

Intern rapport nr. 711

**Tunnelbygging i Japan og
Hong Kong
Studietur 6, -16.
November 1976**

10/12-1976

Veglaboratoriet

TUNNELBYGGING I JAPAN OG HONG KONG
STUDIETUR, 6.-16. NOVEMBER 1976

Statens Vegvesen, Veglaboratoriet,

Gaustadalleen 25, Postboks 8109, Oslo Dep.



Veglaboratoriets serie av Interne Rapporter består av utredninger, foredragsmanuskripter, undervisningshefter, reiserapporter, forslag til nye retningslinjer, foreløpige resultater fra forskningsprosjekter, m. m. Innholdet, eller deler av det, må ikke publiseres videre uten etter spesiell tillatelse fra Veglaboratoriet.

Rapportene er klassifisert i en av fire distribusjonsgrupper:

- Distribusjonsgruppe A: Kun for ansatte på Veglaboratoriet
B: Kun for ansatte i Statens Vegvesen
C: For fri distribusjon
D: Etter bestemmelse av forfatter og Veglaboratoriets sjef

Foreldet eller utgått rapport får X tilføyet bak bokstaven for distribusjonsgruppen.

Distribusjonsgruppe: ...C...

prosjekt/oppdrag:

seksjon: 46 - Geologisk

saksbehandler: Flaate, Grønhaug, Lundebrekke

/BN

dato: 10. desember 1976



VEGLABORATORIET

rapportsammendrag

INTERN RAPPORT NR.

111	A	Rapportstatus*) N	Seksjon 46	Prosjekt	Distrib.kode C	711				
1	2	3	4	5	21	31	41	51	61	71
TITTEL	212	A	TUNNELBYGGING I JAPAN OG HONG KONG Rapport fra studietur 6. - 16. november 1976							
SAKS-BEHANDLER	221	A	Navn Kaare Flaate	Institusjon Veglaboratoriet, Vegdirektoratet						
	B	Arne Grønhaug		" , "						
	C	Egil Lundebrekke		Planavdelingen, "						
RAPPORT DATA	421	A	Rapporttype**) FoU	Dato 10.12.76	Rapport nr. 1					
	B	Totalt sidetall 29			Språk Norsk					
	C	Antall fotos	Ant. figurer	Ant. tabeller	Ant. litt.henv.					
	D	Sammendrag i andre språk								
SAMMENDRAG	511	A	<p>Formål med reisen: Å studere planlegging, bygging og drift av vegtunneler, spesielt med tanke på de problemer en vil ha ved undersjøiske tunneler.</p> <p>Deltakere: Kaare Flaate, Arne Grønhaug og Egil Lundebrekke.</p> <p>Rapporten gir en beskrivelse av samtaler med fagfolk på tunnelbyggingens område i Japan og Hong Kong. Befaring av tunneler av forskjellig slag som ble gjennomført på turen er omtalt i detalj. Tekniske løsninger er beskrevet.</p> <p>Hovedpunktene er gjengitt under pkt. 1. Sammendrag og konklusjoner. Undersøkelser for undersjøiske tunneler, Tunneldrift i Japan og Kostnadene ved Seikan tunnel er også gitt spesiell omtale som vedlegg.</p> <p>Vedlagt rapporten er en liste over kontakter som ble knyttet på turen. Videre finnes det en liste over dokumentasjon om tunneler som ble mottatt i Japan og Hong Kong.</p>							
FAG-OMR.	611	A	Teknologi			IRRD kode 38				
	B	Anleggsarbeide			36					
	C	Fjell (Berg)			41					
NØKKELOD	621	A								
	B	Tunneldriving			3374					
	C				3833					
	D									
	E	Vannsikring			1661					
	F				4355					
	G									
H										

*) 111A: N = ny
O = oppdatert**) 421A: FoU = forskning og utvikling
K = konferansebidrag
F = forskrifter/normaler
A = artikkel

STUDIEREISE 6 - 16 NOVEMBER 1976

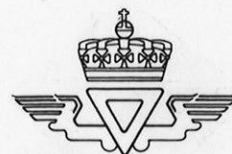
TUNNELANLEGG I JAPAN OG HONG KONG

JAPAN:
Seikan-og
Ena San-tunnelene
HONG KONG:
Ulike tunnelanlegg

DELTAKERE:

AVD. DIR. FLAATE
GEOLOG GRØNHAUG
OVERING,
LUNDEBREKKE

VEGLABORATORIET
PLANAVDELINGEN



VEGDIREKTORATET

INNHold:

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER
2. ORIENTERINGSMØTE I TOKYO
3. SEIKAN TUNNEL, BEFARING
4. JAPAN RAILWAY CONSTRUCTION PUBLIC CORPORATION, TOKYO
5. CHUO EXPRESSWAY OG ENASAN TUNNEL, BEFARING
6. NAGOYA CONSTRUCTION BUREAU, NAGOYA
7. JAPAN TUNNELING ASSOCIATION, FILMFRAMVISNING
8. KOKEN BORING COMPANY LTD, TOKYO
9. HIGHWAY OFFICE, DEPT OF PUBL. WORKS, HONG KONG
10. SCOTT, WILSON, KIRKPATRICK & PARTNERS, HONG KONG
11. MAUNSELL CONSULTANTS ASIA, HONG KONG
12. HIGHWAY DIVISION, NEW TERRITORIES, HONG KONG
13. PER HALL CONSULTANTS LTD, HONG KONG

VEDLEGG:

- I Undersøkelser for undersjøiske tunneler
- II Tunneldrift i Japan
- III Kostnader ved Seikan tunnel
- IV Program for studieturen
- V Navn og adresser for kontakter
- VI Litteratur og dokumenter

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Spørsmål vedrørende planlegging, bygging og drift av tunneler ble diskutert med representanter for Japan Tunneling Association, Japan Railroad Construction Public Corporation og Japan Highway Public Corporation. Problemene ble også illustrert ved filmframvisninger.

Det ble foretatt befaring til Seikan tunnel, som er under bygging mellom Honshu og Hokkaido, og til Enasan tunnelen som er et ledd i Chuo Expressway. På begge steder var det møter med de lokale planleggingsenheter såvel som med anleggsledelsen.

I Hong Kong hadde vi kontakt med offentlige myndigheter og en rekke konsulenter engasjert i tunnelplanlegging og bygging. Diskusjonene omfattet nedsenkbare tunneler på sjøbunnen såvel som tunneler i fjell, og det ble foretatt befaring av ferdige tunneler.

Tunnelbyggingen i Japan har et meget stort omfang. Aktiviteten er betydelig i forbindelse med såvel jernbane, tunnelbaner og veger som ved framføring av elektrisitet, vann og kloakk. Totalt er idag ca. 250 km tunnel under arbeid i Japan. Det planlegges i årene framover store arbeider for veg og jernbane.

Det legges stor vekt på de geologiske forundersøkelser. Viktigheten av dette, og da spesielt for undersjøiske tunneler ble framhevet. Vanskelighetene med å få tilstrekkelig gode undersøkelser under sjøen ble også påpekt. Metodene er stort sett kjente, men spesialutstyr er lettere tilgjengelig enn hos oss.

Den geometriske og bygningstekniske utforming var stort sett preget av nøkternhet. Selv om det også her var tydelig at ressursene er større enn hos oss, var det klart tatt økonomiske hensyn ved valg av bredder og stigninger. Det var ikke noe overflødig plass i noen av tunnelene.

Fjellkvaliteten varierer sterkt fra god til den aller dårligste. Det finnes stor erfaring i å drive tunneler under vanskelige forhold. Mange teknikker og metoder er i bruk, der spesielt bruk av stålbuer i vanskelig fjell skiller seg fra våre metoder. Sikkerhetshensyn spilte en stor rolle for arbeidsopplegget.

Undersøkelse av forholdene foran stoff under driften ble ofte ansett nødvendig for å kunne tilpasse metodene. Registrering av bormotstand, vannmengder og fjellkvalitet til enhver tid var spesielt viktig for undersjøiske tunneler, f.eks. for å kunne bestemme behovet for injisering. Forboring tjener også til å få bekreftet om det er fjell i tracéen.

De tunnelene vi så både i Japan og Hong Kong hadde alle full utstøping, men ingen membranisolering. Det syntes som om for dårlig vannsikring kunne bli et problem i de sterkest trafikerte tunnelene. Kostnadene ble angitt som grunn for at en ikke brukte membran. Bruk av membran eller platetak var tydeligvis under debatt både i Japan og Hong Kong, idet lekkasjene enkelte steder hadde meget uheldige bieffekter.

Det generelle inntrykk av vegtrafikken var at det ble lagt stor vekt på trafikksikkerheten. Fartsgrensene var lave selv der vegstandarden var god og jevn, og det ble sagt at de lokale vegmyndigheter mente dette reduserte ulykkene. De motorveger vi så hadde lavere fartsgrenser i tunnelene enn ellers på vegen. Vi hadde inntrykk av respekt for fartsgrenser og lovlydighet i trafikken.

