

Ontwikkeling

Hoewel de beide grondstoffen asbest en cement sinds mensenheugenis bekend zijn, heeft het tot ongeveer de eeuwwisseling geduurd, vóórdat zij tezamen gebruikt werden en het bouw materiaal asbestcement ontstond.

De Oostenrijker Ludwig Hatschek deponeerde om precies te zijn in 1900 het eerste patent voor het maken van platen in dit nieuwe materiaal. In dit patent werd gewezen op de rol, die asbest zou gaan vervullen, namelijk het versterken van cement op dezelfde wijze, als nu het staal in



IR. J. G. BIJLEVELD
Eternit BV, Amsterdam

gewapend beton doet. Met het gevolg dat in dit nieuwe materiaal constructies konden worden verwezenlijkt, die een aanmerkelijke besparing in gewicht teweeg brachten. Sindsdien heeft men dikwijls geprobeerd om met andere typen vezels dezelfde resultaten te bereiken. En hoewel dit in principe mogelijk is, blijkt toch, dat tot nu toe geen enkele daarvan op economische en technische gronden de asbestvezel kan evenaren.

Asbest is namelijk een vezel, die vele

bijzondere eigenschappen heeft: onbrandbaar, chemisch praktisch resistent, sterk, soepel en hij heeft een zeer goede en natuurlijke hechting met cement. Vóór de fabricage wordt de vezel als het ware ontrafeld, waardoor een oppervlakte ontstaat — afhankelijk van de soort asbest die wordt toegepast — van ca. 15.000 - 20.000 cm²/gram. De trekvastheden van de vezels kunnen variëren van 50 - 200 kg/mm². Het heeft jaren geduurd, eer men de technologie onder de knie had om van dit materiaal behalve platen ook buizen te maken. Omstreeks de eerste wereldoorlog slaagde men hierin en werden buizen gemaakt, voornamelijk bestemd voor de afvoer van huishoudelijk afvalwater. Pas in de twintiger jaren werden zowel in Oostenrijk als in Italië de eerste persleidingbuizen toegepast.

In Nederland werd de eerste persleiding Ø 200 mm gelegd in 's-Hertogenbosch, omstreeks het jaar 1930. De fabricage begon in Nederland in 1937 in de Eternit fabrieken te Goor.

Het bleek, dat hiermede aan een duidelijke behoefte werd voldaan, want sindsdien ontwikkelde de markt voor deze buizen zich gestadig. Dit werd mede veroorzaakt door het feit, dat de waterleidingwereld meteen besloot een commissie in te stellen, die tot taak had deze ontwikkeling te begeleiden en het gedrag van asbestcement in al zijn facetten te bestuderen.

Dit heeft in 1948 geleid tot een publicatie,

getiteld 'Rapport van de Studiecommissie Abestcementbuizen', een rapport dat later als grondslag heeft gediend voor het opstellen van keuringseisen door de International Standardization Organisation (ISO).

