

Bemærkninger om de officielle Cementundersøgelser

Alex Foss

Tidsskrifter

Ingeniøren. 1892. 12 november

1892

Officielle Cementundersøgelser.

Meddelt af Cand. polyt. N. P. Nielsen.

I Ministerialtidende B for 31. Maj d. A. have d'Herrer Docenter S. C. Borch og E. Gnudtzmann under 24. Marts d. A. offentliggjort en til Ministeriet for Kirke- og Undervisningsvæsenet afgiven Beretning med 4 Tabeller om Undersøgelse af indenlandsk Cement ved den polytekniske Lærestanstalt, af hvilken vi her skulle meddele det Væsentligste.

Der optoges til Undersøgelse 6 Prøver af dansk Portlandcement (Aalborg, Cimbria, Dania og Hertha), samt til Sammenligning 3 Prøver af udenlandske Mærker (Lomma, Quistorp og Stern); endvidere 2 Prøver Slaggecement (Gefion) og endelig 1 Prøve af Frandsen & Meyers hydrauliske Kalk.

Prøverne af den danske Cement udtoges paa Fabrikkerne, i Reglen i friskmalet Tilstand, hvorimod den udenlandske Cement indkøbtes her i Byen. Undersøgelsen paabegyndtes umiddelbart efter Modtagelsen i Laboratoriet og foretoges i alt Væsentligt efter de af den tekniske Forening vedtagne Bestemmelser af 2. Maj 1889.

Alle Prøver havde omtrent den for hele og halve Normaltønder fastsatte Vægt (henholdsvis 180 og 90 Kg. Brutto); de ringe Afvigelser som fandtes, skyldes den Omstændighed, at Prøverne dels vare udtagne af flere færdigpakkede Normaltønder af den paagældende Cement-sort, dels fyldte i Fustagerne lige fra Møllerne, uden at det fandtes nødvendigt at faa Cementen pakket lige saa tæt som den findes i Normalfustagerne. Dette, i Forbindelse med hvad der iøvrigt var bekendt om Vægten af Normalfustagerne, lod antage, at Vægtbestemmelserne i det Hele overholdtes. Alle Fustager vare forsynede med tydelig Angivelse og Fabrikmærke.

Fustagernes Rumfang imellem Endebundene beregnedes af den Vægt af tørt, sigtet Mursand, som de vare i Stand til at rumme, naar det var rystet sammen til sit mindst mulige Rumfang, idet Vægten af en Kubf. af det benyttede Mursand i den nævnte Tilstand, som Middelvægt af 10 Forsøg var fundet at være 108,31 Pd.

Bestemmelsen af Størkningstiden foretoges med Vicals Naaleapparat. Ti af de tolv Portlandcementer viste sig langsomt størknende, nemlig med en Størkningstid af imellem 2 og 24 Timer, hvorimod 2 Prøver (fra Fabrikkerne Aalborg og Stern) størknede i henholdsvis 10 Minutter og 1½ Time. I Stedet for den nævnte Aalborgprøve, som kun kom med ved en Fejltagelse fra Fabrikens Side, da den ikke repræsenterede Hovedmassen af Fabrikens Produktion, blev der senere udtaget en Prøve langsomt størknende Cement, hvis Undersøgelse dog blev paabegyndt saa sent, at der ved Beretningens Afslutning ikke forelaa Resultater af Betydning.

De til Undersøgelse af mulige Rumfangsforandringer efter Størkningen udstøbte Prøver paa Glasplader (20 Cm. i Kvadrat, 2 Linier tykke) tilberedtes med en Vandmængde, der for Portlandcementens Vedkommende var 1 Procent større end den, der krævedes til Normalkonsistensen, for Slaggecementens og den hydrauliske Kalks Vedkommende

derimod 2 Procent større. Ingen af de udstøbte Prøver fremviste i de første Maaneder efter Fremstillingen noget som helst abnormt, og de maatte saaledes alle betegnes som rumfangskonstante efter Normerne. En Del af Prøverne skilte sig dog efter nogen Tids Forløb fra Glaspladerne, medens de fleste adhærerede stærkt til Glaspet. Af disse sidste var der atter en Del, som sprængte Glaspladerne mere eller mindre fuldstændigt. Denne Sprængning hidrører selvfølgelig fra Bevægelser i Cementen og maa for saa vidt siges at være uheldig; men da Bevægelserne i Tilfælde af, at Cementen adhærerede stærkt til Glaspet, kun behøve at være meget smaa for at hidføre Glassets fuldstændige Sprængning, og selve Cementprøverne, som nævnt, ikke selv fremviste Deformationer, har man ment ikke at turde tillægge dette Fænomen, der har vist sig ved alle de udtagne Prøver fra Fabrikkerne Dania, Cimbria, Stern og Aalborg, nogen Betydning. For de 3 førstnævnte Vedkommende sprængtes ikke nogen Plade før efter 6 Maaneders Forløb, hvorimod Aalborg-Cementen sprængte alle Glasplader i Løbet af de første 28 Dage.

