

Intern rapport nr. 1941

Geotekstil-seminar og befarings
av armert jord konstruksjoner
på Taiwan juni 1996



Februar 1997

Geotekstil-seminar og befaring av armert jord konstruksjoner på Taiwan juni 1996

Sammendrag

I juni 1996 ble det avholdt et seminar om armert jord på Taiwan. Seminaret ble holdt i regi av det norske firmaet Tele Textiles AS (Tidligere Devold Tele AS) og Eksportrådet.

Undertegnede var engasjert som foredragsholder på seminaret.

Seminaret var vellykket og hadde stor deltagelse fra byggherrer, konsulenter og entreprenører.

I forbindelse med seminaret ble det arrangert en studietur til armert jord konstruksjoner på Taiwan. På studieturen så vi en av verdens største armert jord skråninger, i tillegg til en rekke andre jordarmerte konstruksjoner.

Vi registrerte at på Taiwan var det store problemer med drenering av armert jord konstruksjoner på grunn av sterk nedbør. Økt poretrykk medførte igjen stabilitetsproblemer med enkelte konstruksjoner.

En rekke armert jord konstruksjoner er beskrevet i form av bilder fra befaringer.

Emneord: *Armert jord, skråninger, vannproblemer, bruddskader.*

Kontor: *3520 Geologi- og geoteknikkontoret*

Saksbehandler: *Jan Vaslestad*

Dato: *Februar 1997*

/TRA

Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Veglaboratoriet

Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo
Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

Innhold

- 1 Innledning**
- 2 Seminar i Taipei 4. juni 1996**
- 3 Befaring til Taitung**
- 4 Mysteriet med den forsvunne armert jord skråningen**
- 5 En av verdens største armert jord skråninger ved Chinan-universitetet**
- 6 Andre armert jord prosjekter ved Chinan-universitetet**
- 7 Chiang Kai-Shek Memorial Hall og National Palace Museum**

Referanser

- Vedlegg 1: Reinforced soil slope in Trolldalen**
- Vedlegg 2: Program Geotextile Seminar**
- Vedlegg 3: Oversikt armert skråning ved Chinan-universitetet**
- Vedlegg 4: Kopi av brev angående ustabil armert skråning ved Chinan-universitetet**
- Vedlegg 5: Forside til "Guidelines" (på kinesisk)**

1 Innledning

Det norske firmaet Tele Textiles AS (tidligere Devold Tele AS) har en stor andel av sin eksport av geotekstiler til Østen. Av en eksport på 90 % går over 30 % av produktene til Østen. I Taiwan har Tele Textiles vært på markedet i ca. 3 år.

For å styrke sin posisjon på det taiwanske markedet arrangerte Tele Textiles et seminar i Taipei på Taiwan i samarbeid med det norske Eksportrådet.

Eksportrådet har et eget kontor i Taipei hvor direktør Arnfinn Hattrem er stedlig norsk representant.

Fra Tele Textiles deltok markedssjef Helge Søgner og adm. dir. Inge Flaten.

Forsker Arnstein Watn fra SINTEF og undertegnede fra Veglaboratoriet ble engasjert som foredragsholdere.

Etter seminaret fikk vi anledning til å studere en rekke store armert jord prosjekter.

Ved det nybygde Chinan-universitetet så vi en armert skråning som sannsynligvis er en av verdens største.

Seminaret og studieturen er også omtalt i en artikkel i Byggeindustrien, Nordal (1996).

Et tilsvarende seminar ble også holdt i Peking i 1995.

I forbindelse med arrangement av seminaret og som deltager og ikke minst tolk på befaringene, fikk vi uvurderlig hjelp av Maureen Fang (Marketing Officer) fra Eksportrådet.

2 Seminar i Taipei 4. juni 1996

Seminaret ble avholdt i en konferanse-sal på hotell Ritz i Taipei sentrum.

Det var ca. 35 deltagere på seminaret, og mange var veldig engasjerte og kunnskapsrike og stilte mange spørsmål. På visittkortene til deltagerne som ble samlet inn, gikk det frem at mange var utdannet i USA, og en del også med doktorgrad.

Deltagerne representerte både byggherrer, konsulenter, entreprenører, universitetsansatte, forskere og leverandører.

Seminaret ble åpnet av Arnfinn Hattrem fra Eksportrådet. Deretter ble det en presentasjon av Tele Textiles ved Helge Søgner.

Arnfinn Watn fortalte om anvendelsesområder, dimensjonering og noen eksempler.

Til slutt viste jeg noen eksempler på utførte prosjekter fra Norge. Instrumenterte prosjekter, deriblant Gjøvik-muren og Lillehammer-muren ble omtalt. Et eksempel

jeg viste var fra E18 ved Trollaldalen, Flekkefjord i Vest-Agder. Dette eksemplet er vist i vedlegg 1.

Program fra seminaret er vist i vedlegg 2.

I forbindelse med dette seminaret hadde Tele Textiles laget anvisninger (guidelines) for bruksområder og dimensjonering på kinesisk. Forsiden på denne er vist i vedlegg 3.

Bilde 1 og 2 er fra seminaret i Taipei.



Bilde 1 Arnstein Watn fra SINTEF (til venstre) og Arnfinn Hattrem fra Eksportrådet før seminaret



Bilde 2 En fornøyd Maureen Fang fra Eksportrådet og Jan Vaslestad fra Veglaboratoriet etter et meget vellykket seminar

3 Befaring til Taitung

Det første prosjektet vi så på var en armert skråning ved Østkysten, ikke så langt fra byen Taitung.

Dette var en svært lang konstruksjon (vi fikk opplyst over 2000 m). På toppen skulle det bygges en vei.

Konstruksjonen ble bygd i to trinn, med en beplantet terrasse.

Det ble brukt en Telegrid 100/30 som armering. Dette er et jordarmeringsnett med korttids strekkstyrke på 100 kN/m i lengderetning og 30 kN/m i tverretningen. Armeringen ble lagt med lagtykkelse 1 m og lengde 6 m.