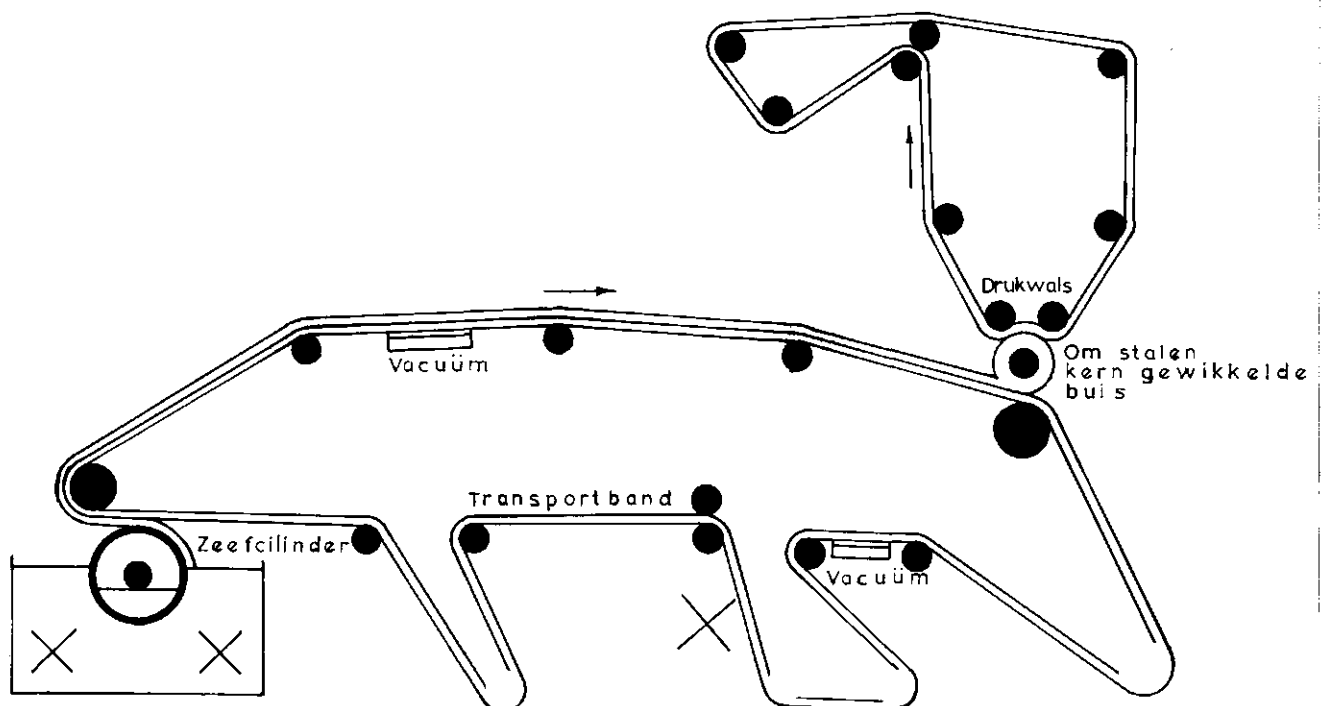
Fabricage

De fabricagewijze van asbestcement buizen is intussen genoegzaam bekend. Door het onder hoge druk opwickelen van papierdunne laagjes (afb. 1) met een dikte van ca. 0,2 mm, ontstaan buizen die als belangrijke kenmerken hebben: een homogeen mengsel, een gunstige ligging van de vezels, een grote dichtheid en relatief hoge sterktecijfers.

Het in de afbeelding schematisch weergegeven produktiesysteem wordt onder andere door alle Eternit fabrieken over de gehele wereld toegepast. Er bestaan nog twee andere systemen, nl. dat volgens het Magnani- en dat volgens het Dalmine-procédé. Voor Nederland is dit echter van minder belang, omdat hier buizen volgens deze procédés niet worden toegepast en zij in het algemeen ook niet voor persleidingbuizen bestemd zijn.

Toen in 1937 de fabriek in Goor werd geopend, was het de bedoeling waterleidingbuizen te gaan maken vanaf Ø 50 mm tot maximaal Ø 300 mm. Het maken van andere en met name grotere buizen heeft pas veel later plaats gevonden en hield

Afb. 1 - Schema buizenmachine.





Het monteren van een trekvast koppel voor een zinker Ø 600 mm.

ongeveer gelijke tred met de behoefte die hieraan in Nederland ontstond.

Omstreeks de zestiger jaren werden voor het eerst buizen tot Ø 600 mm vervaardigd, welke voornamelijk bestemd waren voor het transport van water en gas. Nu daarentegen worden buizen geleverd tot en met Ø 2500 mm, allereerst omdat de behoefte aan grote buizen voor waterleidingdoel-einden toeneemt, maar ook omdat er zich een belangrijke ontwikkeling heeft voorgedaan op het gebied van het transport van afvalwater.

Eigenschappen

a. Sterktecijfers

In de loop der tijden zijn de sterktecijfers, die voor het bepalen van de afmetingen van de buizen worden gebruikt, aanmerkelijk toegenomen. Dit werd voornamelijk veroorzaakt door de betere beheersing van het fabricageproces, waardoor o.a. de ligging van de vezels doelmatiger kan worden benut, maar ook de homogeniteit van het materiaal verbeterde. Zonder dat dit een verandering van de elasticiteitsmodulus, dus de brosheid, tengevolge heeft gehad.

Volgens de Nederlandse norm NEN 3262 gelden de volgende cijfers:

treksterkte voor buizen t/m Ø 1000 mm: 225 kg/cm²;

treksterkte voor buizen groter dan Ø 1000 mm: 200 kg/cm²;

ringbuigsterkte voor buizen t/m Ø 600 mm: 500 kg/cm²;

ringbuigsterkte voor buizen groter dan Ø 600 mm: 450 kg/cm²;

buigsterkte 250 kg/cm².