Den ved Sigtning paa Sigter med 900 og 4900 Masker pr. Kvem fundne Malningsfinhed svarer — paa en enkelt Undtagelse nær, nemlig den først udtagne Prøve fra Fabriken Cimbria — vistnok meget nær til den normale.

Cementens Vægt i sammenrystet Tilstand bestemtes ved Hjælp af et justeret 2 Pots Kobbermaal. Den største af 3 paa hinanden følgende Bestemmelser blev lagt til Grund for Beregningen af Cementens Vægt pr. Kubfd. i sammenrystet Tilstand.

Til Bestemmelse af Cementens Vægt i løst Maal, blev, for at sikre Ensartethed i Fremgangsmaaden, benyttet et af Professor Böhme i Berlin konstrueret Apparat, som bestod af et Litermaal i Forbindelse med en noget konisk Paafyldningstragt. Denne kunde forneden lukkes med en Bund, der ved et Hængsel var gjort drejelig om et Punkt af Omkredsen. Tragten sattes med lukket Bund paa Maalet, hvorpaa den fyldtes med den Cement, hvis Vægt man vilde bestemme, uden at der anvendtes nogen særlig Omhu paa Fyldningen. Naar Bunden udløstes, styrtede Cementen ned i Maalet, hvorpaa det blev afstroget og vejjet. De ad denne Vej bestemte Angivelser for Cementens Vægt pr. Kubfd. i løst Maal, vare, som Erfaringen viste, meget nær i Overensstemmelse med de Vægtangivelser, som man kom til ved at benytte et Maal paa 1 Kubfd.

Ved Anvendelsen af de for Portlandcement-Undersøgelser — og kun for disse — udarbejdede Bestemmelser paa andre hydrauliske Bindemidler, saasom hydraulisk Kalk, Roman- og Slaggecement frembød der sig den Mislighed, at Vægten af Rumfangsenheden var kendelig mindre for disse sidste end for Portlandcement, saa at man i saa Tilfælde vilde sammenligne højst forskellige Blandingsforhold efter Rumfang, hvorfor Resultaterne maatte blive vildledende, hvad Styrkebestemmelserne angik. Man tog derfor Afstand fra denne umiddelbare Sammen-

ligning. For Portlandcemenen var Variationen i Vægten pr. Rumfangsenhed endda ikke saa meget betydelig, saa at det for dennes Vedkommende blev af forholdsvis underordnet Betydning, om Blandingen udførtes efter Vægt eller som det finder Sted i Praxis efter Maal. Saaledes faldt for Cementproverne 8—12 Blandingsforholdet 1 : 3 efter Maal, naar det omregnedes til Blandingsforhold efter Vægt, — idet Normalsandets Vægt var 1410 g. pr. Liter — imellem Grænserne

$$1183 : (3 \times 1410) = 1 : 3,5^{\circ} \text{ og } 1334 : (3 \times 1410) = 1 : 3,17.$$

Den tilsvarende Beregning for Slaggecemenen gav

$$981 : (3 \times 1410) = 1 : 4,31,$$

altsaa en kendelig magrere Blanding end 1 : 3 efter Maal for Portlandcement. For den hydrauliske Kalk fandtes Forskellen imellem de 2 Blandingsforhold 1 : 3 efter Maal og 1 : 3 efter Vægt at være endnu større, idet 1 : 3 efter Maal fandtes at svare til

$$740 : (3 \times 1410) = 1 : 5,72$$

efter Vægt.

En Sammenligning imellem Portlandcement og lettere hydrauliske Bindemidler, saasom Slagge- og Romacement, som skal kunne gjøre Krav paa Tilforladelighed, maa derfor især støtte sig til Blanding efter Rumfang. Det er da ogsaa den Vej, som man har fulgt paa Forsøgsstationen i Berlin*) og som man nogle Maaneder efter Paabegyndelsen af de her omhandlede Forsøg ligeledes slog ind paa.

Sønderrivningsproverne havde den sædvanlige Form (Fahnehjelms) med et mindste Tværnsnit paa 5 Kvem;

*) Königl. Prüfungsstation für Baumaterialien, Berlin-Charlottenburg.

Knusningsproverne vare Tærninger med Sideflader paa 50 Kvem. Alle Prøvelegemer blev fremstillede ved Hjælp af Professor Böhmes Hammerapparat. For de 5 først udtagne Provers Vedkommende ere de i Tabellen angivne Brudbelastninger Middeltal af Forsøg med 10 Prøvelegemer, til de andre Middeltal blev der benyttet kun 5 Prover, hvilket havde vist sig at give tilstrækkelig nøjagtige Middeltal.

