

No. 179

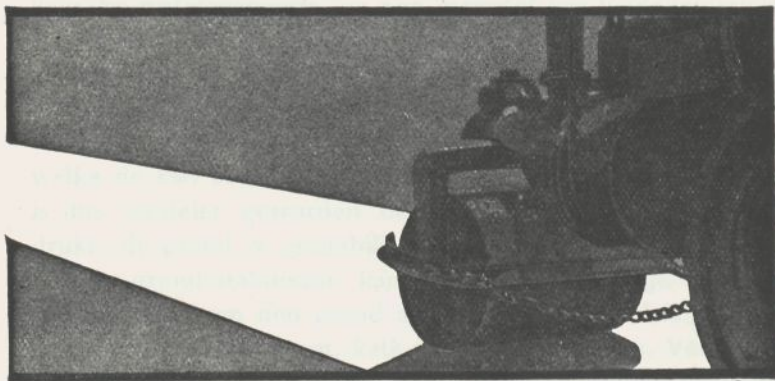
20 - 1 - '39

PUBLICATIE

VAN DE

NEDERLANDSCH-INDISCHE WEGENVEREENIGING

**CENTRAAL PROEFSTATION EN STUDIE-
BUREAU OP WEGENGEBIED**
GEVESTIGD TE BANDOENG



GRONDSTABILISATIE-PROEVEN

No. 1

A.O. NIX & CO. BANDOENG

THE PUBLICATION

OF THE

AMERICAN

AND

THE

THE

THE

THE

THE

THE

THE

THE

THE

THE

THE

THE

THE

THE

THE

GRONDSTABILISATIE-PROEVEN.

No. 1

1. Het beter en voordeliger benutten van grond door dit materiaal zgn. te „stabiliseeren”, is een methode, welke in de laatste jaren hoe langer hoe meer wordt toegepast.

Vochtig zand bezit een grootere draagkracht dan droog zand, terwijl daarentegen het draagvermogen van kleigrond in drogen toestand grooter is dan dat in natten. Vandaar de logische gedachtengang om een mengsel van beide materialen te vervaardigen, waardoor een geheel verkregen kan worden, waarvan de draagkracht niet zoo sterk wisselt. In drogen toestand bindt de klei de zandkorrels samen en in natten toestand zorgt het zand voor de noodige inwendige wrijving, welke de klei zou missen. Het draagvermogen van den grond is dus stabiel geworden of, zooals men het ook wel uitdrukt: de grond is „gestabiliseerd”.

Deze grond-stabilisatie kan nu nog aanmerkelijk verbeterd worden door aan den grond asphaltbitumen-emulsie, cutback, teer, of portlandcement, kalk enz. toe te voegen. Vooral het eerstgenoemde materiaal is daarvoor reeds veelvuldig toegepast, terwijl in den laatsten tijd zoowel in Noord-Amerika als in Nederland portlandcement met gunstig gevolg is gebruikt.

2. Gestabiliseerde grond kan zoowel worden toegepast om op eenvoudige en goedkope wijze wegen voor licht verkeer, rijwiel- en voetpaden enz. te vervaardigen, als voor het construeeren van de fundeeringen of onderlagen voor gewone wegen.

Hoe de eerste methode in de praktijk wordt uitgevoerd, is o. a. reeds beschreven in de N.I.W. V.-publicaties Nos. 160 en 168. De tweede methode zal in het algemeen slechts in aan-

merking komen bij den aanleg van nieuwe hoofdwegen, daar het achteraf verbeteren of verzwaren van de fundeering door middel van grondstabilisatie bij bestaande wegen uiteraard zeer kostbaar is. Slechts in uiterste noodzaak zou men daartoe kunnen overgaan.

Ten slotte zij nog de methode vermeld om de vulstof tusschen de steenstukken van een gewone steenslagslijtlaag te stabiliseeren, ten einde o. a. het oppersen van klei te beletten. Volgens deze werkwijze zijn door de N. I. W. V. verschillende proefvakken over geheel Java gelegd, waarvoor verwezen moge worden naar publicatie No. 155.