Den nedre delen var 9 m høy, og den neste som var under bygging skulle også bli 9 m, en totalhøyde på 18 m. Helningen var 60 °.

På dette prosjektet var det en svært god utførelse, med en jevn fin front. De stedlige massene som ble brukt så ut til å være sandige, grusige masser med noe finstoff.

For å få til den jevne fine fronten ble det brukt små sekker fylt med jord. Det ble også brukt en vinkelmal og snorer, se bilde 3.



*Bilde 3 Sekker fylt med jord ble brukt for å oppnå en jevn fin front.
Armeringen ble brøttet rundt. Merk også vinkelmal og snorer*



Bilde 4 Nedre del var 9 m høy. Merk sekkene i fronten. Vegetasjon er allerede i ferd med å etableres



Bilde 5 Terrassen var beplantet med busker



Bilde 6 Kraftige betongblokker (tripoder) for bølge- og erosjonssikring. På anlegget fortalte de at det også var for å hindre kinesiske landgangsfartøyer å legge inn til



Bilde 7 Armeringen ble strammet godt opp. På bildet er tolken og guiden vår Maureen Fang



Bilde 8 Ruller med armering i forgrunnen. I bakgrunnen står komprimeringsutstyret, en ca. 6 t valse



Bilde 9 Armeringen ble lagt med overlapp ca. 30 cm. Representanten fra Veglaboratoriet studerer prosjektet



Bilde 10 Anleggslunsj på Taiwansk etter befaringen. Fra venstre Helge, Inge, Maureen og Arnstein

4 **Mysteriet med den forsvunne armert jord skråningen**

Ved det nybygde Chinan-universitetet er det flere store prosjekter med armert jord. Vi tok fly fra Taipei til Taichung, og hadde leiebil videre. Dette er for øvrig veien mot Sun Moon Lake og Formosan Aboriginal Cultural Village midt inne i landet ved foten av de store fjellkjedene med fjell opptil 3952 m høyde (Mount Jade).

På veien fra Taichung oppdager vi plutselig 3 store betongmurer i en skråning ned mot en elv, se bilde 11.



Bilde 11 3 betongmurer i skråning ned mot en elv

De 3 andre hadde vært her året før i forbindelse med seminaret i Peking, og da hadde det vært jordarmerte skråninger på dette stedet. Dette var mystisk! Vi snur og finner en kronglete mindre vei som fører oss opp til toppen av den øverste muren. Det viser seg at veien går over en betongplate på toppen av den øvre muren, se bilde 12.



Bilde 12 Betongplate (med sprekker) på toppen av den øvre muren

Den øvre muren viser seg å være en kraftig plassenbetongmur med høyde ca. 10 m. Nærmere inspeksjon avslører at muren buler på midten, se bilde 13.



Bilde 13 Den øvre plasstøpte betongmuren buler på midten

En nærmere undersøkelse avslører at det er flere store sprekker i betongmuren, se bilde 14.



Bilde 14 Flere store sprekker i betongmuren

Det neste store spørsmålet er hvor det har blitt av den jordarmerte skråningen som var der året før.

Inge og Arnstein sendes ut på befarings i skråningen nedenfor den øvre muren, se bilde 15.



Bilde 15 Inge og Arnstein prøver å finne igjen den forsvunnede armert jord skråningen fra året før

Etter noe leting finner de en totalt kollapset armert jord skråning, se bilde 16.



Bilde 16 Rester av den forsvunnede armert jord skråningen. En fullstendig sammenrast konstruksjon med Tensar geonett jordarmering

Konstruksjonen viser seg å være bygd med Tensar geonett, og bilde 17 og 18 viser detaljer fra den sammenraste skråningen.



Bilde 17 *Detalj av den sammenraste konstruksjonen. Sandfylte sekker har også vært brukt i fronten på denne skråningen*



Bilde 18 Detalj av fronten. Et kamstål er brukt som forankring. Et forsøk på å redde skråningen før endelig kollaps? Merk forøvrig tette, finstoffholdige masser.

Vi kan bare spekulere på hva som årsaken til kollapsen, men dette er et område med meget sterk nedbør (monsun) flere ganger i året, og manglende drenering.

Dårlig drenering kombinert med tette, , finstoffholdige masser kan være sannsynlige årsaker, se bilde 19.



Bilde 19 Sammenklappet dreneringsrør med tette masser rundt. Dette er den mest sannsynlige årsaken til kollapsen

Vi kom forøvrig i snakk med en forbitret nabo, som kunne fortelle om en utrast skråning med stengt vei på toppen, bilde 20.



Bilde 20 Diskusjon med forbitret nabo til den utraste skråningen

Det store spørsmålet nå er hvor lenge den plaststøpte betongmuren, som er sterkt påkjent med buler og sprekker, vil stå før den raser, bilde 21.



Bilde 21 Hvor lenge vil den sterkt påkjente betongmuren stå før den raser ut?

Det er forøvrig vakre omgivelser, bilde 22, og det er fin utsikt fra toppen av betongmuren.



Bilde22 Taiwan er et vakkert og varmt land. Maureen bruker paraply mot sola

5 En av verdens største armert jord skråninger ved Chinan-universitetet

Etter at vi hadde funnet den forsvunne armert jord skråningen reiste vi videre mot prosjektene ved Chinan-universitetet. Vi hadde hørt at det var store armerte skråninger, men vi visste ikke hvor store.

På vei mot Chinan-universitetet ser vi plutselig en stor, terrassert skråning i det fjerne, bilde 23.



Bilde 23 En stor skråning dukker opp i det fjerne. Kan dette være armert jord?

Når vi kommer fram ser vi at det virkelig er en helt enorm armert jord skråning, bilde 24. Vi får senere vite at den er totalt 60 m høy, hvorav 40 m er armert.



Bilde 24 Det er en enorm armert jord skråning, totalt 60 m høy hvorav 40 m er armert

Arnstein og Inge klatrer opp på toppen av den nederste uarmerte delen av skråningen, Helge er nederst til høyre, i bilde 25.