2. ORIENTERINGSMØTE I TOKYO

Tilstede: Mr. Kitamura, Japan Tunneling Association og Mr. Endo, Japan Railroad Construction Corporation. Programmet for besøket i Japan ble diskutert i detalj og reiserute avklart.

Mr. Kitamura er president i International Tunneling Association. Han vil komme til Sverige i forbindelse med konferansen Rock Store i Stockholm. Ønsker å besøke Norge sammen med 10 japanske tunnelbyggere og vil kontakte oss om dette.

Det bygges en mengde tunneler i Japan til forskjellige formål, (veg, jernbane, vann, undergrunnsbane og elektrisitet). For tiden er ca. 250 km under bygging.

Tunnelboremaskiner brukes til å drive ca. 5% av dette. Resten foregår såkalt konvensjonelt. Med den variasjon i fjellkvalitet en har i Japan er alle metoder i bruk, fra sprengning i full profil til den mest kompliserte stoll drift og seksjonsvise utgraving.

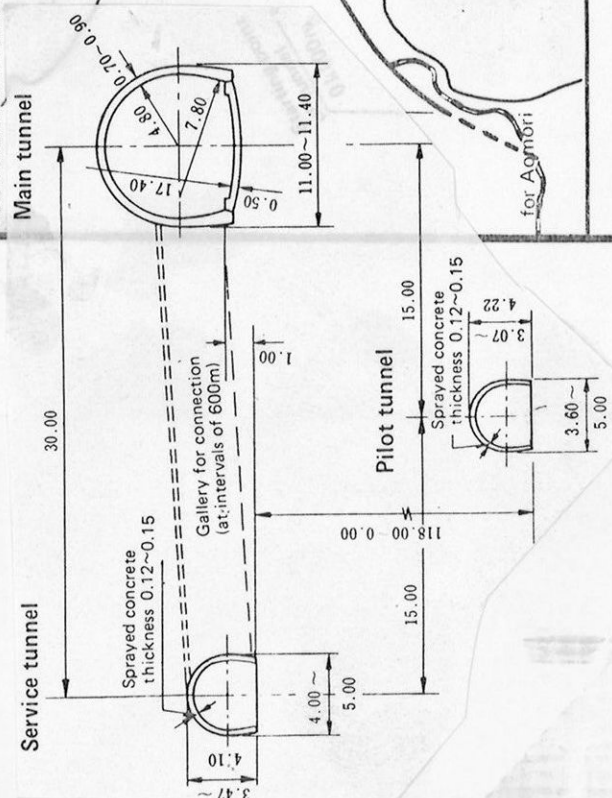
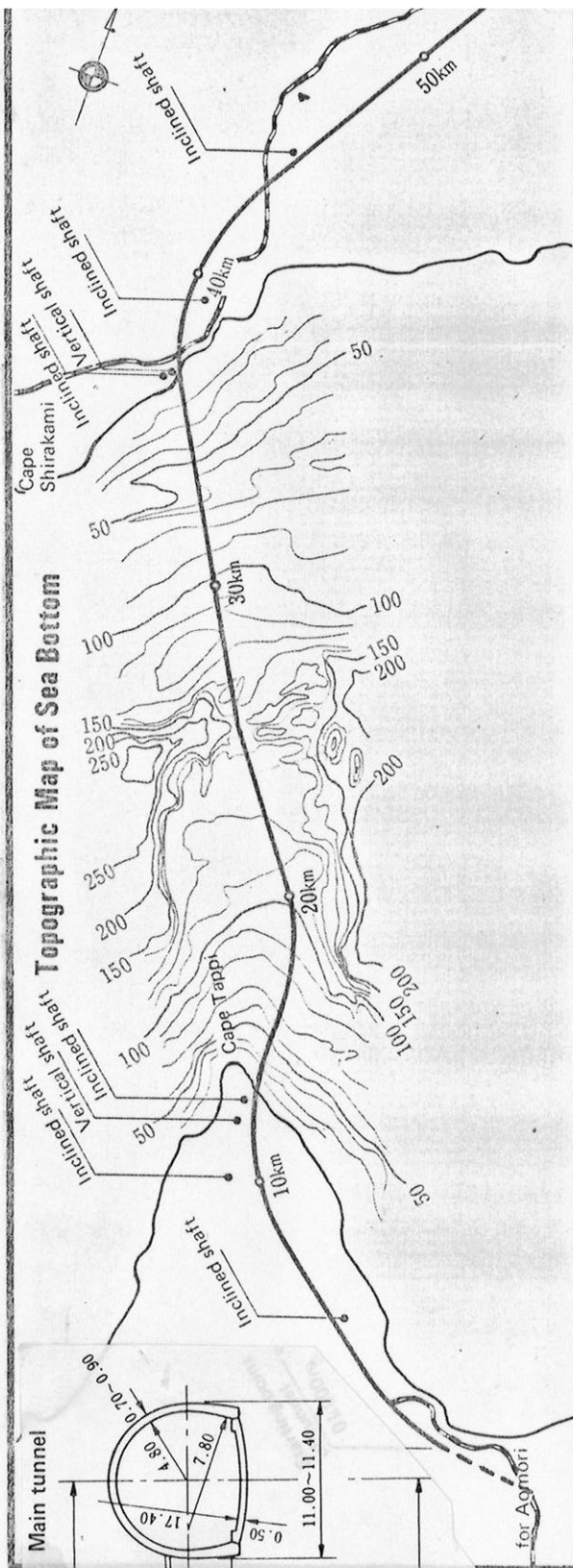
3. SEIKAN TUNNEL, BEFARING

Om morgenen møte på Seikan Tunnel Construction Bureau i Hakodate. Tilstede: Mr. M. Fujita, Mr. Y. Mochida, Mr. H. Tsuji og Mr. Y. Tsuchiya. En kort diskusjon om de geologiske forholdene, om problemene med forundersøkelser og om byggingen. Vanninnbrudd og vanskelig fjell har gjort at byggetiden er blitt forlenget til 1982.

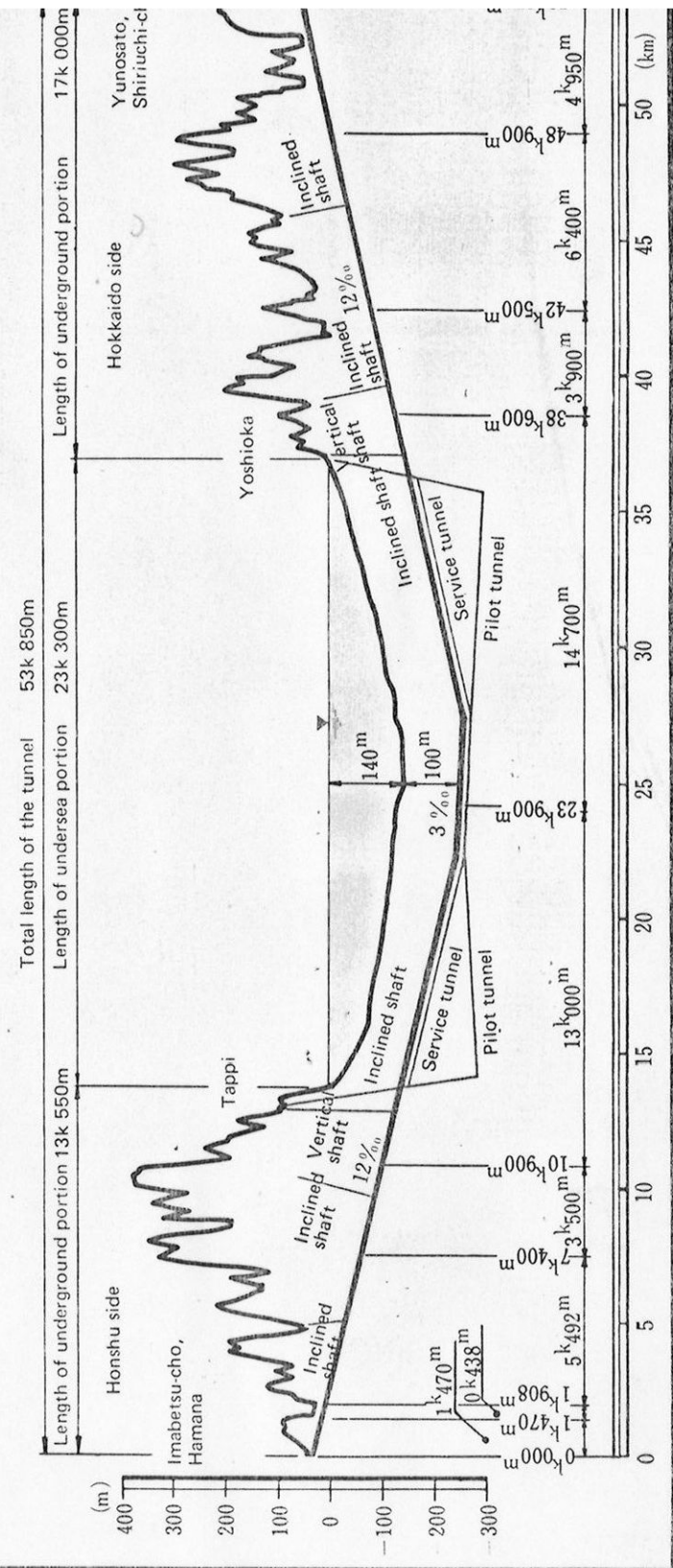
Avreise til anleggsplassen med bil, ca. 100 km på 2 timer. Store arbeider igang langs vegen med erosjonsbeskyttelse av skråninger i dårlig fjell. Ser ut som jord, men er etter sigende tildels det samme som en hadde enkelte steder i tunnelen. Sprøytebetong med drenshull ble benyttet, det meste var relativt nytt så bestandigheten er det vanskelig å si noe om.