Hierbij moet worden opgemerkt, dat de buigtreksterkte alleen wordt bepaald voor buizen kleiner dan Ø 300 mm; ten eerste omdat buigproeven boven deze diameter niet meer uitvoerbaar zijn, maar ook omdat zij — naar mate de diameter groter wordt — van steeds minder belang worden.

b. Corrosiebestendigheid

Zoals reeds is vermeld, wordt een zeer dicht materiaal verkregen door het onder hoge druk opwickelen van de papierdunne laagjes asbestcement. Dit gaat bovendien gepaard met een watercementfaktor van 0,25, zodat praktisch gesproken alleen het water, nodig voor de binding van cement, overblijft en zich dus geen waterkanaaltjes vormen om overtollig water af te voeren. De maat van de poriën in asbestcement is slechts ongeveer 250 Å.

Vergelijkingen in dichtheid met het in de bouw gebruikte beton, getrild of niet getrild, moeten wat het poriënvolume van de cementbruggen betreft, daarom niet worden gemaakt.

De grote dichtheid van asbestcement vormt dan ook de reden, dat deze buizen voor gasleidingen worden gebruikt en onder normale omstandigheden zonder verlies meer dan 10 atmosfeer gasdruk kunnen weerstaan. Het binnendringen van schadelijke stoffen is daardoor praktisch onmogelijk.

Daarbij komt, dat door het laagsgewijs opwickelen van de buizen de vezels, die

onderling sterk verstrengeld zijn als het ware in een plat vlak liggen en daardoor een afsluitend laagje vormen. Vijf van deze laagjes geven 1 mm, waardoor weer een belemmering voor het binnendringen van voor asbestcement schadelijke stoffen ontstaat. Bij het eventueel oplossen van cement blijft dan ook een kartonachtig omhulsel over, dat voornamelijk bestaat uit de onaantastbare asbestvezel en wat residuen. Dit omhulsel werkt sterk verdragend. Het is van belang hierop te wijzen, omdat nog teveel de corrosiebestendigheid van asbestcement met die van andere cementproducten, die deze eigenschappen niet bezitten, wordt vergeleken.

Verder bevat asbestcement geen metalen delen, zodat roestvorming of kathodische bescherming vreemde begrippen voor dit materiaal zijn. Electro-chemische corrosie, die dit probleem vaak zo ingewikkeld maakt, speelt hier geen rol. Als het cement wordt aangetast, dan gebeurt dit omdat het calciumhydroxyde of het calciumcarbonaat door een chemische reactie wordt opgelost.

De aantasting zal echter, zoals hiervoor is aangegeven, aan de oppervlakte plaatsvinden en niet ruimtelijk door het materiaal heen. Algemeen wordt aangenomen, dat indien men dit wil tegengaan, bij een ph-waarde van de grond lager dan 6 het aanbrengen van een beschermlaag moet worden overwogen.

Op het gebied van de aantasting van asbestcement buizen zijn in samenwerking met

Het leggen van buizen Ø 700 mm op schotten in een zeer drassige grond. Deze oplossing werd gekozen in plaats van het leggen van de buisleiding op palen, waardoor een belangrijke besparing ontstond.



het KIWA veel proeven gedaan en opgravingen verricht. Van tientallen jaren in gebruik zijnde leidingen in allerlei grondsoorten en al dan niet beschermd werden gegevens verzameld. Hierbij bleek de aantasting in het algemeen gering te zijn, maar ook bleek dat steenkoolteerpek en bitumen een afdoende oplossing van dit probleem geven. Van deze twee wordt nu algemeen de steenkoolteerpek gebruikt, omdat dit produkt gunstiger eigenschappen ten opzichte van asbestcement heeft dan asfaltbitumen. Het penetratievermogen is groter en de dichtheid tegenover water is zeer goed. Van belang voor de toepassing voor afvalwater is nog de grote slijtvastheid. Deze wordt enerzijds veroorzaakt door de dichtheid, anderzijds door het gelijkmatig verdeeld zijn van de buitengewoon slijtvaste asbestvezels.