Bilde 25 Arnstein og Inge på toppen av den nedre uarmerte delen. Merk skråbruddet i fyllinga under avsatsen de står på

Etter hvert ser vi at det er brudd i den kraftige betongrenna som går utenpå skråningen. Renne er ca. 1,5 m bred med ca. 40 cm tykke vegger, se bilde 26 og 27.



Bilde 26 Betongrenna har brudd på minst 2 steder



Bilde 27 Bruddet sett fra en annen vinkel

Foruten de kraftige betongrennene nedover, er det også horisontale plasstøpte betongrenner på avsatsene, se bilde 28.



Bilde 28 Horisontale betongrenner på avsatsene, også her er det begynnende oppsprekking

I tillegg er det plastrør gjennom fyllingen, se bilde 29. Det er tydeligvis gjort et tappert forsøk på å løse vannproblemene, men oppsprekkingen og bruddene tyder på at det ikke er tilstrekkelig.



Bilde 29 Plastrør gjennom fyllinga i tillegg

På toppen av skråningen kan det observeres flere alarmerende ting, se bilde 30 til 34.



Bilde 30 Arnstein og Inge står på toppen av den armerte delen og vinker

På toppen kunne det registreres store, langsgående sprekker i bakkant av den armerte konstruksjonen. Dette tyder på et begynnende stabilitetsbrudd bak hele den armerte delen. Sprekkene er vist på bilde 31 og 32.



Bilde 31 Langsgående sprekker bak den armerte delen av skråningen



Bilde 32 Flere langsgående sprekker. Hva vil skje når disse sprekkene blir vannfylte ved neste store regnskyll?

Over den armerte delen av skråningen kan vi også registrere store erosjonsskader, bilde 33.



Bilde 33 Store erosjonsskader på toppen av skråningen. Merk at det er en 4-felts motorvei i bunn av den ustabile skråningen



Bilde 34 To lettere sjokerte geoteknikere på toppen av skråningen, hvor adkomstveien til det nye Chinan-univeristetet går. Merk også sprekker og skjevheter i det støpte fortauet og den skjeve stolpen til høyre

Etter at vi fikk snakket med anleggslederen på stedet, fikk vi grunn til å være enda mer bekymret. Han kunne fortelle at det var et stort vannuttrekk i skråningen under bygging. Konstruksjonen ble ferdig bygget i august 1995 og de første skadene oppstod i april 1996 etter det første store regnskylllet. Massene i skråningen består i hovedsak av sandig, grusig, siltig materiale. På bilde 35 ser vi anleggslederen fortelle og Maureen oversetter til engelsk.



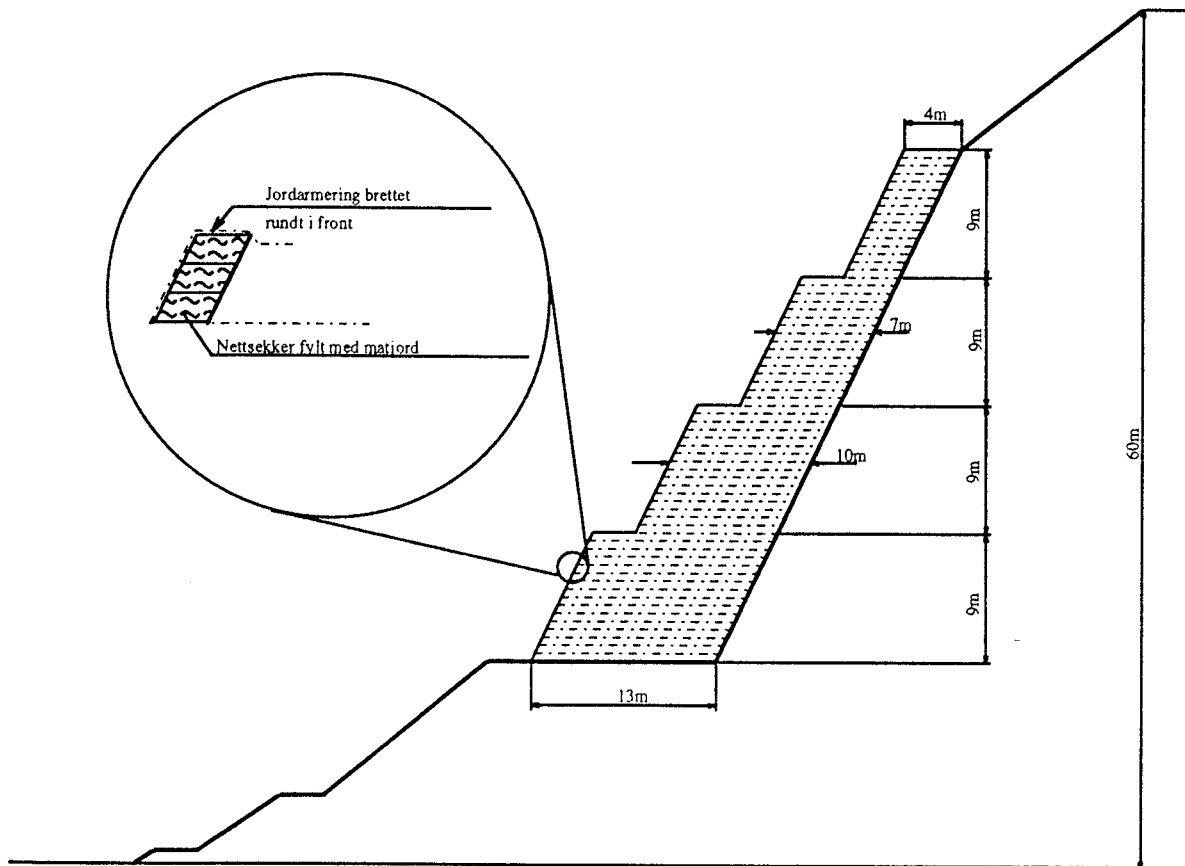
Bilde 35 Anleggslederen forteller om problemene under bygging

Vi fikk også bli med på byggeplasskontoret på universitetsområdet og se tegningene. Oversiktskart over skråningen er vist i vedlegg 4. Bilde 36 viser anleggslederen på byggeplasskontoret.