God standard på vegen, men meget nøktern og fremfor alt jevn kvalitet. God og systematisk skilting og merking overalt. Foran kritiske punkter som kryss, fotgjengeroverganger var det en serie gule vimpler i vegkanten med påskrift Trafikksikkerhet. Det som slo oss mest på denne bilturen var det lave hastighetsnivået, de jevne overgangene og de lovlydige trafikantene.





Profile of Main Tunnel



SEIKAN TUNNEL
 PLAN/ OG PROFIL
 Alle mål i meter eller km.

Møte på anleggsstedet på nordre side av sundet.
Tilstede: Mr. H. Tsuruta, Mr. M. Takizawa og andre.

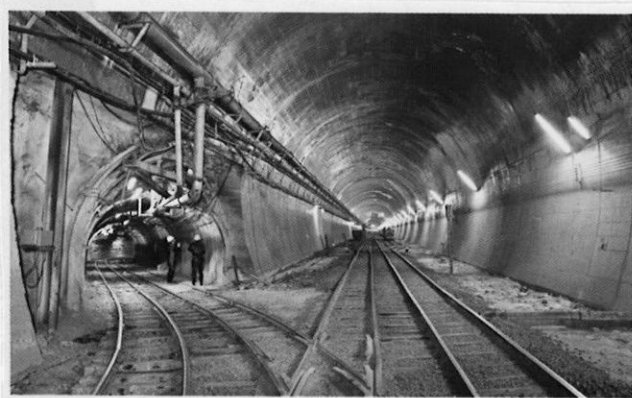
Inspisert modell av tunnelen samt skisser og tegninger som viser tverrsnitt og driftsmåter i forskjellig grunn. Diskusjon av teknikker som ble brukt for å ta vare på vannlekkasje- og stabilitetsproblemer. Det drives på flere angrepspunkter, i hovedtunnelen alene er det 5 stuffer på denne siden av sundet.

Tur gjennom tunnelen gikk med heis ned vertikalsjakt og med tog videre. Inspiserte servicetunnelen helt fram til stoffen, der driften pågikk med 1 meters salver i dårlig fjell. Berget var gjennomvevet med årer av injeksjonsmiddel (betong). Sikring med forinjeksjon, stålbuer og sprøytebetong. Enkelte steder var det tildels store lekkasjer. Under-søkelsesboringer foran stoff pågikk fra kammer ved siden av slik at driften ikke ble hindret. Systematisk forinjeksjon var standard for alle tunnelene.

Inspeksjon av fremste stoff i hovedtunnelen, ca. 5 km ut under sundet. Det ble nå drevet sidestoller først etter at en hadde fått problemer med bæreevnen for avstiverne i toppdriften. Det hadde vært nødvendig å fylle toppdriften med betong for å stoppe deformasjonene. Sidestollene støpes ut med betong som danner fundament for øvre buehalvdel under videre drift. Framdriften i hovedtunnelen var liten på alle stoffene under vårt besøk.

Utstøpningen gikk i 10 meters lengde og i alle støpeskjøter horisontale som vertikale ble det lagt inn waterstop. Unntatt var skjøter nede ved vederlaget. Støpen var meget jevn og fin med lite sår. Stort sett må en si at det var lite lekkasjer, men det kom noe vann i skjøtene og enkelte steder ved vederlaget var det større lekkasjer. Vannlekkasjen var nå ca. 20 m³/min. på hver side av sundet.

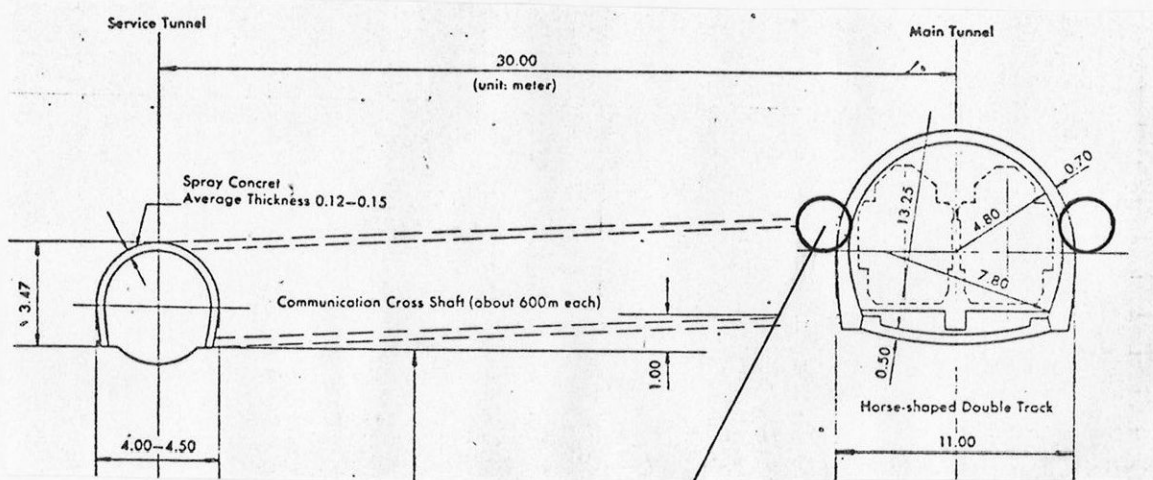
Utstøpningen var normalt uten membran, de hadde imidlertid prøvet seg med polyetylenmembran noen steder. Arbeidsikring bestod av buer av H-bjelker eller rør alt etter grunnens kvalitet. Mellom buene og tildels over ble det dekket til med sprøytebetong av 25-30 cm tykkelse. Utstøpningen foregikk mot denne flate og når en brukte membran ble denne spikret direkte på sprøytebetongen. Den endelige utstøpningen innenfor varierte etter fjellforholdene fra 0,7 m til 1,2 m (?) i tykkelse.



Hovedtunnelen med forbindelse til service-tunnelen til venstre.



Undersøkellesboring før drift av pilot -og servicetunnel.

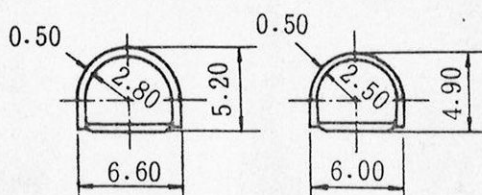


Sidestoller, som støpes ut med betong som fundament for øvre buehalvdel.

Skråsjakter

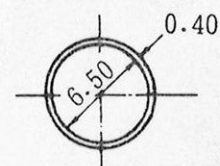
Tappi side

Yoshioka side



Length 1315m Length 1210m
 Inclination 14°(1/4) Inclination 14°(1/4)

Vertikalsjakter



Tappi side Depth 195m
 Yoshioka side Depth 189m

Arbeidsplassen bar preg av orden og strenge sikkerhetskrav. Bl.a. var hele tunnelen meget godt opplyst, en ble minnet om sikkerhetshensyn ved oppslag og lystavler. Persontransporten gikk med komfortable vogner. Massetransporten gikk med tog supplert med båndtransporter opp skråsjakten og videre til deponeringsplass. Lastebil ble også nytttet til overflatetransport av massene.

Arbeidet ble drevet delvis med entreprenører og delvis med egen arbeidskraft. Det var en sammenlutning av tre av Japans store entreprenører som hadde kontrakten for tiden. På grunn av at pengene ikke var sikret for lang tid framover var det relativt små kontrakter. Mulighetene for å skifte entreprenør var tilstedebåde etter en vurdering av arbeidsutførelse og etter en vurdering av anbudene.

Kombinasjonen av egen regi og entreprise var mulig fordi anlegget var så stort at en kunne drive på forskjellige stuffer og dels også i forskjellige tunneler. Endel problemer oppsto på grunn av forskjell i lønns- og arbeidsforhold. Det var ikke enkelt å få erfarene tunnelarbeidere og de regnet med en opplæringstid på to år før de kunne settes på de vanskelige jobbene på stoffen. Ledelsen i tunnelen bestemte hva den enkelte var skikket til.