Det fremgaar af de vedføjede Tabeller, at alle de udtagne Portlandcementer, med Undtagelse af Proverne fra Fabrikkerne Hertha (som nu er nedlagt) og Quistorp, efter 28 Dages Forløb saavel ved Hærdning i Luft som ved Hærdning i Vand opnaaede den ved Normerne fastsatte Minimumstyrke af 16 Kg. pr. Kvem mod Sønderrivning og 160 Kg. pr. Kvem mod Knusning, saavel naar Mørtelen blev fremstillet i Blandingsforholdet 1 : 3 efter Vægt, som i det samme Blandingsforhold efter Rumfang.*)

De af Slaggecemenen fra Fabrikken »Gefion« fremstillede Prover i Blandingsforholdet 1 : 3 efter Vægt naaede med Lethed Normernes Minimumstyrke, hvorimod der — som man kunde vente — fandtes en betydelig Nedgang i Styrken, naar man gik over til Formning efter Rumfang i det samme Blandingsforhold.

Det udtales i Slutningen af Beretningen, at Tidspunktet til at foretage en Drøftelse af de meddelte Styrketal ikke kan anses for at være kommet endnu, saalænge der ikke foreligger mere omfattende Resultater. Undersøgelserne ville blive fortsatte.

Iøvrigt henviser vi til selve Beretningen, af hvis 4 Tabeller vi her meddele de 2 vigtigste.

*) For Quistorp-Cementens Vedkommende er fra Leverandørens Side fremsat den Formodning, at den udtagne Prøve, som var en Halvtønde af Vinterbeholdningen, kan have indeholdt overgjemt Cement.

Størkningstid, Malingens Finhed m. m.

Provens Løbe-Nr.	Fabrikens Navn.	Størkningstid.		Temperaturforhøjelse. C°	Malingens Finhed.			Cementens Vægt				En Normalfugte kan i løst Maal udmaales til Kubf.
		Vandmængde til Normalkonsistens. pCt.	Størkningstid i Timer.		900 Masker pr. Kvem.	4,900 Masker pr. Kvem. pCt.	i sammenrystet Tilstand.		i løst Maal.			
							Gram pr. Liter	Pd. pr. Kubf.	Gram pr. Liter	Pd. pr. Kubf.		
1	Gefion.....	37½	c. 20	0	0.5	9.3	90.7	»	»	»	»	»
2	Dania ...	29	6—8	1.8	0.1	7.0	93.0	»	»	»	»	»
3	Cimbria	29½	8—10	1.2	0.0	2.2	97.8	»	»	»	»	»
4	Hertha	32	4—5	9.6	2.2	23.2	76.8	»	»	»	»	»
5	Quistorp.....	28½	5—6	0.6	4.1	27.4	72.6	»	»	»	»	»
6	Gefion.....	37½	c. 9	0	0.5	7.5	92.5	1355	83.8	981	60.7	5½
7	Frandsen & Meyers Cementfabrik ...	43	c. 24	0	13.8	23.8	76.2	1040	64.3	740	45.8	»
8	Stern	27	c. 1½	3.7	1.2	27.7	72.3	1904	117.1	1334	82.5	»
9	Dania	28½	c. 10	1.2	0	11.0	89.0	1735	107.3	1291	79.8	4¼
10	Cimbria	29	c. 8	1.2	0.1	8.9	91.1	1756	108.6	1262	78.7	4¼
11	Aalborg Portland-Cementfabrik ...	29½	c. 10 ^m	17.6	0.2	13.3	86.7	1886	116.6	1905	80.7	»
12	Skånska Cement-Aktiebolag (Lomma)	28½	c. 10	0.4	0.3	12.9	87.1	1795	111.0	1183	73.2	»

Styrke mod Sønderrivning og Knusning.

Hærdning i Luft.

