }	427	2368 } 2381 2387 } 538 455 } 531 2389 } 550 2400 } 508 2386 } 480 2374 } 499	540 417 } 496 406 } 389	518
		2	2393 } 2403 2412 } 2400 }	395 } 418 440 } 416 }		2368 } 2381 2387 } 538 455 } 531 2389 } 550 2400 } 508 2386 } 480 2374 } 499		
中 庸 熱 ポルトランド セメント (M)	5.6 (1.79)	1	—	309 } 306 314 } 295 }	305	2393 } 2376 2409 } 390 2386 } 393 2378 } 355 2396 } 402 2387 } 407	393 390 } 393 393 355 } 388 402 } 407	391
		2	2365 } 2383 2386 } 2397 }	293 } 304 305 } 314 }		2390 } 2399 2404 } 513 2404 } 513 2393 } 549 2403 } 554 2416 } 568 2411 } 644 2409 } 586 2391 } 638 2412 } 649 2417 } 648 2415 } 665		
	46.7 (2.14)	1	—	—	437	2390 } 2399 2404 } 513 2404 } 513 2393 } 549 2403 } 554 2416 } 568 2411 } 644 2409 } 586 2391 } 638 2412 } 649 2417 } 648 2415 } 665	520 513 } 557 549 } 557	539
		2	2386 } 2388 2391 } 2357 }	438 } 437 433 } 440 }		2390 } 2399 2404 } 513 2404 } 513 2393 } 549 2403 } 554 2416 } 568 2411 } 644 2409 } 586 2391 } 638 2412 } 649 2417 } 648 2415 } 665		
	4.0 (2.50)	1	—	503 } 493 507 } 468 }	512	2390 } 2399 2404 } 513 2404 } 513 2393 } 549 2403 } 554 2416 } 568 2411 } 644 2409 } 586 2391 } 638 2412 } 649 2417 } 648 2415 } 665	623 649 } 654 648 } 665	639
		2	2424 } 2423 2426 } 2419 }	529 } 530 531 } 531 }		2390 } 2399 2404 } 513 2404 } 513 2393 } 549 2403 } 554 2416 } 568 2411 } 644 2409 } 586 2391 } 638 2412 } 649 2417 } 648 2415 } 665		
フライアッシュ セメント (FA)	57.6 (1.74)	1	—	286 } 283 282 } 282 }	286	2395 } 2396 2386 } 370 282 } 358 2408 } 371 2409 } 384 2391 } 392 2396 } 385	366 370 } 388 358 } 385	377
		2	2392 } 2388 2392 } 2404 }	282 } 288 282 } 284 }		2395 } 2396 2386 } 370 282 } 358 2408 } 371 2409 } 384 2391 } 392 2396 } 385		
	4.8 (2.08)	1	—	—	406	2404 } 2395 2390 } 443 2391 } 444 2391 } 458 2406 } 509 2391 } 497 2383 } 509	448 444 } 505 458 } 509	477
		2	2403 } 2397 2402 } 2385 }	406 } 405 411 } 396 }		2395 } 2396 2386 } 370 282 } 358 2408 } 371 2409 } 384 2391 } 392 2396 } 385		
	4.12 (2.43)	1	—	426 } 430 436 } 428 }	441	2395 } 2396 2386 } 370 282 } 358 2408 } 371 2409 } 384 2391 } 392 2396 } 385	522 506 } 567 535 } 567	545
		2	2398 } 2368 2398 } 2307 }	447 } 451 452 } 455 }		2395 } 2396 2386 } 370 282 } 358 2408 } 371 2409 } 384 2391 } 392 2396 } 385		
高 伊 セメント (Sb)	6.0 (1.67)	1	—	283 } 289 283 } 275 }	266	2366 } 2371 2366 } 389 2386 } 394 2308 } 321 2322 } 349 2324 } 320	382 389 } 330 394 } 321	356
		2	2305 } 2318 2327 } 2321 }	240 } 239 240 } 237 }		2366 } 2371 2366 } 389 2386 } 394 2308 } 321 2322 } 349 2324 } 320		
	5.0 (2.0)	1	—	—	340	2364 } 2374 2377 } 461 2380 } 433 2348 } 498 2367 } 441 2367 } 466 2367 } 457	464 461 } 455 433 } 466	460
		2	2354 } 2349 2347 } 2345 }	352 } 340 332 } 355 }		2364 } 2374 2377 } 461 2380 } 433 2348 } 498 2367 } 441 2367 } 466 2367 } 457		
	4.29 (2.33)	1	—	420 } 414 418 } 403 }	396	2366 } 2371 2366 } 389 2386 } 394 2308 } 321 2322 } 349 2324 } 320	527 506 } 516 556 } 516	508
		2	2358 } 2354 2353 } 2351 }	376 } 378 372 } 387 }		2366 } 2371 2366 } 389 2386 } 394 2308 } 321 2322 } 349 2324 } 320		