4. JAPAN RAILROAD CONSTRUCTION PUBLIC CORPORATION (JRCC)

Tilstede: Mr. I. Kitamura, Japan, Tunneling Association (JTA), Mr. R. Harashima, director, Mr. A. Tannera, Mr. K. Makino, Mr. K. Itabashi og Mr. K. Endo alle fra JRCC. Vi hadde også anledning til å veksle noen ord med Dr. T. Shinohara som er president for JRCC såvel som for JTA.

Undersøkellesprogrammet for Seikan tunnelen har vært mangesidig og det har pågått siden 1946. Det har vært en kontinuerlig utvikling hele tiden. Den visuelle geologiske kartlegging har vært supplert med refleksjonsseismiske undersøkelser på land. Kjerneboringer er utført på land og ut til 48 m dyp i sundet.

Problemene er store ute i sundet p.g.a. dybde, strøm og bølger. Refleksjonsseismikk (sparker) har vært til stor hjelp. Et stort antall grunnprøver er tatt av de øvre bunnlagene det er foretatt fotografering og inspeksjon bl.a. med en liten u-båt. 60% av arealet ute i sundet er bart fjell.

Egenskapene til fjellet er rimeligvis usikkert der en ikke har tatt kjerneboringer. Driften pågår imidlertid allerede i noen av disse formasjonene og en får stadig bedre oversikt over hva en kan vente seg videre framover. Kjerneboringene foran stoff er imidlertid det som gir de første detaljer når byggingen er igang.

Den totale kostnad for hele tunnelanlegget er, omregnet fra yen, oppgitt til ca. 7 milliarder norske kroner. Foruten den store hovedtunnelen er det to andre tunneler og en mengde sjakter. Direkte sammenligning av kostnadene med andre tunneler synes vanskelig, 7 milliarder tilsvarer ca. kr. 120 000 pr. m av hovedtunnelen. Selv dette synes lavt når en ser problemene med det omfattende arbeidet som utføres.

Det injiseres systematisk foran tunnelstøff i 70 m lengder og i en vifte slik at det teoretisk alltid er en injisert sone med diameter lik 3 ganger tunnelens diameter. Dette har da stort sett sikret stabiliteten og ikke mer vanninnsig enn det som kan pumpes. I ferdig tunnel er det regnet med en total lekkasje på $80 \text{ m}^3/\text{min}$. Støpearbeidet er av en meget høy kvalitet.

Det er som tidligere nevnt ikke benyttet membran og det lekker inn fra skjøtene. Dersom det blir for mye vanddrypp kan det føre til vansker for ekspresstog (over 200 km/t). Lekkasjedryppene volder derfor bekymring og de har begynt å se på hvordan de skal kunne beskytte seg mot dette. Det ble nevnt at de ville injisere i vederlaget der de har de største lekkasjer. Det kunne også bli aktuelt med en eller annen form for platetak.

Vi spurte også om hvordan de vurderte faren for utvasking og ødeleggelse av betongen med tiden, uten at vi fikk noe svar på det. Frostproblemer ved endene av tunnelene ble også berørt, ca. 500 m i hver ende kan bli påvirket av frost. Der en har lekkasjer kan det skape visse problemer. Dette var også under vurdering, men de ville vente og se hvordan det utviklet seg.

Injisering for å redusere lekkasjen ved vederlagene kan muligens føre til at lekkasjene blir større på andre punkter der de gjør større skade for trafikken. Det kan synes som om det ville være riktig å satse på membran når en allerede har lagt ut så mye som en her har gjort. Med den jevne sprøytebetongen kan membranen legges direkte mot denne.

5. CHUO EXPRESSWAY OG ENASAN TUNNEL, BEFARING

Reiste sammen med Mr. I. Shimada fra Japan Highway Public Cooperation. Tog til Kamisuwa der vi møtte Mr. T. Yano sjef for Enasan Tunnel Construction Office i Iida. Han har vært byggeleder for tunnelene såvel som en del av expressvegen.

Tunnelen som er 8,5 km lang har opptil 1000 m fjell-overdekning. Foruten kartlegging i felten, ble refraksjonsseismikk og kjerneboringer tatt i bruk. På grunn av overdekningen kunne en bare i liten grad bore ned til tunnelnivå og det ble derfor også boret en god del til sidene for å få et romlig billede. Overgangen mellom bergartene og knusningssonene som var steiltstående, var det meget vanskelig å klarlegge på forhånd.

En god del av tunnelen og servicetunnelen parallelt denne ble drevet i rhyolitt-lava. Denne bergart er porøs, tildels meget svak, og fører mye vann. Knusningssonene var nærmest å sammenligne med grus. Store vannmengder og dårlig stabilitet i berget gjorde driften meget vanskelig. En arbeidet seg for en stor del fram med stolldrift på sider og topp. Det var ikke regnet med systematisk forinjisering, angivelig fordi dette var ansett meget kostbart og til hinder for driften.

Det ble sonderboret med fjellboringsutstyr fra stuff for å klarlegge fjellforholdene. Dette var meget vanskelig fordi boret kilte seg fast og på grunn av de store vannmengdene.

En forsøkte å komme fram uten injisering og forpoling var delvis nødvendig. Anslagsvis 5% av hovedtunnelen ble drevet med forinjisering. For å komme gjennom med servicetunnelen, som delvis ledet vannet bort fra hovedtunnelen var det nødvendig å gripe til forinjisering på flere punkter, etter at andre metoder viste seg mislykket.

Utstøpingen er også her uten membran. Det er en god del sjenerende lekkasje inne i tunnelen. Det lekker vann ned i ventilasjonskanalene i tunnelens øvre del og videre ned på vegbanen. Det renner også ned over veggene bak kledningsplatene og ut over gangpassasjen. Vannmengdene i fjellet er enorme og en vil uvilkårlig spørre seg hva vil skje med utstøpning, ventilasjonsanlegg og trafikkovervåkningssystemet på lang sikt.

Trafikksikringsanlegget står for ca. 60% av de totale kostnader. Det er ventilasjon og sprinkleranlegg og automatisk overvåking og kontroll av bl.a. CO innhold og siktbarhet. Et titall TV-kameraer gir et bilde av trafikken til enhver tid. Alt kan tas ut visuelt eller registreres automatisk på bånd. Omfanget av dette synes noe overdrevet ihvertfall idag når trafikken er ca. 4000 ÅDT og maks. 8000 pr. døgn. Det er dimensjonert for 20 000 kjøretøyer.

Expressvegen gjør meget store inngrep i terrenget og det blir store skråninger overalt. Disse er ganske bratte og med avtrappinger. Alle slags midler er tatt i bruk for å sikre stabilitet og hindre erosjon. Forskjellige former for dekning med stein og grus i foten, delvis lagt i prefabrikerte betonggrammer på sand. Netting er brukt i stor utstrekning på fjellskråninger. Sprøytebetong er benyttet i stor utstrekning som skråningsbeskyttelse enkelte steder.

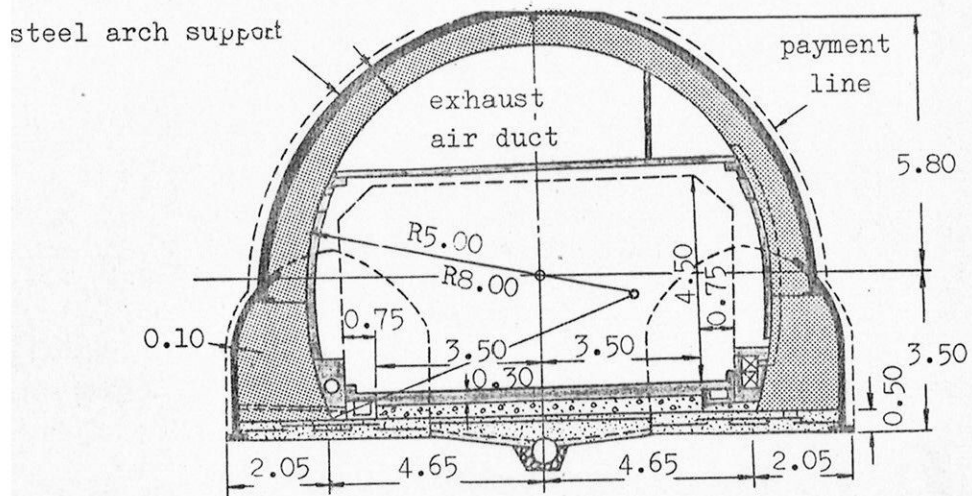
6. NAGOYA CONSTRUCTION BUREAU, NAGOYA

Tilstede var: Mr. T. Morita, Mr. H. Fukushima, Mr. M. Magome og en del andre av staben.