3. In Ned.-Indië worden momenteel een tweetal asphaltbitumen-emulsies op de markt gebracht, welke speciaal bereid zijn voor het stabiliseeren van kleigronden en die in het ondervolgende zullen worden aangeduid met de nummers: E 649 en E 654. Ten einde de stabiliseerende werking dezer producten te kunnen nagaan, is in 1937 in het N.I.W.V.-laboratorium een aanvang gemaakt met een serie proeven, waarover hieronder verslag wordt uitgebracht.

Hoewel in de laatste jaren belangrijke vorderingen zijn gemaakt bij de toepassing van bitumen-emulsies voor grondstabilisatie, bevindt deze werkwijze zich toch nog grotendeels in het stadium der proefnemingen. De hier gepubliceerde onderzoeken van het N.I.W.V.-laboratorium moeten dan ook nog slechts als een eerste en voorloopige oriëntatie op dit gebied worden beschouwd. Het ligt in de bedoeling deze proeven voort te zetten en ook andere stabilisatoren, zooals portlandcement en teer in het onderzoek te betrekken.

4. De hierboven bedoelde zeer stabiele asphaltbitumen-emulsies vormen een afzonderlijke soort emulsie, welke van de andere voor oppervlakte- en penetratiebehandelingen meest gebruikte soorten daarin verschilt, dat zij gemengd moet kunnen worden met groote hoeveelheden uitermate fijne grond (kleideeltjes) zonder te breken, terwijl zij na de menging moet opdrogen.

Behandeling van kleigrond met bitumen-emulsie beoogt het kleiachtig bindmiddel ongevoelig te maken voor vocht, waardoor bereikt zou kunnen worden, dat de kleigrond ook bij de aanwezigheid van water zijn groote draagkracht behoudt. Men zou zich kunnen voorstellen, dat indien klei met een dergelijke emulsie gemengd wordt, de deeltjes door het asphaltbitumen, dat er op neergeslagen wordt, beschermd worden tegen den invloed van water, terwijl tevens ook in de poriën tusschen de deeltjes het water moeilijker zal kunnen doordringen, waardoor het mengsel dan meer waterdicht zou zijn geworden. Zoowel door het omhullen der kleideeltjes met asphaltbitumen als door de grootere waterdichtheid wordt dientengevolge voorkomen, dat de klei door het opnemen van vocht haar draagkracht verliest.

Waar juist de kleideeltjes waterongevoelig moeten worden gemaakt, is het duidelijk, dat de te gebruiken hoeveelheid emulsie afhankelijk is van de hoeveelheid klei, welke in de te stabiliseeren grond aanwezig is. Uitgebreide laboratorium-onderzoekingen in N.-Amerika hebben aangetoond, dat voor de praktijk hiervoor als maatgevend kan worden aangenomen de hoeveelheid gronddeeltjes, kleiner dan 0,07 mm diameter, dat zijn de deeltjes, welke de 200-mazenzeef passeeren. Het is echter duidelijk, dat ook de gradeering van den grond, die door de 200-mazenzeef gaat, van invloed is; een zeer fijne klei zal meer emulsie behoeven dan een klei, welke grovere deeltjes bevat, ook al gaan beide geheel door de 200-mazenzeef. Ten einde deze invloed geheel uit te schakelen, is bij de onderhavige proeven uitsluitend gebruik gemaakt van één-zelfde soort klei. Onder „klei” is dus hier te verstaan grond, bestaande uit deeltjes kleiner dan 0,07 mm.

Deze fijne deeltjes, welke de 200-mazenzeef passeeren, zullen uiteraard slechts dan volledig met asphaltbitumen kunnen worden omhuld, indien er een voldoende aantal zeer kleine asphaltbolletjes aanwezig is. De voor grondstabilisatie ge-

bruikte zeer stabiele asphaltbitumen-emulsies bestaan dan ook meestal uit asphaltbolletjes, niet grooter dan 0,003 mm of 3μ .

5. De materialen, bij dit eerste onderzoek in het N.I.W.V.-laboratorium gebruikt, zijn:
- a. klei, gezeefd door de 200-mazenzeef;
 - b. Madjalaja-zand gaande door de 10-mazenzeef. Van dit zand gaat slechts ca 0,5% door de 200-mazenzeef, hetgeen verwaarloosbaar is tegenover de gebruikte klei-hoeveelheden, en
 - c. de asphaltbitumen-emulsies genummerd E 649 en E 654.