Bilde 36 Anleggslederen på byggeplasskontoret

Fra tegningene kunne vi se at armeringslengden varierte fra 13 m i bunn av konstruksjonen, til 4 m på toppen. I fronten er det benyttet sekker fylt med jord. Skråningen har en gjennomsnittlig helning på 57° , der hver terrasse har helning 63° . Et snitt av skråningen er vist på Figur 1.



Figur 1 Armert jord skråningen ved Chinan-universitetet, fra Watn (1996)

Den armerte delen er totalt 40 m høy. (På figur 1 er det angitt 36 m, men dette er feil.) Det er benyttet flere typer armeringsnett i skråningen, med strekkstyrke fra 70 til 290 kN/m. Det sterkeste nettet er en Miragrid fra leverandøren Mirafi.

Avstanden mellom armeringslagene er 0,6 m.

Følgende observasjoner på denne konstruksjonen gjorde oss svært betenkt med tanke på sikkerheten av skråningen:

- Anstrengt totalstabilitet med begynnende bruddsprekker både i bunn og topp av skråningen.
- Åpne sprekker på toppen som ved neste regnskyll blir vannfylt. Økt poretrykk og ytterligere nedsatt stabilitet som følge av dette.
- Brudd i dreneringskanalene, som i tillegg til økt poretrykk vil gi utvasking av masser i fronten ved regnskyll.
- Nedre del av skråningen er uarmert, og har klare tegn på bæreevnebrudd.
- Kort armeringslengde på den armerte delen
- Kraftig overflateerosjon på den øvre delen av skråningen, som også var uarmert.

Med en firefelts høytrafikkert vei i bunnen av skråningen, og adkomstvei til Chinan-universitetet på toppen av skråningen, vil dette få konsekvenser ved en eventuell total kollaps.

Vi følte derfor at det var riktig å si ifra om dette, og i samråd med SINTEF og Tele Textiles skrev jeg et brev hvor problemene med den armerte skråningen ble beskrevet. Jeg anbefalte også at det ble igangsatt et systematisk måleprogram snarest for å observere en eventuell videre bruddutvikling. Brevet ble sendt til Eksportrådet i Taipei, som videreformidlet det til sentrale myndigheter, vedlegg 5.

6 Andre armert jord prosjekter ved Chinan-universitetet

Oppe på plataet, i nærheten av det nybygde universitetet var det bygd flere armert jord konstruksjoner.

En av de jordarmerte skråningene var bygd som et slags amfi, i en halvsirkel, se bilde 37.



Bilde 37 Armert jord skråninger i amfi, Chinan-universitetet

Den samme typen betongrenner var brukt i fronten også her.
Det var kun de to nederste terrassene på 6 m som var armert, totalt 12 m høyde, se bilde 38.



*Bilde 38 Kun de to nederste terrassene med totalt 12 m høyde var armert.
Hovedarmering var Telegrid 150 og sekundærarmering Telegrid 55*

Dette så ut til å være en bra utført konstruksjon med jevn overflate.

På byggeplasskontoret fikk vi se tegningene som vist at det var Telegrid 150 med 6.0 m lengde, og armeringsavstand 1,5 m som hovedarmering.

Som sekundærarmering med armeringsavstand 0,5 m og lengde 2,5 m var det brukt Telegrid 55. Helning på skråningen var 45 °.

Foreløpig var det noe spredt vegetasjon, se bilde 39.



Bilde 39 *Noe spredt vegetasjon foreløpig*

Det var lagt ut et system med vannslanger for kunstig vanning, se bilde 40.



Bilde 40 *Vannslanger er utlagt for etablering av vegetasjon med kunstig vanning*

På den motsatte siden av dalen hvor denne konstruksjonen lå, var det nok en stor armert skråning, se bilde 41.



Bilde 41 Armert skråning i terrasser på motsatt side av dalen. Toppen av skråningen sees midt på bildet og bunnen av skråningen nederst til venstre

Vi kjørte bort til denne armerte skråningen som var bygget i terrasser, og det viste seg at den hadde en totalhøyde på over 50 m.

I denne skråningen og nederst i dalen var det et solid dreneringssystem med kanaler og rør, se bilde 42.



Bilde 42 Dreneringssystem med betongkanaler i den armerte skråningen, og midt på bildet sees dreneringssystemet i bunnen av dalen

Det var enda flere armerte skråninger, og på bilde 43 og 44 sees en fin, bratt skråning armert med Telegrid.



Bilde 43 Bratt, armert skråning med Telegrid jordarmering



Bilde 44 Inge er borte og inspiserer produktene sine fra Tele Textiles

Det ble mye jordarmerte konstruksjoner på en dag, og vi ble enig om at vi hadde fått maksimalt ut av en dag med befaring.

På veien tilbake til Taichung ser vi en utrast plasstøpt betongmur oppe i en skråning, se bilde 45.