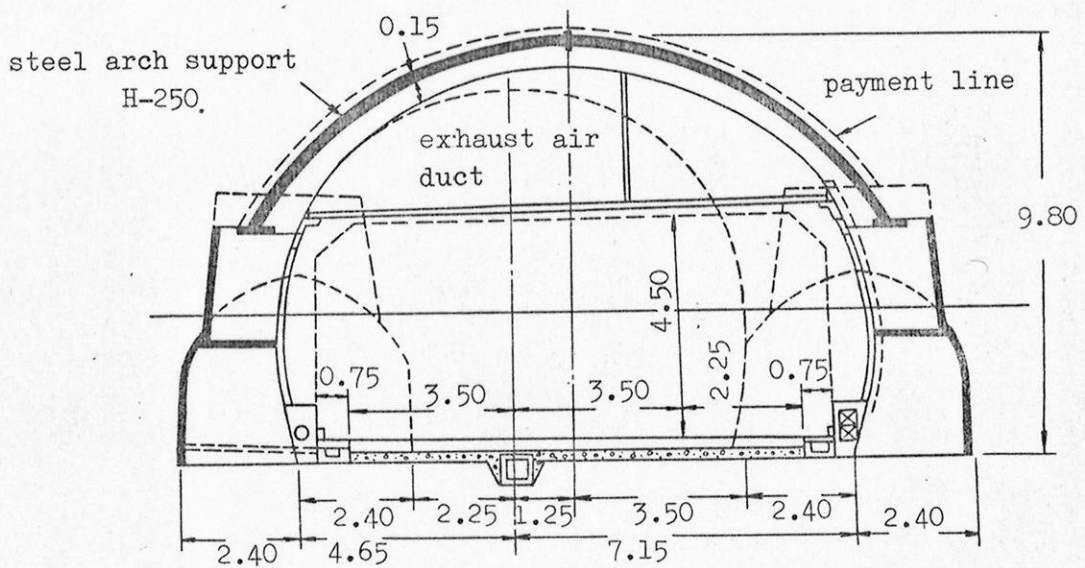
Dette kontoret er et distriktskontor av Japan Highway Public Corporation. I samarbeid med sentrale myndigheter i Tokyo er de ansvarlige for planlegging og bygging av expressvegene i distriktet. Vedlikeholdet og driften hører under et annet kontor atskilt fra dette.

JHPC er en organisasjon for bygging av expressveg-systemet i Japan. Dette gjelder såvel i byene som mellom byene. Det ble oppgitt å være bygget ca. 2500 km expressveger og det skulle i de nærmeste år bygges ytterligere 3-4000 km. En stor prosent av dette blir tunneler.

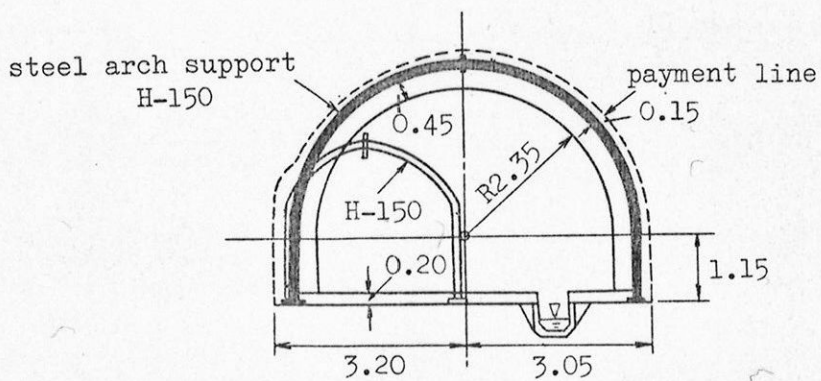
De var svært opptatt av sikkerhetsproblemene i de høyt trafikkerte tunnelene. Kontroll av avgasser, dieselrøyk, siktbarhet og bilbrann var stikkord i denne sammenheng. Tunnelene ble meget kostbare i drift. Vi så deretter en film fra planleggingen og byggingen av Enasan tunnel, før vi returnerte til Tokyo med Shinkansen (> 200 km/t).



(a) Standard Section for heavy ground (with fore poling)



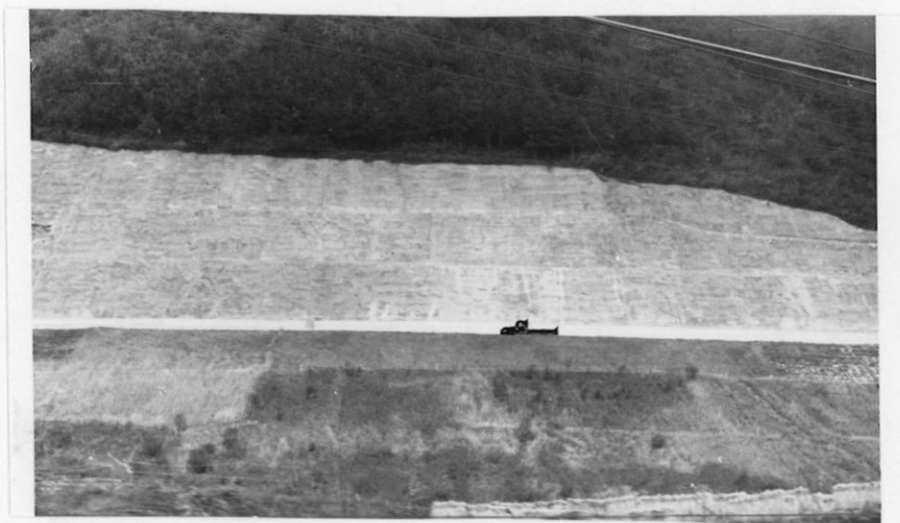
(b) Main tunnel with a parking bay



Pilot tunnel

E N A S A N T U N N E L

TYPISKE TVERRSNITT I VANSKELIG FJELL



Omfattende skrånings-stabilisering preget
Omfattende sikring av skråningene preget
nye japanske hovedveger.

7. JAPAN TUNNELING ASSOCIATION, FILMFRAMVISNING

Etter invitasjon fra Japan Tunneling Association var vi på en framvisning med 5 filmer fra tunnelbygging. Disse filmene handlet om: 1. Vannkraftutbygging 2. Nedsenket betongtunnel i Tokyo 3. Jernbanetunnel drevet med tunnelboremaskin 4. Seikan tunnel (siste utgave) 5. Enasan tunnel. Disse filmene kan trolig lånes gjennom ambassaden.

8. KOKEN BORING MACHINE, LTD, TOKYO

Møte med Mr. M. Shimizu fra Koken Boring Machine Co, Ltd om boring i sjøen. Koken har laget en "Submersible core drilling machine". Dette utstyret som kan arbeide på 250 m vanddyb kan kjernebore til 30 meter. Det er laget 4-5 eksemplarer av denne og 2 er levert til Tokyo University til forskningsformål. Vi har bedt om pris på denne.

Av de andre maskinene ble det snakket litt om modell FS 400 B som er den horisontalboremaskinen som var levert til Seikan. Det synes som om dette er av slike dimensjoner at det er vanskelig å anskaffe nytt utstyr annet enn til meget store prosjekter. Leveringstiden for slike maskiner er også lang. Komplette produktkatalog ble mottatt.

9. HIGHWAY OFFICE, DEPT. OF PUBL. WORKS, HONG KONG

Forsøkte å få kontakt med de som drev med vegtunneler i Hong Kong. Ved dette kontoret var det en gruppe som hadde med administrasjonen av Aberdeen tunnel, en tunnel fra nord til sør på Hong Kong Island. De hadde imidlertid ikke noe med planleggingen og vi ble henvist til konsulentene. Fikk også en del andre adresser på personer som arbeider med tunneler.

10. SCOTT, WILSON, KIRKPATRICK & PARTNERS, HONG KONG

Møte med Mr. S.G. Elliot i Scott, Wilson, Kirkpatrick & Partners som hadde vært en av konsulentene for vegtunneler under havnen. (Kowloon - Hong Kong).

Dette er en prefabrikert tunnel som er nedsenket i en renne på bunnen. Den er verdens lengste i sitt slag (1952 m) og består av to tuber med to kjørebaneer i hver. P.g.a. spesielle kredittforhold ble en løsning med utstøpte stålrør valgt.

Det at en kunne sveise sammen stålrørene til en tett skjørt som senere hindret utvasking av fersk betong i skjøten, har ført til en meget tett tunnel. Tunnelen var meget flott å kjøre i med lysevegger og svart tak som ga en meget god optisk ledning. Karakteristisk for denne tunnelen i likhet med mange andre vi så er at det ikke er noe sløsing med breddene. I tunnelen er det f.eks. 6,7 m mellom kjørebane-kantene og bare meget smale gangveger på sidene. Maksimal stigning er 63%.

11. MAUNSELL CONSULTANTS, ASIA, HONG KONG

Møte med Mr. Twist, Maunsell Consultants Asia som har planleggingen av Aberdeen tunnel. Dette er en 1,9 km lang tunnel i fjell gjennom Hong Kong fra nord til sør. Tunnelen går for 80% av lengden gjennom Hong Kong-granitt som er bra fjell unntatt en forvitret sone i begge ender. Fjellet er ellers også bra unntatt ved søndre portal der det er løst og sterkt vannførende.