Allereerst worden de klei en het zand gemengd in verschillende hierna te noemen verhoudingen, welke allen betrokken zijn op droge klei. Vervolgens worden de emulsies toegevoegd, waarvan de hoeveelheden eveneens betrokken zijn op droge klei. Voor een goede menging der materialen is het gewenscht nog zóóveel water toe te voegen, dat de massa zich gemakkelijk homogeen laat roeren.

Men laat het mengsel dan drogen in de zon tot een zoodanige consistentie, dat het zich daarna zonder moeilijkheden in een persapparaat tot cylinders laat persen. Deze cylinders hebben een middellijn van 25,4 mm en een hoogte van 38,1 mm. De persing geschiedt steeds onder een constanten druk, nl. 50 kg over het geheele bovenvlak van de cylinders. Dit komt op ongeveer 10 kg/cm^2 uit.

De zoo bereide cylinders worden in een droogoven bij een temperatuur van 60°C gedroogd tot constant gewicht. Gebleken is, dat na vier dagen drogen, de cylinders niet meer in gewicht afnemen.

Na gewogen te zijn, worden zij aan water-absorptie onderworpen. In een gesloten ruimte bevindt zich een platte bak, welke rondom voorzien is van gaatjes van 3 mm middellijn en gevuld is met een laag zand, gemengd met een weinig cement tot meerdere vastheid, waaroverheen vloeipapier gelegd

wordt. Deze binnenbak wordt in een grootere buitenbak geplaatst, die met zooveel water gevuld wordt, dat dit dóór de gaatjes van de binnenbak de laag zand en cement en het vloeipapier bevochtigen kan. Nadat op het vloeipapier de gedroogde cilindrs geplaatst zijn, wordt het geheel toegedekt (fig. 1). De cilindrs staan dus op een natten ondergrond en bevinden zich in een met waterdamp verzadigden atmosfeer.

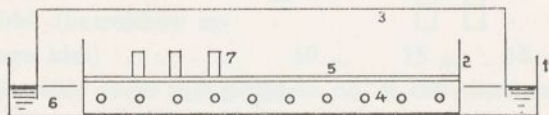


Fig. 1

1. buitenbak; 2. binnenbak met gaatjes; 3. deksel; 4. laag zand + cement; 5. filtreerpapier; 6. water; 7. proefcilindrs.

Gemeenend wordt, dat op deze wijze de werkelijkheid benaderd wordt. Immers, in de praktijk zal een willekeurige cilindrische hoeveelheid gestabiliseerde grond in een onderlaag aan de onderzijde eveneens blootgesteld zijn aan de opzuiging van water. Zijdelingsche verdamping wordt echter verhinderd door den omgevenden gestabiliseerden grond terwijl verdamping aan het oppervlak beperkt wordt door het wegdek.

Na 24 uren tot 9 weken toe vochtig te zijn gesteld, worden de proefobjecten gewogen en uit de gewichtstoename de opgenomen hoeveelheid water bepaald.

Deze meer of minder vochtig geworden proefobjecten worden nu aan een stabiliteitsproef onderworpen.

Het toestel hiervoor (fig. 2), dat welwillend door het Grondmechanica-laboratorium der Technische Hoogeschool te Bandoeng ter beschikking werd gesteld, bestaat uit een hefboom, welke op messen rust en door tegengewichten in evenwicht gebracht kan worden. Om tijdens de proef verdamping van het geabsorbeerde water tegen te gaan, bevinden de proefcilindrs zich in een zg. „vochtigheidscel,” een glazen vat met

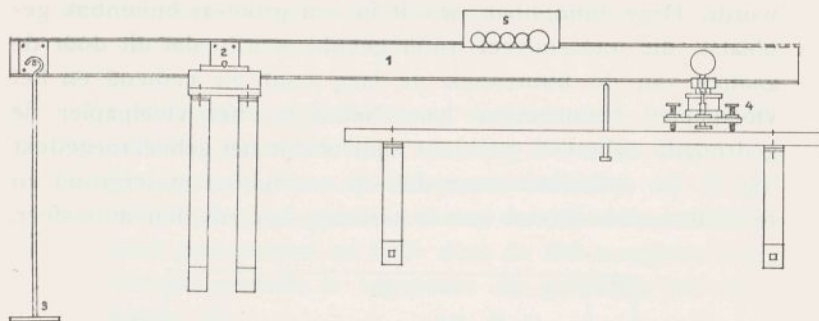


Fig. 2

1. hefboom; 2. messen; 3. tegengewicht; 4. vochtigheidscel met proefcilinder; 5. loopgewicht.