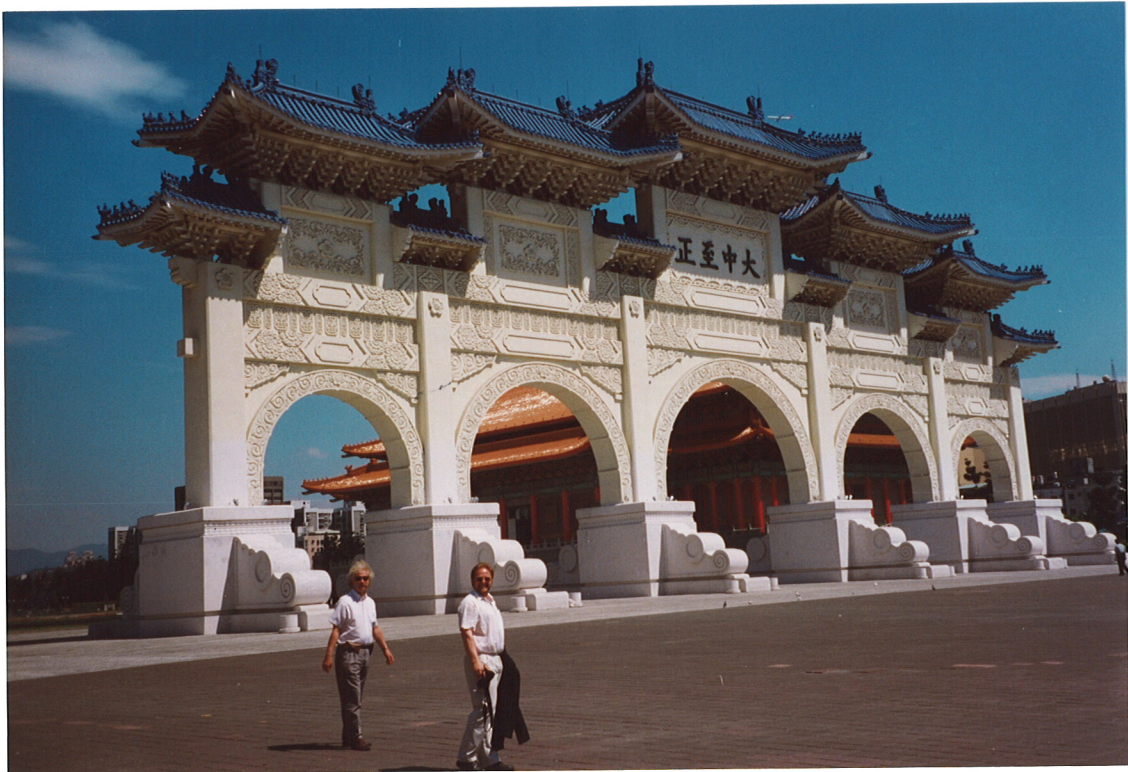
Bilde 45 En utrast plasstøpt betongmur øverst på bildet. Midt på bildet er det en jordarmert konstruksjon

7 Chiang Kai-Shek Memorial Hall og National Palace Museum

Vi fikk også anledning til å besøke en del kulturelle steder.

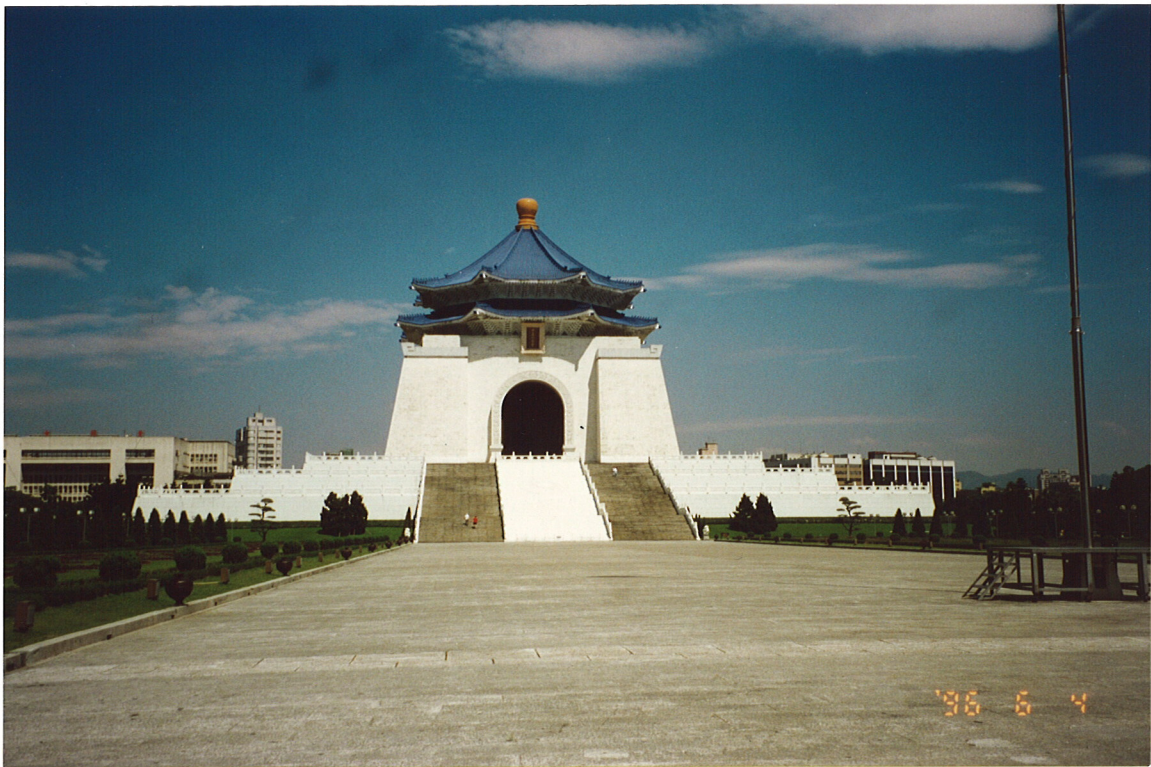
Chiang Kai-Shek Memorial Hall ble åpnet i 1980, 5 år etter Chiang Kai-Shek's død.

Dette var et fantastisk område på 250 000 m², og på bilde 46 står Helge og Inge foran inngangsporten.



Bilde 46 Inngangsporten til Chiang Kai-Shek Memorial Hall

Selve monumentet av Chiang Kai-Shek står inne i en 70 m høy bygning med blått tak, bilde 47.