単位重量は供試体寸法と重量より算出した。

図-1 セメント水比と圧縮強度



このように本実験の結果は、さきに行なった資料調査報告にしめした水セメント比と同じ程度のものとなった。また、単位セメント量は、中庸熱セメントを用いた場合が最も少なかった。

(注) この表中の数値は比較のためのものであって、実際の施工にあたって、この程度の単位セメント量を使用すればよいという意味ではない。

実際に用いる単位セメント量は作業工程上から必要となる諸条件を考慮して決定することが当然である。

2) 材令と圧縮強度ならびに引張強度との関係

圧縮強度試験のために $\phi 15 \times 30$ cmの供試体を5本、および引張強度試験のために $\phi 15 \times 20$ cmの供試体を5本、計10本を1パッチから製作し、3、7、28、91および182日でそれぞれ試験を行なった。したがって、各セメントの試験結果は3パッチから製作された供試体各3本の試験値の平均値である。

供試体の製作はJIS A 1132に、強度試験は圧縮強度の場合、JIS A 1108に、引張強度はJIS A 1113にしたがって、それぞれ行なった。

試験結果は表-7、図-2(1)、(2)にしめすとおりである。

型枠をとりはずしてよい時期のコンクリートの圧縮強度を 140 kg/cm^2 とすると、 20°C 水中養生の場合、材令3日では高伊セメントB種を除いて、材令7日ではすべてのセメントの種類がこれを上回る値をしめた。

試験結果にもとづいて、圧縮強度と引張強度との関係をしめすと図-3のとおりであり、国分博士⁽¹⁾の報告にしめされた関係曲線とよく一致する結果となった。

(注) (1) 国分正胤「フライアッシュおよびフライアッシュセメント」第5回国際セメント化学シンポジウム(セメントコンクリート4267に再掲)

3) コンクリートの断熱上昇温度

供試体を断熱状態で養生し、その温度を測定するものである。

測定装置⁽²⁾は、図-4にしめすように、断熱壁でかまれた水槽中に金属製の容器を置き、その内部にコンクリート供試体($\phi 30 \times 30$ cm)を置いたものである。

供試体中心部と水槽の温度を熱電温度計により測定し、同時に両者のあいだに差がないように水槽に配置されたヒーターのスイッチを開閉して断熱状態を維持するものである。

単位セメント量 300 kg とした場合、その試験結果は表-8、図-4にしめすように、これらより推定した最終上昇温度は、中庸熱セメントが最も低かった。なお、

表-7 材令と圧縮強度および引張強度

セメントの種類	材令 (日)	単位容積重量 (K_g/m^3)	圧縮強度 $\phi 15 \times 30cm$		引張強度 $\phi 15 \times 20cm$	
			試験値 (K_g/cm^2)	平均値 (K_g/cm^2)	試験値 (K_g/cm^2)	平均値 (K_g/cm^2)
普通 ポルトランド セメント (N)	3	2,390	199 198 209 300	202	20.1 19.0 19.7 26.9	19.6
	7	2,411	299 303 396	301	26.3 29.5 34.2	27.6
	28	2,400	374 419 463	396	35.1 34.0 36.5	34.4
	91	2,383	478 455 497	465	39.0 32.5 35.1	36.0
	182	2,404	480 512 167	496	37.8 40.1 17.9	37.7
			172 165 296		16.9 19.5 26.2	
中 磨 熟 ポルトランド セメント (M)	3	2,417	167 172 165	168	17.9 16.9 19.5	18.1
	7	2,420	296 318 300	305	26.7 29.7 34.4	27.5
	28	2,418	496 506 489	494	38.6 42.7 40.4	38.6
	91	2,425	630 584 620	611	40.0 46.6 41.0	42.3
	182	2,426	618 620 614	617	45.7 48.2 18.1	45.0
			211 207 207		15.8 18.8 26.6	
フライアッシュ セメント A 種 (FA)	3	2,412	285 293 263	280	28.0 28.3 33.3	27.6
	7	2,415	321 321 332	325	35.7 34.5 41.7	34.5
	28	2,416	520 560 530	537	36.5 40.2 45.7	39.8
	91	2,428	579 608 559	582	46.6 48.7 10.4	47.0
	182	2,419	122 128 128	126	11.7 13.2 14.9	11.8
			187 200 202		16.7 18.8 31.3	
高 炉 セメント B 種 (SB)	3	2,382	304 321 265	196	32.4 30.5 38.4	16.8
	7	2,383	501 500 504	297	38.6 39.3 44.3	31.4
	28	2,393	562 551 564	502	40.2 41.3 10.4	38.8
	91	2,407				
	182	2,392				