Buisberekeningen

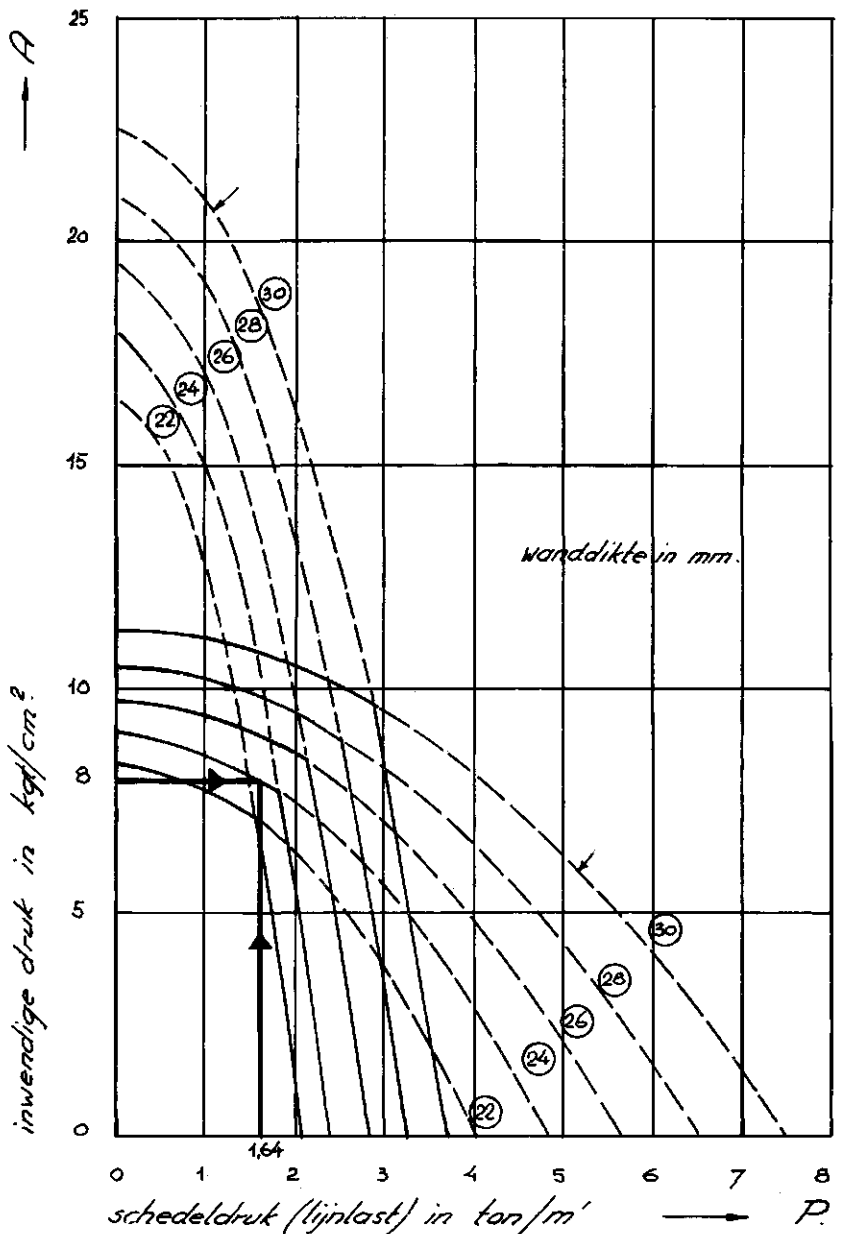
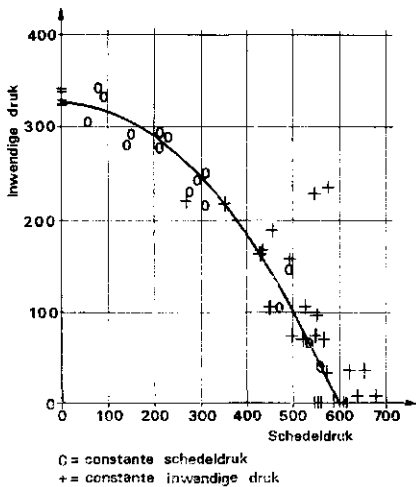
Vroeger, dus met name voor de kleine diameters, werden asbestcement buizen op eenvoudige wijze berekend met de bekende ketelformule

$$\sigma = \frac{p.d.}{2e}$$

Daarbij nam men voor de inwendige druk p een zekerheidscoëfficiënt in acht, die voor buizen t/m Ø 100 mm: 4, voor Ø 125 t/m 200 mm: 3½ en daarboven 3 bedroeg.

Tegenwoordig echter wordt algemeen een andere berekeningsmethode gevolgd, waarbij uitgegaan wordt van gecombineerde belastingsgevallen. Dat wil zeggen, dat men een zekerheidsfactor aanhoudt gelijktijdig gebaseerd op de maximaal te verwachten

Afb. 2.