Bilde 47 *Chiang Kai-Shek monumentet står inne i denne 70 m høye bygningen*

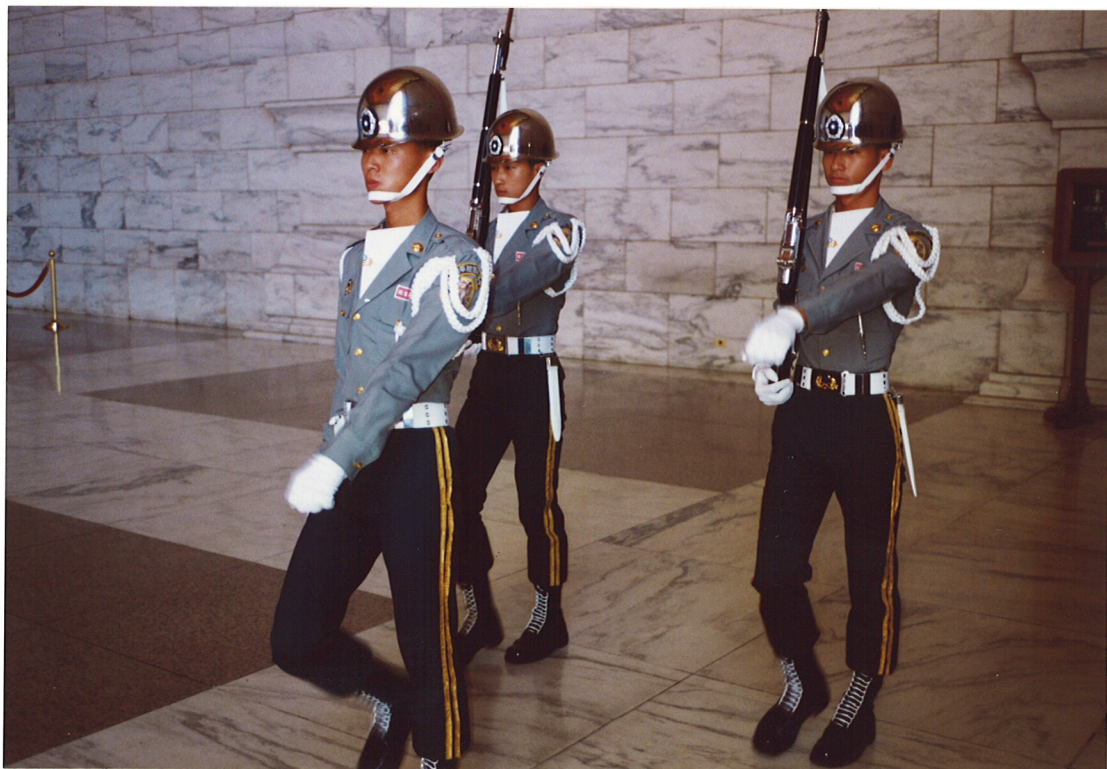


Bilde 48 *Bronsestatuen av Chiang Kai-Shek. Bak statuen står inskripsjonen: Ethics, Democracy, Science*

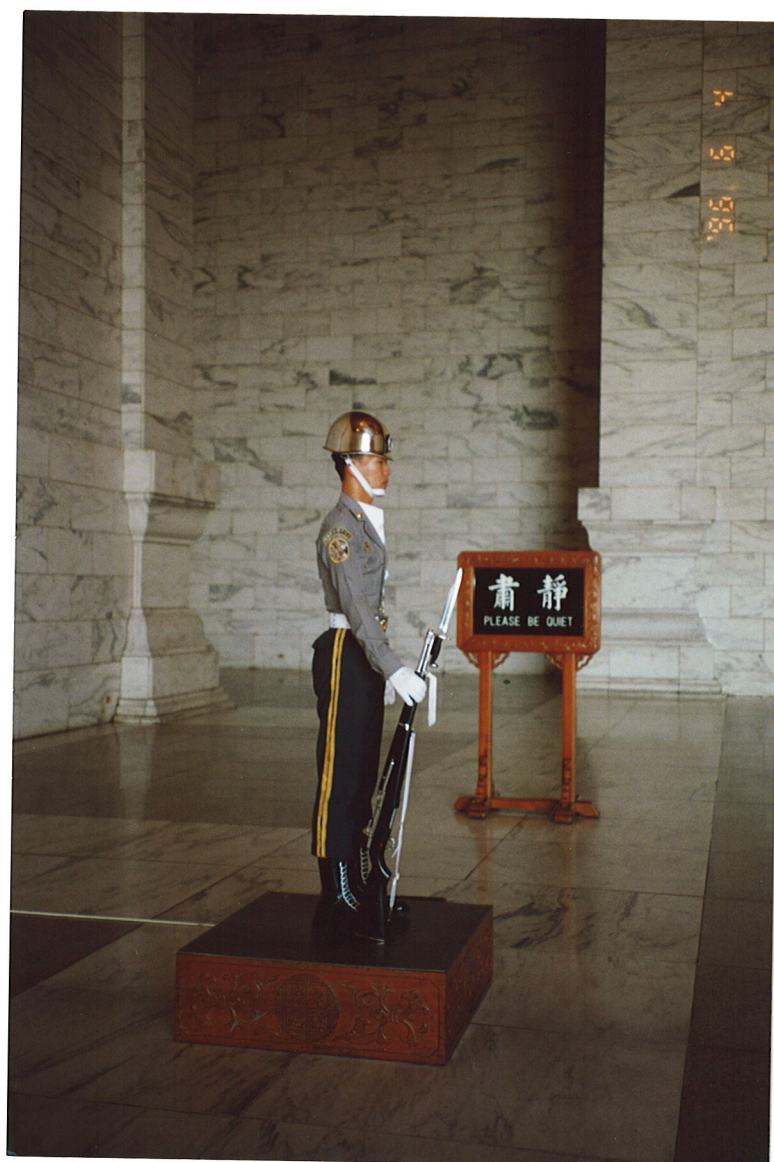
Vi var til stede ved vaktskifte foran statuen, bilde 49 til 51.