図-2-(1) 材令と圧縮強度

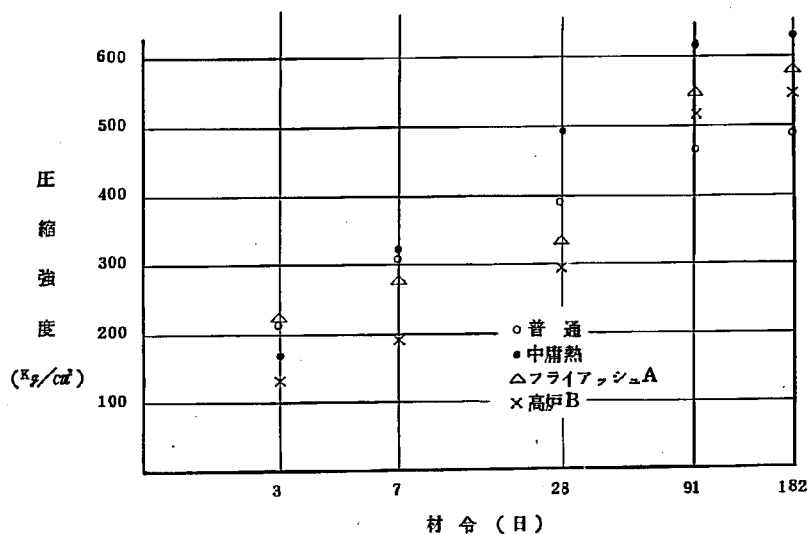


図-2-(2) 材令と引張強度

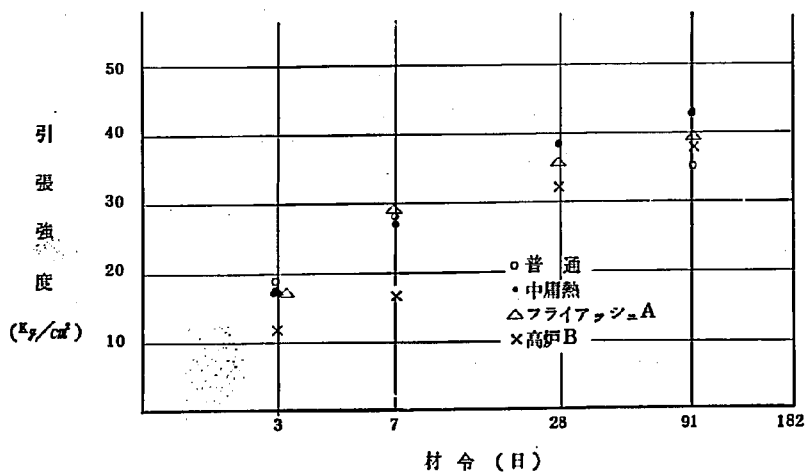