Det er slått en prøvestoll fra nord med tverrsnitt 2 x 3 meter gjennom hele lengden unntatt de ca. 100 m i sør som er ekstra vanskelige. En har derfor en god oversikt over de geologiske forholdene, noe som er en fordel for såvel planlegging som bygging. Tunnelen er satt ut på anbud. Ved søndre portal skal det injiseres fra overflaten på forhånd og ellers også dreneres og spundes eller avslakes for å sikre stabiliteten av skråningen.

Det er regnet med full utstøping av hele tunnelen, armert betong som er tynnere der fjellet er best og tykkere og mest armert i svakt fjell med størst overdekning. Det er ikke regnet med membran noe sted. Twist mente at dette ble for dyrt og at en ville konsentrere seg om å vannrette skjøtene. Utstøpingen er på det meste opptil 1,2 m tykk.

Driften foregår i fullt profil med bruk av bolter, sprøytebetong og stålbuer. Dette anvendes i varierende omfang alt etter fjellets beskaffenhet fra bolting bare i heng til samtidig bruk av såvel bolting som stålbuer og sprøytebetong. Dimensjoneringen

bygger på spenningsmålinger i pilottunnelen og det er meningen å følge opp med deformasjonsmålinger under byggingen. Det ble referert til den østerrikske tunnelmetode.

12. HIGHWAY DIVISION, NEW TERRITORIES, HONG KONG

Møte med A.D.S. Mac Donald, John Eastman.
Befaring av Lion Rock Tunnel som består av to tuber med to kjørebener hver, 1400 m lang. Tunnelen går fra Kowloon til de nye utbyggingsområder i nord. Den ene tuben er under trafikk den andre hadde gjennomslag i 1974, men er fremdeles under arbeid. Trafikken er ikke så stor at en trenger tunnelen nå, det viktigste var å få fram vannledningene som ligger i egne rom under kjørebanen.

Tunnelen var planlagt av Waterworks office, Department of Works og er bygget av en fransk entreprenør. Tunnelene er utstøpt i hele lengden, men det ble ikke gjort noe spesielt for å tette under driften. Det var vannproblemer i enkelte soner, men en kom seg gjennom. Det er mye lekkasje gjennom skjøtene og det er gjort en hel del injeksjon bak utstøpingen etterpå. Lekkasje er tildels sjenerende og de fører til problemer med kalkavsetninger i drenerørene. Det ble sagt at en skulle ha sikret disse partier med membran.

13. PER HALL CONSULTANTS, LTD, HONG KONG

Møte med Per Hall, Per Hall Consultants Ltd.
Mottok en publikasjon om erfaringer med neddykkede tunneler. Per Hall er engasjert i tunnel under havnen for undergrunnsbanen en betongtunnel med to tuber. Dette er et samarbeide med Freeman, Fox and Associates, Hong Kong. Hall mener at de har en god løsning på tettingen mellom betongkonstruksjonene. Dette er vanligvis et stort problem.

Prosjektet har vært ute på anbud og en er i ferd med å gjøre istand byggedokken. Per Hall har vært engasjert i en rekke tunneler av denne type over hele verden. Foruten prosjekteringen så har de også fått oppdrag med kontrollarbeidet. Betong viste seg i dette tilfelle å være en billigere løsning enn stål.

VEDLEGG I

I UNDERSØKELSE AV GRUNNFORHOLDENE FOR UNDER- SJØISKE TUNNELER (ved KF)

Betydningen av sikre opplysninger for undersjøiske tunneler og de spesielle problemer det bød på å skaffe disse ble understreket. Under byggingen må spesielle undersøkelser for kontroll av forutsetningene legges inn som en del av driften.

Det følgende er basert på samtaler og litteratur om Seikan tunnel samt generelle kommentarer om undersjøiske tunneler. En viss oversikt over de tilgjengelige metoder skulle beskrivelsen likevel kunne gi.

a) Geologisk kartlegging

Kartlegging på overflaten inkluderte studium av kart, flyfoto og snitt i terrenget, og ved Seikan tunnel ble sjøbunnen fotografert på en rekke punkter. Bunnen ble også inspisert fra en mini-ubåt som i tillegg kunne utføre enkle sonderinger og prøvetakinger i de øvre lag.

Det ble tatt en stor mengde overflateprøver med grabb og en del prøver til 2-3 meters dybde med en spesiell prøvetaker som opererte fra bunnen. Overflaten ble på denne måten bra kartlagt også ute i sundet, der 60% av arealet var fjell.

b) Seismiske undersøkelser

Seismiske undersøkelser på land er utført med refraksjonsseismikk. Vi fikk ikke opplyst om og i tilfelle hvor langt ut i sjøen denne seismikk ble utført. Med de vær- og dybdeforhold som en har på stedet vil det være begrensede muligheter for å benytte denne metode noe særlig langt ut i sundet.

Ved Seikan tunnel er det også utført en del målinger i borhull (Schlumberger).

De seismiske undersøkelsene i sundet er utført med Sparker (refleksjon). Nedtrengningsevnen i de løse bergartene er trolig bedre enn de vil være i våre "normale" bergarter. Metoden vil under slike forhold kunne gi noe bedre opplysninger om fjellets egenskaper enn vanlig i Norge. Vi vil stort sett være tilfreds om vi kan kartlegge fjellets overflate.

c) Kjerneboring og prøvetaking

På land kan det utføres kjerneboring og prøvetaking til store dybder når en bare benytter tungt nok utstyr. Men det vil alltid være begrensninger og transportmuligheten kan også være bestemmende for utstyrets størrelse. I Enasan tunnel var det p.g.a. den store overdekning ikke mulig å bore ned i tracéen annet enn ved endene. Forholdene måtte konstrueres opp med støtte i boringer til sidene.

Ved Seikan tunnel kunne en på land bore ned til tunnelnivå. Problemene oppstod når en skulle bore i sjøen. Det var nødvendig med rigg som stod fast på bunnen. Dette ble utført ved at et rør med stor diameter ble satt på bunnen og forankret med wire til sidene. Borriggen ble montert på toppen og en kunne bore på opptil 48 m vann. Kostnadene er ganske store.

Det synes som en ved kjerneboring i sjøen p.g.a. strøm og bølger må stå på bunnen på en eller annen måte. Ved Seikan har en derfor ikke fått boringer utenfor 48 m vanndybde, mens maksimal vanndybde er 140 meter. Ytterligere boringer kan i en viss grad utføres skrått eller fra sjakter, men dette har sine begrensninger. Ved Seikan er det en vesentlig del som ikke blir undersøkt med boring før under anlegget.

Det finnes enkelte spesialrigger som kan arbeide fra bunnen, men de har begrenset kapasitet og er vesentlig brukt til forskningsformål. Koken Boring Machine Co i Tokyo har en slik rigg som kan ta 30 m kjerneboring. Kostnadene ved slike rigger ved bruk til mindre prosjekter er ofte en hindring, men det er av en viss interesse og vil bli undersøkt videre. Boring fra forankret tårn skulle være en aktuell metode.

d) Fjellkontrollboringer

Betydningen av å kartlegge fjellets overflate ble understreket. Dersom det kunne gjøres direkte ved boring ble det regnet som en fordel. Seikan-prosjektet var noe spesielt med en overdekning på hele 100 meter. Fjellet var blottlagt på 60% av området og ellers bare med (tynn) løsmasseoverdekning. Bare på et sted var det et tykt lag av sand og grus i form av en rygg på sjøbunnen.

e) Prøveboringer foran stuff

Prøveboringer foran stuff ble ansett nødvendig for å klarlegge forholdene etter som en gikk fram, og spesielt nødvendig ved undersjøiske tunneler. Ved Seikan-tunnelen var enkelte pilotboringer opptil 900 meter, men 400-500 meter var mer vanlig.

En kunne klare ca. 20 meter pr. døgn, arbeidet tok mye tid og ble derfor ikke drevet fra stuff, men fra sidedrifter. På denne måte kunne en se om det var fjell i tracéen, registrere vannmengden, slepper, knusningssoner og fjellkvalitet ellers og tilpasse driften etter dette. For detaljer se nedenfor.

Advance probe drilling in Seikan Tunnel

J.R.C.C

1. In Seikan Tunnel probe drilling of several hundred meters was bored 51,840^m in total length from the beginning of the work. That means some 2.6 times of the total length of excavated pilot drift was drilled ahead of the excavation to confirm the geological nature and water conditions.
2. The maximum length bored in one drilling is 900^m, but generally 400 - 500^m was drilled ahead.
3. The drill bit was used in 4 or 5 steps such as $\phi 170^{\text{mm}}$, 142^{mm}, 112^{mm}, 87^{mm}, 67^{mm} (NQ) or 56^{mm} (BQ) of gage.
4. The drilling methods are as follows:
 - a) Wire line single tube drilling.
 - b) Reverse circulation drilling
 - with water
 - with air
 - c) Drilling with casing.
 - Wire line for inner tube.
 - d) Wire line with double tube.
 - (Both outer, and inner tube rotate.)
 - e) Reverse circulation with double tube.
 - (Used mainly in recent stage.)