Prøvelegemernes Alder:			7 Dage.		28 Dage.		3 Mdr.		6 Mdr.		1 Aar.	
Prøvens Løbe-Nr.	Fabrikkens Navn.	Blandingsforhold 1 : 3 efter	Sønderrivning	Knusning	Sønderrivning	Knusning	Sønderrivning	Knusning	Sønderrivning	Knusning	Sønderrivning	Knusning
			1	Gefion	Vægt	17.63	126.6	22.45	173.3	24.76	196.6	27.03
2	Dania	—	20.42	204.9	22.70	249.7	30.01	303.8	36.62	319.1	46.83	332.6
3	Cimbria	—	26.42	287.7	33.21	326.0	39.45	389.9	42.32	403.6	49.17	406.8
4	Hertha	—	8.29	81.2	11.38	108.7	13.03	104.6	16.22	113.9	»	»
5	Quistorp	—	13.14	106.7	17.67	140.4	25.19	154.2	32.96	153.0	»	»
6	Gefion	Vægt Rumfang	17.10 15.80	133.4 86.8	22.67 14.63	198.0 104.8	30.38 14.50	226.6 100.6	28.91 13.88	268.6 120.4		
7	Stern	Vægt Rumfang	19.04 18.30	121.8 120.2	25.02 22.62	236.1 222.5	24.84 23.78	243.2 218.4	30.62 28.79	246.4 229.0		
8	Frandsen & Meyers Cementfabrik ...	Vægt Rumfang	4.06 »	22.0 »	8.82 5.11	51.2 22.4	17.06 5.82	106.8 46.0	23.02 7.62	140.8 40.0	} (Hydraulisk Kalk).	
9	Dania	Vægt Rumfang	17.56 16.28	212.0 191.6	27.56 26.39	265.5 246.2	36.02 31.15	308.0 268.4	43.35 38.65	339.4 302.5		
10	Cimbria	Vægt Rumfang	22.84 20.56	222.0 213.2	34.18 32.12	273.3 238.2	35.12 34.14	304.4 272.6	43.08 42.66	301.4 274.0		
11	Aalborg Portland-Cementfabrik	Vægt Rumfang	18.54 17.38	164.0 159.1	27.01 23.46	194.9 191.4	35.82 30.60	217.4 210.2				
12	Skånska Cement-Aktiebolag (Lomma)	Vægt Rumfang	23.94 19.54	197.0 176.2	29.77 24.48	258.9 220.6	35.98 34.00	260.2 217.4				

Hærdning i Vand.

1	Gefion	Vægt	19.36	115.6	26.64	196.4	33.19	244.8	36.51	277.4	38.70	310.8
2	Dania	—	20.22	206.2	24.36	285.1	30.22	376.5	37.32	404.7	40.05	450.4
3	Cimbria	—	27.14	318.5	33.10	387.9	36.42	474.0	40.10	542.0	45.22	593.0
4	Hertha	—	7.40	48.3	11.38	62.5	13.57	76.4	18.08	111.2	»	»
5	Quistorp	—	12.07	100.6	13.86	129.4	23.03	163.4	29.10	237.2	»	»
6	Gefion	Vægt Rumfang	21.16 17.78	142.8 96.6	26.98 18.88	216.0 129.9	34.24 18.66	288.2 145.4	37.02 20.53	312.0 185.2		
7	Stern	Vægt Rumfang	18.18 15.64	107.4 96.2	22.56 21.22	197.8 186.7	30.02 28.48	295.2 258.4	35.02 32.40	322.5 276.8		
8	Frandsen & Meyers Cementfabrik ...	Vægt Rumfang	3.76 »	19.2 »	13.22 8.32	80.0 32.9	18.36 9.42	131.2 78.8	22.90 10.80	166.6 70.5	} (Hydraulisk Kalk).	
9	Dania	Vægt Rumfang	15.92 14.22	199.0 173.2	25.35 23.89	243.8 230.3	28.23 24.64	256.0 241.4	29.82 26.25	328.4 278.0		
10	Cimbria	Vægt Rumfang	23.64 20.62	206.2 181.6	31.11 29.63	302.2 273.2	36.56 32.82	331.6 311.6	40.55 35.18	372.2 344.7		
11	Aalborg Portland-Cementfabrik	Vægt Rumfang	17.42 14.32	153.2 146.2	23.00 21.37	200.8 189.5	29.06 25.63	267.2 239.2				
12	Skånska Cement-Aktiebolag (Lomma)	Vægt Rumfang	23.10 17.62	194.0 158.4	29.10 24.02	288.9 239.2	31.42 28.56	364.4 290.4				

Brudbelastningen er angivet i Kg. pr. Kvcm.

Mindre Meddelelser.

Antallet af Lokomotiver i Europa beløber sig 12,811, Frankrig 9,747, Rusland 9591, Østerrig 4610, Italien 2286, Belgien 2332, de Forenede Stater 29,398 og engelsk Indien 3234.

ifølge Centralbl. der Bauverwaltung til ca. 61,000 og i de øvrige Verdensdele til ca. 43,000.

For hver 100 Km. Bane har England og Belgien hver 50, Tyskland 33, Frankrig 29, Rusland 25, Østerrig 20, Italien 18, Indien 14 og de Forenede Stater 12 Lokomotiver.

England besidder ialt 15,552 Lokomotiver, Tyskland

Cement som Tætningsmiddel. Cement egner sig ifølge Forsøg, anstillede af »Magdeburger Verein für Dampfkesselbetrieb« udmærket godt som Tætningsmiddel.