Bilde 49 Vaktskifte



Bilde 50 Blankpussede soldater

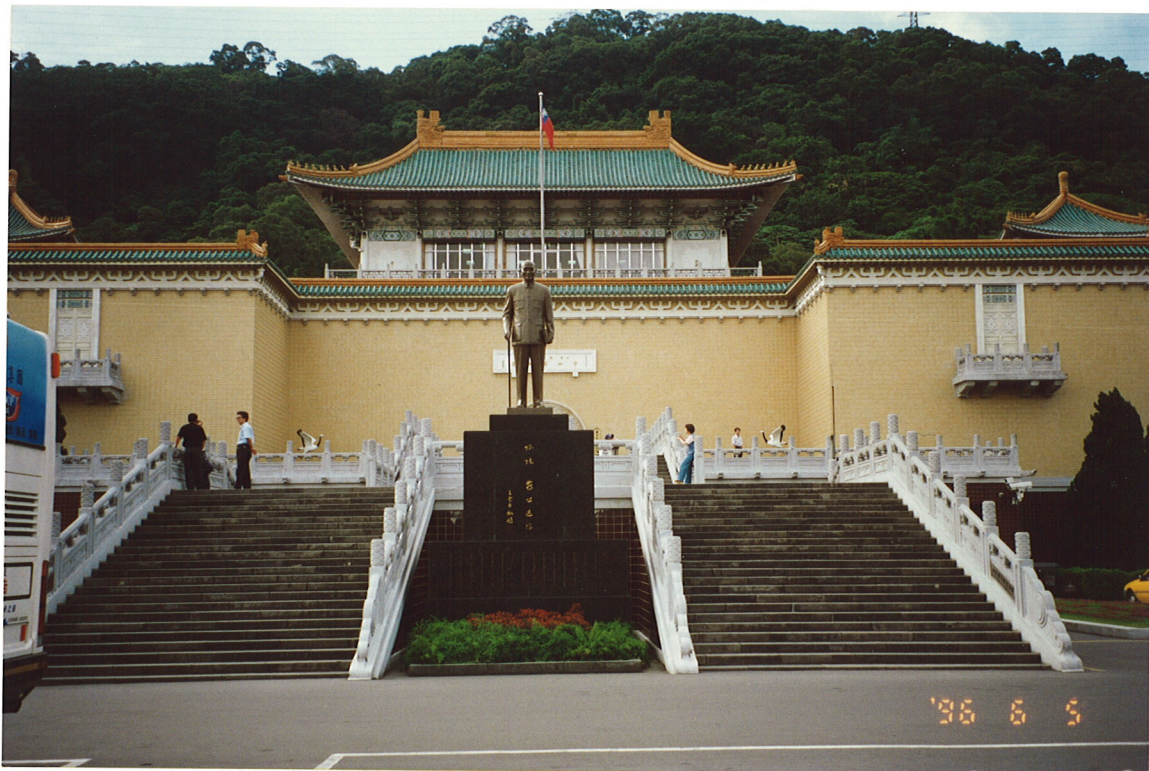


Bilde 51 Her er det best å holde kjeft



Bilde 52 *Taiwanesere foran statuen*

National Palace Museum har en utrolig samling av kunstsatter. Selv her var Chian Kai-Shek hjertelig til stede, bilde 53.



Bilde 53 *Statue av Chiang Kai-Shek utenfor National Palace Museum*

På bilde 54 er en fornøyd gjeng samlet utenfor museet.



Bilde 54 *Utenfor museet*

Selv utenfor museet oppdager vi en jordarmert skråning, bilde 55.



Bilde 55 Jordarmert skråning utenfor National Palace Museum

Arnstein må opp i skråningen ved siden av for å studere detaljer, bilde 56.



Bilde 56 Armert jord skråning inspiseres av Arnstein



Bilde 57 Jamen er det armert jord her også!

Utenfor museet var det et bryllupspar og barn oppstilt til fotografering, bilde 58.



Bilde 58 Bryllup på Taiwansk

Referanser

Nordal, Anne Grete (1996). Teletekstiler til Taiwan. Byggeindustrien nr. 13 1996.

Watn, Arnstein (1996). Armert jord - støttekonstruksjoner med grønn front.
Geoteknikkdagen Oslo, 22. november 1996.

Vedlegg 1

Reinforced soil slope in Trolldalen



- Height: 7,0m
- Slope angle: 60°
- Reinforcement: Tele Grid 55/30
- Backfill: Sandy moraine
- Facing: Vegetation mat.
- Formwork: Steel box
- Total cost: 93 US\$/m²
- Cost of Alternative concrete wall:
465 US\$/m²





Fig 1 Construction of 60 ° reinforced slope, first layer



Fig. 2 Construction of third layer. In-situ soil consisting mainly of dense sandy marine with friction angle 35 °



Fig. 3 Steel box used as formwork in the front. Telegrid 55/30 with spacing 0,5 m used as reinforcement. Vegetation mat used in the front to speed the vegetation process



Fig. 4 Moving the formwork with the machine. Sandy gravel used as backfilling material, compacted to minimum 97 % Standard Proctor



Fig. 5 Small water pipes placed on each layer to help up the vegetation process. Reinforced slopes are flexible in making curved structural forms



Fig. 6 Finished reinforced 60 ° slope with maximum height 7,0 m and reinforcement length 5,0 m. Total cost 580 NOK/m² (83 \$/m²)



Fig. 7 Construction of 45 ° slope. Telegrid 55/30 used as reinforcement



Fig. 8 Reinforced slope with test sections for different vegetation mats



Fig. 9 One test section with flowers

Vedlegg 2

GEOTEXTILE SEMINAR

PRESENTED BY TELE TEXTILES AS

4TH OF JUNE 1996

PROGRAM:

0930 Welcome by The Norwegian Trade Council (10 min.).

0940 Presentation of Tele Textiles (20 min.)

* Company and product range.