See the sketch.
5. Measuring of the drilled-hole-deviation.
 - a) TRO-PARI, and SPERRY-SUN was used for measuring the deviation.
 - b) The measuring was carried each 25^m step.
 - c) The non-magnetic materials for the rod is preferable for accurate measurement.

VEDLEGG II

II TUNNELDRIFT I JAPAN

a) Geologiske forhold

Grunnen i Japan er meget variert, og den kan deles opp i flere geologiske enheter. Disse enhetene er avgrenset fra hverandre ved bruddlinjer med stor utbredelse. I disse bruddene består grunnen av knust og leirig materiale, ofte i flere hundre meters bredde.

Den yngste geologiske enhet finnes i områder med aktive vulkaner og er bygd opp av lavaer, tuffer (vulkanske asker) og pyroklastiske bergarter (sveisete tuffer).

Det såkalte grønntuff-området i landets nordvestre del består av grønne tuffer, leir- og sandsteiner av tertiær alder. Landets midtre del (ytre og indre sone) består av sedimenter og metamorfe bergarter av paleozoisk alder, d.v.s. tilsvarende kambrosiluren i Norge. I den indre sone forekommer metamorfe bergarter som skifer, kvartsitt og varierte gneiser, samt eruptiversom granitter og granodioritter.

Den ytre sone er bygd opp av grønne og svarte skifre, sandsteiner, flint, kalkstein og ultrabasiske bergarter som serpentinit.

De eruptive og høymetamorfe bergartene er ofte sterkt forvitret eller omvandlet (retrograd) og kan derfor ha en bløt eller "råtten" karakter. Det er således bare mindre områder som er bygget opp av bergarter med fastheter som i Norge. Det forhold at grunnen som regel er bygd opp av bergarter med lav fasthet, men kan ha store variasjoner i mekaniske egenskaper har en avgjørende innflytelse på tunnelbyggingen. Valg av driftsmetoder, sikring og utstyr må således alltid gjøres på grunnlag av nøye vurderinger av grunnforholdene.

b) Metoder og utstyr

På grunn av de sterkt varierende geologiske forhold benyttes det et stort antall driftsmetoder. Dessuten finnes det ulike typer driftsutstyr som er tilpasset hoveddriftsformene. Stort sett benyttes de såkalte klassiske driftsmetoder eller kombinasjoner av disse.

For å beskrive driftsmetodene er det nødvendig å referere til en klassifikasjon av grunnen. I det følgende skal det benyttes en grov inndeling med betegnelsene godt berg, middels godt berg, noe dårlig

berg, dårlig berg og meget dårlig berg. Godt berg vil som i Norge kunne brytes ut i fullt tverrsnitt uten systematisk arbeidssikring utover salverensk. Driften foregår etter konvensjonell måte med boring og sprengning. Det synes ikke som om det blir lagt spesiell vekt på metoder for forsiktig sprengning, selv om prinsippene for presplitt er kjent. Til boringen anvendes borrhigger av samme type som en finner på tilsvarende anlegg i Norge. Ved Seikan-anlegget ble det således blant annet brukt en 4-boms Gardner-Denver-rigg. Til massebehandling brukes lastemaskiner og trucker av typer vel kjent i Norge. Ved Enasan-anlegget ble det blant annet benyttet en tredekks borbukk med 12-15 bormaskiner.

I en viss utstrekning utføres arbeidssikringen med bolting, forøvrig synes tidsrommet mellom brytning og sikring å variere betydelig. Vanligvis følger en opplegget med bergunderstøttelse med stål og betong ikke så langt bak stoffen.

I middels berg (dårlig etter norske forhold) blir driften delt i to stuffer. Den øvre halvdel brytes først, og undre halvdel følger etter lenger bak ved pallbrytning. (Den belgiske tunneldriftsmetode.) Det bores, sprenges og lastes ut konvensjonelt. Umiddelbart etter brytningen sikres hvelvet med stålbuer som fundamenteres i de blivende vederlag og stemples mot veggene med store horisontalt tversgående stålbjelker.

Veggene støpes etter utstrossingen, og før veggene blir bæredyktige har hvelvet lett for å sette seg. Ved Seikan oppstod det lett setninger på 60 cm.

Den belgiske tunneldriftsmetoden var i bruk både ved Seikan-anlegget og Enasan-anlegget, og det er oppgitt at ca. 1/3 av veggtunnelbyggingen foregår på denne måten.

I dårlig berg drives det to sidestoller der ytre vegg fores ut med den endelige veggutstøpning. I hvelvet brytes det så ut plass for plassering av stålbuer som monteres omgående og fundamenteres oppå veggutstøpningen. Deretter brytes kjernen ut, og samme syklus startes opp. Dersom grunnforholdene er enda noe dårligere ble sidestollene drevet langs vederlagene. Disse ble så fylt med betong for å danne fundament for hvelvbuene. Tverrsnittet blir utformet sirkulært i denne type grunn, og det støpes først en meget tykk såle for fundamentering av det øvrige hvelvet. Brytningen foregår i stor utstrekning ved hakker og lufttrykkdrevne, håndholdte meisler, opplasting og transport ved skinnegående utstyr.

c) Bergforsterkning

Bergforsterkning med stål og betong er tradisjonell i Japan. Bergforsterkningen inngår som en naturlig del av driften, slik at det umiddelbart etter utbrytningen foretas en forsterkning av hvelv og vegger, i dårlig grunn også av sålen.

De vanligste benyttede materialer er stålbuer og betong enten sprøytet på eller støpt mot forskaling.

Stål er i Japan betydelig rimeligere enn i Europa, og prisen ble oppgitt til ca. 1200 kr./t. Sement er også spesielt rimelig med en pris på 200 kr./t.

Stålbuenes for understøttelse av hvelvet består av H-bjelker, men i Seikan var de gått over til stålrør i de partier som lå dypest og hadde de største trykk. Bolter ble benyttet noe i Enasan-tunnelen, om enn i beskjedent omfang. Det virket som om den vanlige oppfatning av bolting som en usikker bergforsterkningsmetode var utbredt. Stålbuenes ble stilt opp mot bergkonturen, og for å stive og støtte opp denne var det nødvendig å skole den opp ved hjelp av treklosser og trekiler. Der spennet var for stort slik at stein ramlet ned mellom buene, ble det lagt hel eller delvis plankekledning.

Der det er fare for progressiv innrasning mot tunnelåpningen ble det foretatt betongpåsprøyting umiddelbart etter at stålbuenes er montert. Ved Seikan ble sikringen i pilotstollen og service-tunnelen utført ved sprøytebetong med 20-30 cm tykkelse, slik at buene ble fullstendig innstøpt.

Full utstøping mot forskaling utføres vanligvis slik at tunnelene forsterkes både med stålbuer og tykke betonghvelv. Støpearbeidet var av en meget høy kvalitet, og steinreir, sår eller støperiss var ikke å se. Hvelvenes tykkelse var fra 70-90 cm avhengig av bergkvaliteten. Hvelvet ble støpt i ett ved hjelp av store forskalingsvogner. Det ble ikke lagt membran for fuktisolering. Resultatet var gjennomgående og delvis betydelig lekkasjer, noe som utvilsomt vil skape alvorlige problemer i tidens løp. Ved Enasan var vannet fra veggene avskjernet ved hjelp av plater, mens det lekket friskt fra taket flere steder. Ved Seikan var det lekkasjer i skjøtene, og en var klar over at noe måtte gjøres. Det var derfor igangsatt et utvalg som skulle utrede alternativer for løsning av lekkasjeproblemene.

Årsakene til at det ikke ble benyttet membran var for det første de anleggstekniske ulemper, og for det andre at to støper adskilt av en membran ble ansett for å være mindre bæredyktig enn den kompakte konstruksjonen.

d) Vannsikring

Ved Seikan var konsekvensene av ukontrollert vanninnstrømning så store at det er nødvendig å utføre driften på en måte som gir sikkerhet for at situasjonen kan mestres. Ved Enasan var vanninnstrømningen enorm, den forårsaket ras, erosjon og gjorde tunneldrift umulig dersom det ikke ble foretatt dreneringer og tettingsarbeider.

Ved Seikan foregikk kontrollen ved kontinuerlig sonderboring 300 m foran stuff, hvilket under god fremdrift med tunnelboremaskin krevet en total borlengde på 700 m. Dessuten ble det foretatt forinjeksjon i avsnitt på 70 m foran stuff.