twee dekplaten. De bovenste dekplaat is voorzien van een rubber vliesje, dat meegeeft bij het belasten der proefstukken. Een dot vochtige watten houdt de lucht in de cel met waterdamp verzadigd. Over den hefboom is een loopgewicht verplaatsbaar langs een meetlat. Het apparaat is zoodanig geijkt, dat bij iederen stand van het loopgewicht, de druk direct kan worden afgelezen in kg/cm^2 . Het drukvlak aan het eene uiteinde van den hefboom is even groot als het bovenzvlak van het door te drukken proefobject.

Aangezien het bij deze proeven te doen is om het draagvermogen der met verschillende emulsie-hoeveelheden behandelde monsters onderling te kunnen vergelijken, dient een maatstaf aangenomen te worden voor de breukbelasting der proefcilinders. De voor de breukbelasting te vinden cijfers kunnen namelijk slechts dan vergelijkingswaarde hebben, indien de wijze, waarop de beproeving geschiedt, over de geheele linie uniform is.

Begonnen wordt steeds met een druk van $0,2 \text{ kg/cm}^2$, welke druk dan een halve minuut wordt aangehouden. Wanneer het proefobject binnen dezen, — overigens willekeurig gekozen, — tijd niet doorbreekt, wordt de belasting met $0,2 \text{ kg/cm}^2$

verhoogd en eveneens een halve minuut aangehouden, enz. Ten slotte zal bij een bepaalden druk de cylinder doorbreken, welke druk breukbelasting genoemd zal worden en als maatstaf dient voor het draagvermogen der proefstukken.

6. Onderzocht werden de navolgende mengsels:

	a	b	c	d
droge klei	50 %	50 %	75 %	25 %
droog zand	50 „	50 „	25 „	75 „
E 654 (betrokken op				
droge klei)	10 „	15 „	15 „	15 „

Ook dezelfde serie met emulsie no. E 649 werd onderzocht. De in achterstaande tabel opgenomen resultaten zijn gemiddelden van telkens zes tot tien bepalingen, terwijl uitkomsten, welke meer dan 10 % van het gemiddelde afweken, buiten beschouwing werden gelaten.

Uit deze tabel valt in de eerste plaats op te merken, dat alle met emulsie behandelde proefstukken een belangrijk grooter draagvermogen bezitten dan het onbehandelde mengsel. Na 24 uren vochtig stellen, heeft dit laatste slechts een draagvermogen van 0,3 kg/cm², terwijl het na 4 dagen reeds zooveel vocht heeft opgenomen, dat de samenhang ervan geheel verloren is gegaan.

Voorts blijkt, dat de vochtopname der cylinders, waaraan emulsie is toegevoegd, in het begin relatief het grootst is om successievelijk hoe langer hoe minder te worden. Daar de breukbelasting een overeenkomstig verloop vertoont, kan voorloopig hieruit de conclusie worden getrokken, dat het draagvermogen van gestabiliseerden grond afhankelijk is van het vochtgehalte.

Dat inderdaad een correlatie bestaat tusschen vochtgehalte en draagvermogen, wordt nog nader bevestigd door de volgende proef.

Enkele cylinders van de samenstelling: klei 50 %, zand 50 %, en E 654 10 %, welke dus blijkens voorgaande tabel na 9 weken vochtig stellen, nog maar een draagvermogen be-

zitten van $1,0 \text{ kg/cm}^2$, d.i. circa een vierde van het oorspronkelijke draagvermogen, werden wederom gedurende 4 dagen in den oven tot constant gewicht gedroogd. Nadat zij voor de tweede maal gedurende 24 uren vochtig waren gesteld, bleek het draagvermogen tot bijna de oude waarde te zijn gestegen, nl. $3,7 \text{ kg/cm}^2$. Hieruit volgt dus, dat het langdurig vochtig stellen van gestabiliseerden grond slechts een tijdelijken nadeeligen invloed uitoefent op het draagvermogen, welke laatste in het meest ongunstige geval toch nog altijd belangrijk hooger ligt dan dat van onbehandelde mengsels.