図-3 圧縮強度と引張強度との関係

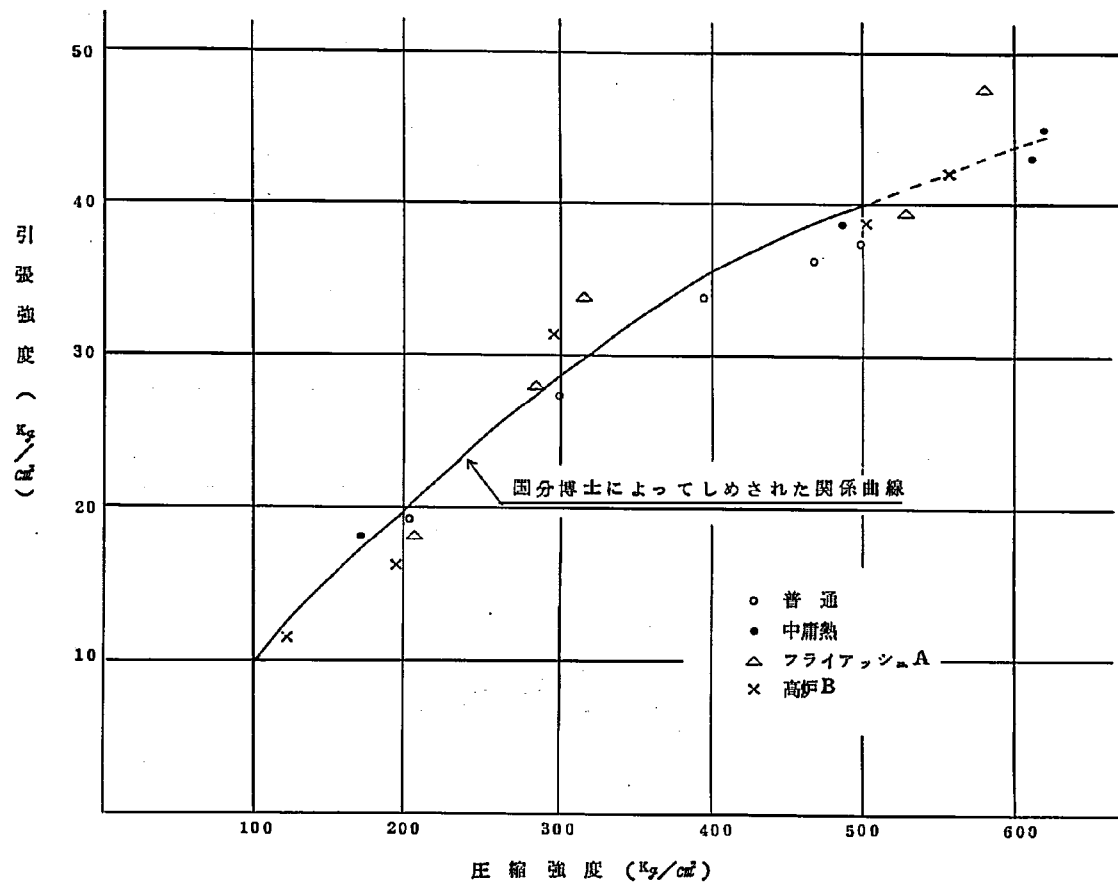
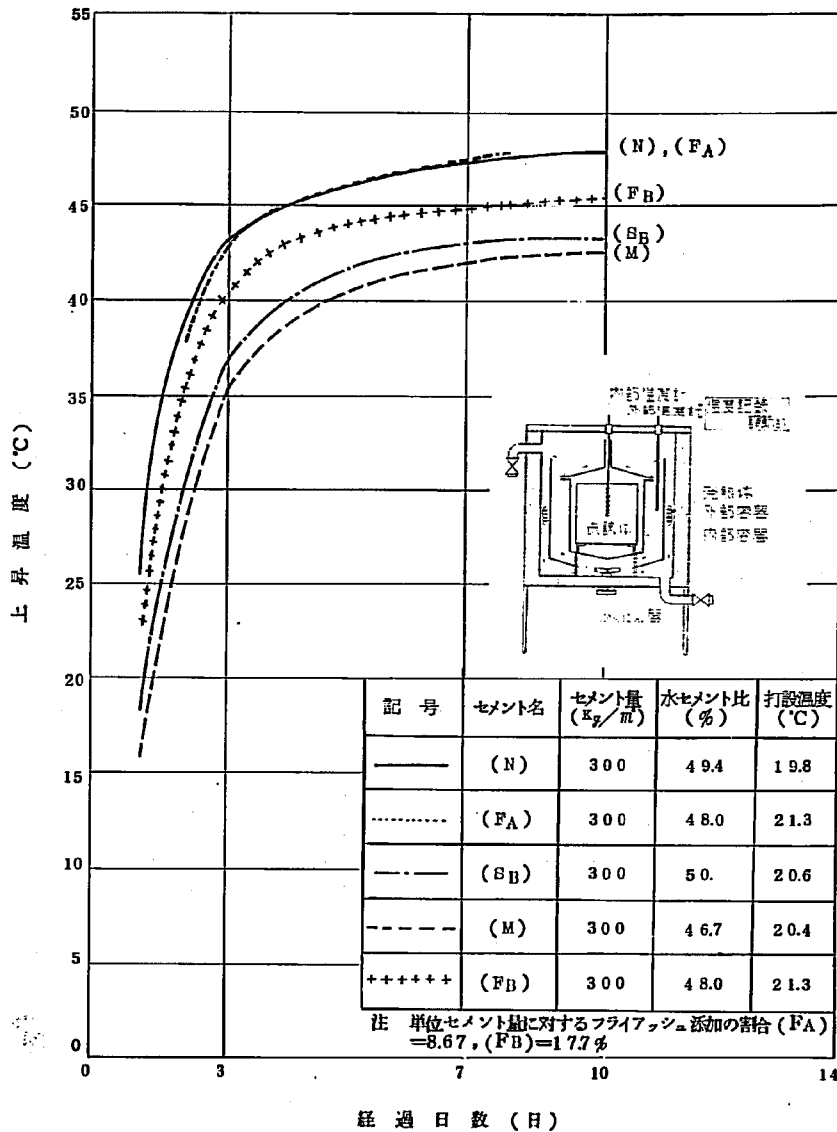