Afb. 3.

bedrijfsdruk en de maximaal optredende schedeldruk.

De ISO recommendation R 160 Asbestos Cement Pressure Pipes heeft de mogelijkheid gegeven om in deze gevallen de zekerheidscoëfficiënt te veranderen. De toegevoegde noot daarop betrekking hebbende luidt:

'voor buizen met een nominale diameter van Ø 600 mm en meer mag de veiligheidscoëfficiënt van 3 worden verminderd tot 2½, vooropgesteld dat de weerstand tegen schedeldruk in de sleuf geen keuze van een hogere veiligheidscoëfficiënt rechtvaardigt'. De tegenwoordig toegepaste berekeningsmethode gaat uit van de door de Amerikaan W. J. Schlick gepubliceerde berekening van

gietijzeren buizen bij gelijktijdig optredende in- en uitwendige belastingen. Het bleek, dat de door hem gevonden experimentele formule ook voor het gedrag van asbestcement buizen gold. De genoemde formule is ontstaan door buizen achtereenvolgens te belasten (zie afb. 2 - beproeving op asbestcementbuizen).

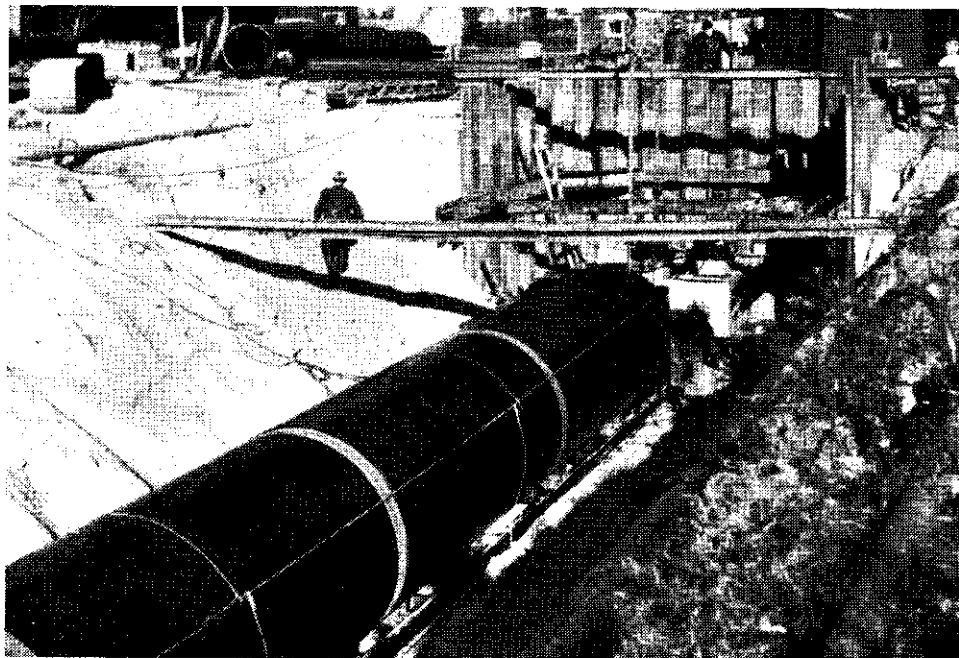
1. De inwendige waterdruk wordt gelijk gehouden en de schedeldruk opgevoerd tot breuk optreedt.
2. De uitwendige schedeldruk wordt gelijk gehouden en de inwendige waterdruk wordt opgevoerd tot eveneens breuk optreedt.

Grafisch weergegeven ontstaat er een wolk

van punten, waarlangs een kromme is getekend, die zoveel mogelijk alle uitkomsten net overschrijdt. Deze kromme blijkt dan door een parabolische vergelijking te kunnen worden weergegeven.