By Mr. Helge Johs. Soegnen, Marketing Manager

1000 Geosynthetics for soil reinforcement (70 min.)

* Principles

* Application areas

* Design methods

* Example

By Civ. Eng. Arnstein Watn, Research Engineer, SINTEF

1140 Reinforced soil in steep slopes and wall (60 min.)

* Examples

* Construction

* Results from instrumentation

* Costs

By Dr. Eng. Jan Valsestad, Senior Research Engineer, Soil Mech.
Div. Road Research Laboratory

1210 Discussion/questions

1230 Lunch

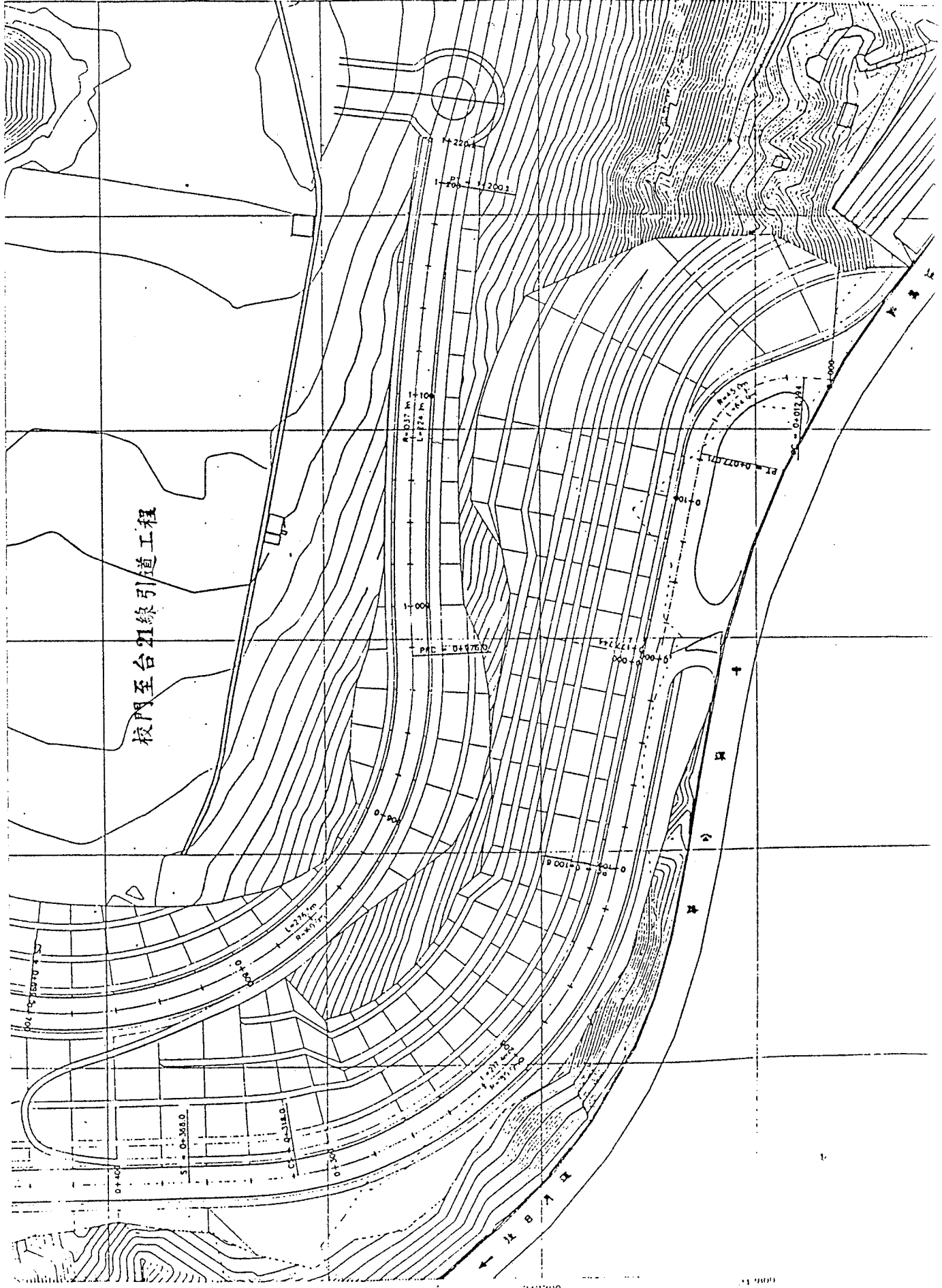
Vedlegg 3

242500

242600

242700

242800



校門至台引線引道工程

242500

242600

242700

242800

Vedlegg 4



**Norwegian Public
Roads Administration**
Directorate of
Public Roads

Our contact person - direct line
J. Vaslestad - +47 22 07 39 45

Our date
1996-06-17

Our reference
96/- NRRL

Our file No.
470

Your reference

Norwegian Trade Council
Att.: Arnfinn Hattrem
11th Floor, 148, Sung Chiang Road
Taipei
TAIWAN, R.O.C.

**EKSPEDERT
JUNI 1996**

Regarding reinforced slopes at Chinan University in Taiwan

Dear Arnfinn,

Thank you very much for the efficient organization and hospitality in connection with the Geotextile Seminar arranged in Taipei 4th of June 1996.

We also had some very interesting field visits, especially the visit to Chinan University, southwest of Taichung. Maureen Fang from the Norwegian Trade Council was an excellent and efficient guide and translator.

Participants from Norway were

- Arnstein Watn, SINTEF
- Helge Søgne, Tele Textiles AS
- Inge Flaten, Tele Textiles AS
- Jan Vaslestad, Public Roads Administration

The purpose of the field visit was to observe the technical details of steep reinforced slopes at Chinan University.

We were very impressed about the dimensions of the structures, the construction methods and how nice the reinforced slopes fit into the nature at the site.

Especially the large structure with a total height of more than 60 m was impressive and to our knowledge one of the largest reinforced structures in the world.

However we observed some signs of structural distress and geotechnical stability problems with this structure.

The following observations were made at the site:

- * Tension cracks at the top of the structure indicating failure. Water filling of these cracks will reduce the stability even more.
- * Several severe cracks and complete failure of the concrete drainage channels at the top of the structure. This indicates considerable movement of the top of the slope.

Postal address
Postboks 8142 DEP
N-0033 OSLO
NORWAY

Office address
Grønseveien 92

Telephone
+47 22 07 35 00

Telex
21 524
Telefax
+47 22 07 37 68

Separate office addresses
Bridge Departement
Grønseveien 97
Telefax +47 22 07 38 66

Road Research Laboratory
Gautstadalléen 25
Telephone +47 22 07 39 00
Telefax +47 22 07 34 44

Vedlegg 5

強化土壤的

土工織布

和

土工織網

G U I D E L I N E S

**FOR GEOTEXTILES AND GEOGRIDS IN SOIL
REINFORCEMENT AND EROSION CONTROL**