図-4 断熱上昇温度



参考のため、使用したフライアッシュセメント(A種)にさらにフライアッシュを10%加えた場合についても測定したが、まだ中庸熱および高炉(B種)の両セメントに及ばなかった。

(注)(2)、柳田力、上野裕康「コンクリートの断熱温度上昇測定装置について」セメント技術年報 昭40

また、1)に示した配合強度を得るための単位セメント量を考慮すると、最終上昇温度は、中庸熱、高炉B種、フライアッシュA種、普通の順に大きくなると考えられる。

4) コンクリートの乾燥収縮

セメントの種類ごとに10×10×40cmの供試体を3本ずつ、JIS A 1124にしたがって製作し、その長さ変化を測定した。

供試体は打込み後ただちに21±3℃で^湿潤状態に保った部屋に置き1日後脱型して20℃水中養生を行なった。基長を材令7日で測定し、以後供試体は、所定材令にいたるまで、炭酸カリウムを用いた恒温恒湿貯蔵箱中に入れた。

表-8 コンクリートの断熱上昇温度(deg)

経過日数	普通ポルトランドセメント(N)	中庸熱ポルトランドセメント(M)	フライアッシュセメント(FA)	高炉セメント(SB)	フライアッシュセメント(FB)
打設時 コンクリート温度(℃)	(19.8)	(20.4)	(21.8)	(20.6)	(21.3)
1	25.5	15.9	—	18.8	10.5
2	39.4	29.0	38.0	30.4	18.6
3	43.2	35.4	42.4	36.7	23.2
4	44.7	38.3	44.6	39.9	25.7
5	45.6	39.9	45.7	41.6	27.7
6	46.3	40.9	46.5	42.4	29.0
7	46.9	41.6	47.0	42.8	30.3
8	47.4	41.9	47.3	43.1	31.4
9	47.6	42.3	48.0	43.2	32.5
10	47.8	42.6	48.5	43.3	33.4
最終上昇温度の 推定値	(49.0)	(43.0)	(49.0)	(43.5)	(36.5)

(注) 単位セメント量300kg/m³の場合

表一-9 コンクリートの乾燥収縮

(長さ変化率%)

材 令 (日)	普通ポルトランド セメント (N)	中熱ポルトランド セメント (M)	フライアッシュ セメント (FA)	高炉セメント (SB)
7	0.010	0.010	0.011	0.014
14	0.020	0.015	0.020	0.030
21	0.031	0.024	0.029	0.045
28	0.037	0.032	0.036	0.050
56	0.056	0.055	0.056	0.067
91	0.067	0.067	0.068	0.076
180	0.077	0.074	0.077	0.085

長さの測定は、材令14、21、28、56、91、および180日にそれぞれ行なった。

試験結果は表一9、にしめすとおりである。

これによれば高炉(B種)を除く3種類のセメントを用いたものの長さ変化は顕著な相異はなく、そのうち中熱熱がやや小さいようであった。

4 東京港横断沈埋トンネルに使用するセメントの種類についての検討

前記の4種の試験において、好成績を得た順序にA、B、C、Dの記号を与えて整理するとつぎのようになる。

この結果によれば、中熱ポルトランドセメントが^{ほぼ}全部の試験を通して好成績を得ており、東京港横断沈埋トンネルに用いるセメントとしては、これが他のセメントの種類と比較してすぐれているといえよう。

なお、セメントの種類を選定にあたっては、セメントの入手の容易さおよび品質の安定性についても考慮することが大切である。

調 査 項 目	ポルトランドセメント		混 合 セ メ ン ト	
	普 通	中 庸 熱	フライアッシュA種	高 炉 B 種
配合強度を得るに要する 単 位 セ メ ン ト 量	D	A	B	C
型 枠 の 脱 型 時 間	A	C	A	D
コンクリートの温度上昇	D	A	C	B
コンクリートの乾燥収縮	B	A	B	D