De kromme in afb. 2 heeft betrekking op een asbestcement buis Ø 500 mm met een wanddikte van 32 mm. Doet men dezelfde proeven op dezelfde diameter buis, maar verandert men de wanddikte, dan ontstaan telkenmale andere krommen. Dit is gedaan in afb. 3 voor een buis van Ø 600 mm met wanddikten van 22, 24, 26, 28 en 30 mm. Daarbij heeft men echter telkens in het ene geval een zekerheidscoëfficiënt van 2 tegen inwendige waterdruk en in het andere geval een zekerheidscoëfficiënt van 2 tegenover de schedeldruk aangehouden. Elk punt op de kruising van twee lijnen, die voor eenzelfde wanddikte gelden, geeft dus theoretisch weer de maximale inwendige waterdruk en schedeldruk met exact een tweevoudige zekerheid tegen beide belastingsgevallen, terwijl voor elk punt binnen de getrokken gedeelten van eenzelfde wanddikte de zekerheidscoëfficiënt dus altijd groter dan 2 is. Evenzo voor elk punt hierbuiten kleiner dan 2. Voor een wanddikte van 30 mm kruisen de lijnen zich in een punt, dat bijna 10 atm. inwendige druk aangeeft en 3 ton/m' als schedeldruk. Men kan echter ook andersom te werk gaan en bijv., zoals in de afb. is aangegeven, bij een bepaalde werkdruk van bijv. 8 atmosfeer nagaan, wat dan de maximaal toelaatbare schedeldruk is bij een bepaalde wanddikte. Voor een wanddikte van 24 mm blijkt dit 1,64 ton/m' te zijn. Hierbij moet dan wel in acht worden genomen, dat de schedeldrukken werden bepaald door als belastingsgevallen zuivere lijnlasten te nemen.

Voor de theoretische achtergronden en uitvoeriger inlichtingen omtrent de juistheid



Het doorpersen van een buis Ø 1800 mm.

van de gevonden formules wordt verwezen naar de opgegeven literatuur.

Beddingsfaktor

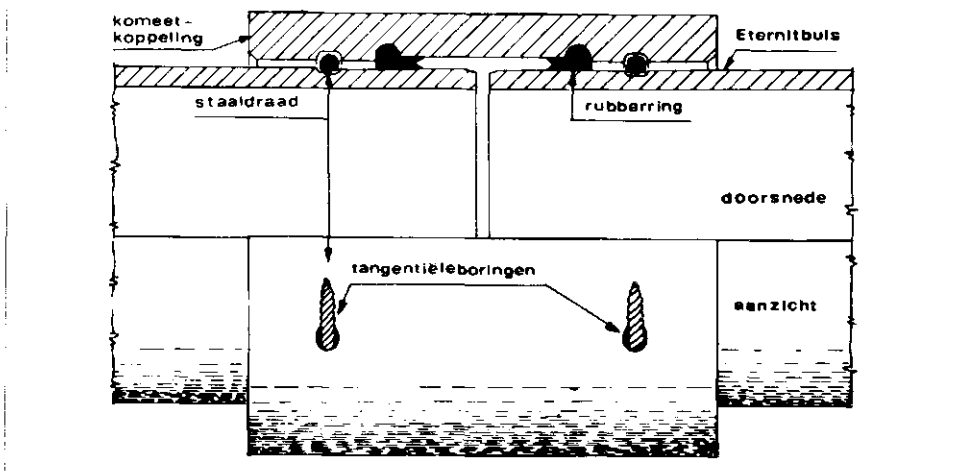
In de praktijk zal in het algemeen de berekeningswijze voor de buizen net andersom geschieden en wel zodanig, dat men eerst de uitwendige belasting zal trachten vast te stellen aan de hand van de gronddekking, de grondsoort en het verkeer, om vervolgens met de maximale bedrijfsdruk de wanddikte van de buis te vinden. Welke formule men hier ook voor neemt, men zal altijd een op ervaring gebaseerde aanname moeten doen omtrent de beddingshoek, waaronder de belasting rondom de buis aangrijpt. Voor de beddingsfaktor, die de verhouding aangeeft tussen de

breukbelasting in de sleuf en de breukbelasting volgens twee lijnlasten, wordt 1,7 aangehouden, een waarde die zeer aan de voorzichtige kant is. Twee factoren spelen hierbij een belangrijke rol: ten eerste is het elastisch gedrag van de buizen zodanig, dat zonder bezwaar lichte ovalisatie kan optreden, zodat de zijdelingse gronddruk bij goede aanvulling ontlastend op de buis zal werken en ten tweede wordt dit nog bevorderd door het toepassen van de komeetkoppeling, die kleine zakkingen van buizen onderling toelaat.