Het verhoogen van het emulsie-gehalte van 10 % tot 15 %, hetgeen een vermeerdering der toegevoegde hoeveelheid emulsie beteekent met 50 %, levert slechts een kleine winst in draagvermogen op. Dit beteekent, dat uit een economisch oogpunt bezien, het *optimum emulsie-gehalte* in de buurt van 15 % ligt.

Terwijl vast staat, dat beide emulsies praktisch geen verschil in stabiliseerende werking vertoonen, kan ten aanzien der meest gewenschte klei-zand-verhouding nog geen definitief uitsluitsel worden gegeven. Daarvoor vertoonen de verkregen resultaten te weinig uitgesproken verschillen.

Ten aanzien der beste mengsel-samenstelling zijn momenteel nog proefnemingen in gang, waarvan de resultaten t.z.t. nader zullen worden gepubliceerd.

TABEL

Samenstelling mengsels	gemiddeld droog gewicht	tijdsduur vochtig stellen	gem. gew. na vochtig stellen	opgenomen vocht in %	breukbelas- ting in kg/cm ²
klei 50 % zand 50 % geen emulsie	27,400 27,233	24 uren 4 dagen	34,650 —	26,5 —	0,3 —
klei 50 % zand 50 % E 654 . . . 10 %	23,425 24,180 24,410 24,800 25,260 25,130 24,985	24 uren 4 dagen 1 week 2 weken 3 " 4 " 9 "	25,850 28,220 29,030 29,990 30,800 30,770 30,657	10,4 16,7 18,9 20,9 21,9 22,4 22,7	4,2 1,7 1,4 1,2 1,1 1,1 1,0
klei 50 % zand 50 % E 654 . . . 15 %	25,375 25,075 25,000	24 uren 1 week 9 weken	27,713 29,345 30,725	9,2 17,0 22,9	4,5 1,5 1,3
klei 75 % zand 25 % E 654 . . . 15 %	22,325 22,225 21,963	24 uren 1 week 9 weken	24,875 26,938 28,163	11,4 21,2 28,2	5,1 1,9 1,3
klei 25 % zand 75 % E 654 . . . 15 %	29,300 29,388 29,363	24 uren 1 week 9 weken	31,873 33,055 34,740	8,8 12,5 18,3	4,8 1,9 1,6
klei 50 % zand 50 % E 654 . . . 15 %	25,044 24,413 24,825	24 uren 1 week 9 weken	27,891 29,550 31,275	11,4 21,1 26,0	4,7 1,7 1,5
klei 75 % zand 25 % E 649 . . . 15 %	22,406 22,425 22,465	24 uren 1 week 9 weken	25,405 27,220 29,473	13,4 21,4 31,2	4,9 1,7 1,2
klei 25 % zand 75 % E 649 . . . 15 %	28,869 29,031 29,163	24 uren 1 week 9 weken	31,685 32,480 35,050	9,8 11,9 20,2	4,6 2,1 1,6

TABLE
 Showing the results of the
 experiments conducted at the
 Agricultural Experiment Station,
 University of California, during
 the years 1911 and 1912.

Experiment number	Season of year	Plants per plot	Plots per acre	Yield per acre	Yield per plant	Yield per bushel
1	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
2	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
3	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
4	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
5	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
6	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
7	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
8	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
9	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
10	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
11	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
12	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
13	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
14	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
15	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
16	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
17	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
18	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
19	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
20	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
21	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
22	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
23	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
24	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
25	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
26	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
27	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
28	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
29	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
30	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
31	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
32	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
33	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
34	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
35	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
36	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
37	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
38	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
39	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
40	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
41	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
42	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
43	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
44	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
45	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
46	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
47	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
48	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
49	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
50	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
51	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
52	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
53	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
54	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
55	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
56	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
57	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
58	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
59	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
60	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
61	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
62	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
63	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
64	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
65	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
66	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
67	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
68	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
69	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
70	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
71	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
72	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
73	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
74	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
75	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
76	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
77	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
78	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
79	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
80	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
81	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
82	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
83	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
84	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
85	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
86	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
87	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
88	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
89	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
90	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
91	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
92	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
93	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
94	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
95	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
96	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
97	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
98	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
99	1911	10	10	10.00	1.00	10.00
100	1911	10	10	10.00	1.00	10.00