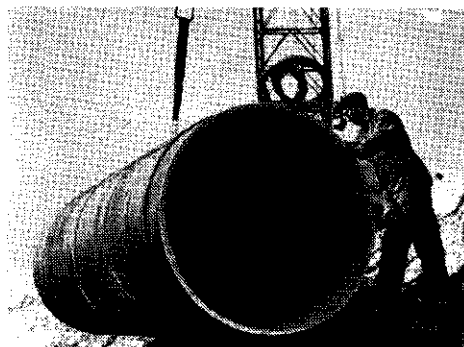
Algemeen

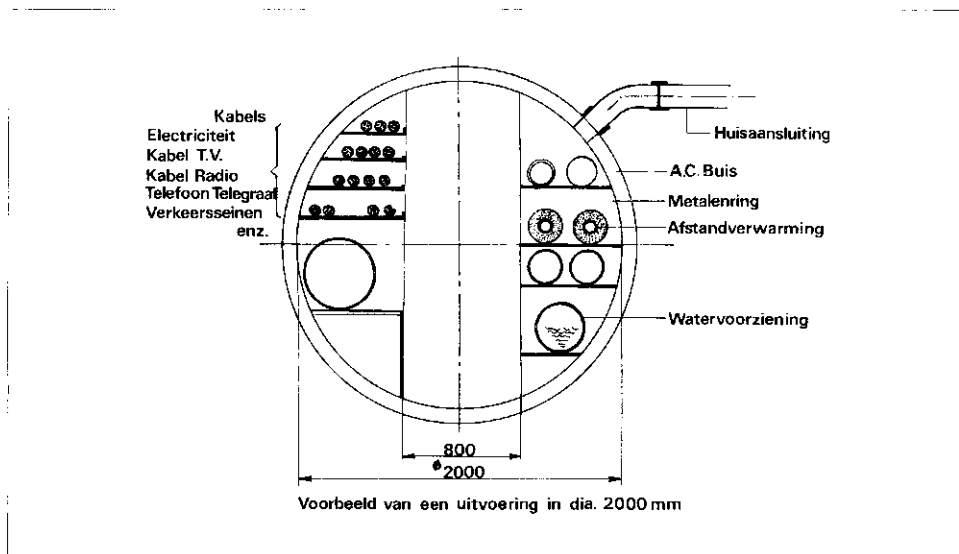
Het transport van asbestcement buizen moet zorgvuldig geschieden. Bij het lossen is het van belang, dat de buizen niet ruw tegen elkaar rollen of dat de koppelingen van de auto's worden gegooid. Dit kan aanleiding zijn tot breuken, die zich bij het afpersen van de leiding zullen openbaren.

Afb. 4.



In de sleuf brengen van een buis Ø 1500 mm voor een vrij verval riool. Wegens het geringe gewicht 500 kg/m' kan dit gemakkelijk met weinig personeel geschieden.

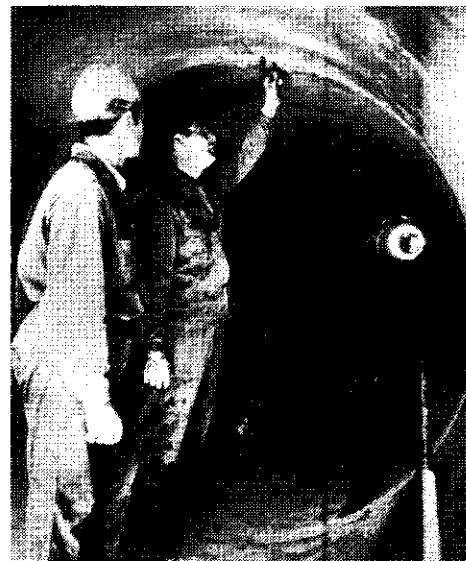
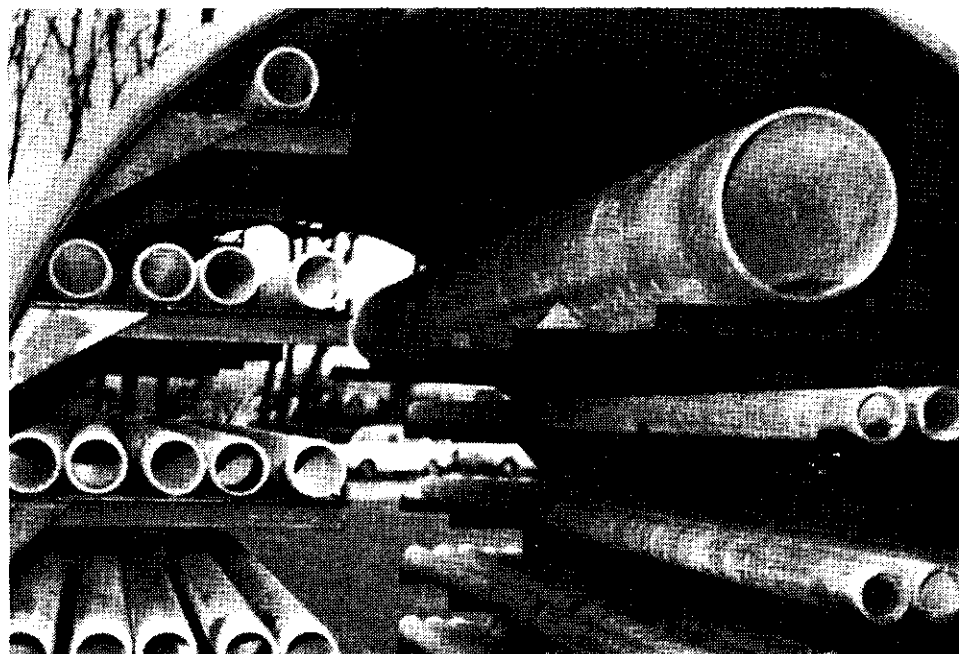




Afb. 5.

Nadien doen zich overigens bij asbestcement weinig moeilijkheden meer voor, reden waarom dit materiaal bekend staat om de lage onderhoudskosten. Dit wordt mede veroorzaakt door de met de tijd toenemende sterkte. Bekend is, dat de binding van het cement niet na 28 dagen ophoudt, maar zich nog gedurende jaren voortzet. Bij asbestcement kan dit worden benut en neemt de sterkte dan ook toe. Bij opgravingen bleek dit tussen de 25 - 50% te liggen. Door het relatief geringe gewicht van de buizen kan zowel voor het transport van het depot naar de sleuf, als bij het inbrengen in de sleuf lichter materieel worden gebruikt.

Voorbeeld van de toepassing van een buis $\text{\O} 2000 \text{ mm}$ als leidingstraat, o.a. toegepast in het centrum van Luik (België) voor het doorvoeren van telefoonkabels.



Controle van de ligging van de rubberring in een buis $\text{\O} 2000 \text{ mm}$.

Het bevordert bovendien de montagesnelheid en er zijn minder mensen nodig, zodat zich dikwijls belangrijke besparingen op de totale legkosten laten berekenen. Afb. 4 verwijst naar de trekvastekoppeling, waarmede zinkers kunnen worden gemaakt of bochten kunnen worden verankerd. Na het monteren van de verbinding worden staalkabels voor de borging ingebracht. De koppeling is zo ontworpen, dat een kleine hoekverdraaiing mogelijk blijft. Als laatste wordt verwezen naar een nieuwe toepassingsmogelijkheid (zie afb. 5), die zich in het buitenland heeft ontwikkeld, nl. het gebruik van asbestcement buizen voor leidingstraten. Dit zijn grote diameter

buizen, die goed beloopbaar zijn en onder belangrijke wegwervingen, centra van steden enz. worden gelegd ten einde latere opgravingen met alle kosten en stagnaties van dien te voorkomen.

In deze buizen kunnen dan verschillende voorzieningen van nutsbedrijven worden ondergebracht, zoals waterleidingen, gasleidingen, telefoon, elektriciteit enz. De buizen kunnen zowel in open sleuf worden gelegd als worden doorgeperst, omdat de ondersteuning naderhand van binnen gemakkelijk kunnen worden aangebracht. De rubber dichtingsring voor mantelbuizen voorkomt het binnendringen van grondwater.

Literatuur

1. NEN 3262 Kwaliteitseisen voor asbestcementbuizen met bijbehorende koppelingen bestemd voor leidingen voor het transport onder druk van drinkwater, rioolwater dan wel gas.
2. ISO-Recommendation R-160 Asbestos Cement Pressure Pipes.
3. Rapport van de studiec commissie Asbestcementbuizen 1948.
4. Hünerberg, K., das Asbestcement Druckrohr 1963. Berlijn.
5. Schlick, W. J., Supporting strengths of cast-iron pipes for Water and Gas service. Bulletin 146. Iowa State College, Ames Iowa 1940.
6. Mosler und Oechsner, Asbestcement-Druckrohre, ihr Verhalten bei gleichzeitiger Wirkung von inneren und äusseren Belastungen. Rohre - Rohrleitungsbau - Rohrleitungstransport - Heft 5, Okt. 1967.