Forinjeksjon ble ved Enasan betraktet som meget kostbart. Isteden forsøkte en å drenere berget foran stuff ved å drive sidestoller foran stuff. Stollene raste stadig sammen på grunn av vanntilstrømningen og svakt berg, og det ble da drevet sidestoller til sidestollene. Dersom sidestolldriften ikke ga de ønskete resultater ble det foretatt forinjeksjon. Ialt ble det ved Enasan forinjisert i ca. 20% av den totale tunnellengde for i det hele tatt å få drevet tunnelen gjennom. Det ble målt vanntrykk på opptil 70 kg/cm², et trykk som ble redusert til 20 kg/cm² ved drenering gjennom pilotstoll. I den største bruddsonen flommet vannet ut med en føring på 5 t/min, og det førte med seg store mengder rasmateriale. Etterat tunnelen nå er ferdig oppgis vannmengden som må dreneres eller pumpes ut til 900 t/min. (!?)

Ved Seikan er det målt vanntrykk på opptil 25 kg/cm². Det har siden driften startet opp forekommet to ganger at vannet har strømmet inn i tunnelen og fylt en av stollene i 1-2 km's lengde.

Opplegget for å stoppe slike vanninnbrudd som kan oppstå til tross for nitid forinjisering er porter bygget i passende avstand fra stuffen. Ved vanninnbruddet i forkastningssonen i servicetunnelen F10 i mai fungerte porten bare delvis, idet det oppsto lekkasjer etterhvert som vannet steg. Porten bidro imidlertid til en oppbremsing av vanninnstrømningen slik at det ble tid til å legge opp demninger av sementsekker bakover i tunnelen. Det ble således bedre tid til å øke pumpekapasiteten fra 40 til 1 100 t/time, samt å sette igang injeksjonsarbeider fra pilotstollen. Derved ble vanninnstrømningen etterhvert redusert til 40 t/time. Ved de videre injeksjonsarbeider er målet å redusere total vanninnstrømning til 40 t/time på hver side av stredet.

VEDLEGG III

III KOSTNADER FOR SEIKAN TUNNEL (v/EL)

I en brosjyre utarbeidet av Japan Railway Construction Public Corporation 3 - 4 år tilbake, er totalkostnadene for Seikan-tunnelen angitt til 200 milliarder yen - d.v.s. grovt regnet 4 milliarder kroner. Tunnel-driften har gått senere enn antatt - bl.a. p.g.a. katastrofepreget vanninntrengning - og det endelige kostnadstall er derfor nå anslått til ca. 7 milliarder kroner. (1976-priser)

Dette gir en pris pr. 1m ferdig tunnel på totalt 130 000,- kr.

Dette tallet inkluderer både service- pilot- og hovedtunnelen, samt en rekke skråsjakter. 60% av totalkostnadene ble antatt å være knyttet til selve hovedtunnelen - d.v.s. noe under 80 000,- pr./1m.

Det er umulig å legge tall fra Seikantunnelen til grunn ved kostnadsoverslag for norske tunneler.

Dette skyldes at man ved tunnelen i Japan, sammenlignet med norske forhold, finner:

- vesentlig dårligere fjellkvaliteter
- lavere materialkostnader (f.eks. stål og betong
koster h.h.v. 1200 og 200 kr./t)
- lavere arbeidslønninger (ca. 200 kr./mann/skift.)
- flere arbeidere pr. stuff/skift (mellom 40 og 50 mann)
- vesentlig bedre arbeidsmiljø (fullgod belysning og ventilasjon)
- større kompleksitet og presisjon ved utførelse av ulike bygningselementer
- meget strenge krav til geometri. (Aerodynamiske forhold var inngående analysert p.g.a. togets store hastighet, 200 km/t.)

Valg av driftsmetodikk og maskintyper er i store trekk i overensstemmelse med norske anbefalinger. Vi finner det derfor riktig, som grunnlag for egne vurderinger, å referere de kostnadskomponenter man kunne gi opplysning om.

Tallene som er gitt i tabellen nedenfor gjelder kun hovedtunnelen under selve stredet. Kostnadene er regnet om til norske kroner.

	"Vanlig" fjell kr./lm	"Dårlig" fjell kr./lm	I knusnings- soner kr./lm
Sprengning og/eller graving samt uttransport	20 000	50 000	80 000
Injeksjon	3 000	5 000	35 000
Utstøpning	15 000	20 000	35 000
Betongfund. i bunnen	7 000	10 000	10 000

I tillegg til disse tallene kommer en kostnadskomponent som kan rubriseres under "Serviceanlegg" på 8000 kr./lm.

De deler av tunnelen som er lokalisert til landområder antas å koste i gjennomsnitt ca. 45 000,- kr./lm.

VEDLEGG IV - VI

IV PROGRAM FOR STUDIETUREN

5. november: Ankomst til Tokyo om kvelden
6. november: Møte i Tokyo med Mr. Kitamura fra Japan Tunnelling Association og Mr. Endo fra Japan Railroad Construction Corporation. Diskusjon av programmet.
7. november: Reise fra Tokyo til Hakodate på Hokkaido.
8. november: Møte om morgenen på Seikan Tunnel Construction Bureau i Hakodate. Tilstede var Mr. M. Fujita, Mr. Y. Mochida, Mr. H. Tsuji og Mr. Y. Tsuchiya. Avreise til anleggsstedet på nordre side av sundet ved nedgangene til skråsjaktene (Mr. Y. Tsuchiya). Møte med anleggsledelsen (Mr. H. Tsuruta, Mr. M. Takigawa og andre). Befaring i tunnelene og retur Hakodate.
9. november: Reise til Tokyo og møte på hovedkontoret til Japan Railroad Construction Corporation (JRCC). Tilstede var Mr. I. Kitamura (JTA), Mr. R. Harashima, Mr. A. Tannera, Mr. K. Mekino, Mr. K. Itabashi, Mr. K. Endo (JRCC). Kort samtale med dr. T. Shinohara, president JRCC og JTA.
10. november: Avreise fra Tokyo med tog til Kamisuwa. Videre med bil for befaring av Chuo Expressway med Enasan og Amikake tunneler. Fra Tokyo i følge med Mr. I. Shimada fra Japan Highway Public Corporation (JHPC). Fra Kamisuwa også T. Yano, leder av Enasan Tunnel Construction Office i Iida.
11. november: Avreise fra Iida til Nagoya med bil. Møte på Nagoya Construction Bureau som ligger under JHPC. Tilstede var Mr. T. Morita, Mr. H. Fukushima, Mr. M. Magome og andre. Samtale om det vi hadde sett dagen før og deretter en film fra byggingen av Enasan tunnel. Retur til Tokyo om kvelden.
12. november: Møte i Japan Tunneling Association med framvisning av 5 filmer om tunnelbygging.
13. november: Møte med en representant for Koken Boring Machine Co Ltd om boring i sjøen, Mr. M. Shimizu.
14. november: Reise fra Tokyo til Hong Kong.

15. november: Møte på Highway Office, Department of Public Works angående byggingen av Aberdeen tunnel (veggtunnel i fjell). Møte hos Scott, Wilson, Kirkpatrick & Partners (Mr. S.G. Elliott) om veggtunnel under havnen (neddykket rør). Møte hos Maunsell Consultants Asia (Mr. Twist) om planlegging av Aberdeen tunnel (pilottunnel er ferdig). Møte med Highway Division, New Territories (A.D.S. MacDonald og J. Eastman) samt befarings av Lion Rock Tunnel.
16. november: Møte med Per Hall Consultants Ltd (Mr. Per Hall) om neddykkede tunneler generelt og om tunnelbanetunnel i Hong Kong spesielt. Møte med Waterworks Office, Department of works om tunneler i fjell.
Avreise fra Hong Kong

V NAVN OG ADRESSER

for de for de som vi var i kontakt med.

1. Japan Tunneling Association (JTA)
Shinko Dai-ichi Bldg
14-7 Shintomi 2-Chome
Chuo-ku, Tokyo 104, Japan
 - a) Mr. Ichitaro Kitamura, executive director

2. Seikan Tunnel Construction Bureau
Japan Railway Construction Public Corporation
Wakamatsu-cho 15-7
Hakodate, Japan 040
 - a) Mr. Masahiro Fujita, director
 - b) Mr. Yutaka Mochida, vice-director
 - c) Mr. Hidenori Tsuji, chief of planning section
 - d) Mr. Y. Tsuchiya, assistant
 - e) Mr. Hiroaki Tsuruta, director of construction
 - f) Mr. Masamichi Takizawa, assist.dir. of constr.

3. Japan Railway Construction Public Corporation
Sanno Grand Bldg
2-14-2 Nagatacho
Chiyoda-ku, Tokyo, Japan
 - a) Dr. Takeshi Shinohara, president
 - b) Mr. Ryuichi Harashima, director
 - c) Mr. Kenji Endo
 - d) Mr. Kurohji Makino
 - e) Mr. Akira Tannera
 - f) Mr. Koji Itabashi

4. Enasan Tunnel Construction Office
Japan Highway Public Corporation
6894 Kamida
Iida, Nagano 395, Japan
 - a) Mr. Toshiaki Yano, resident engineer

5. Nagoya Construction Bureau
Japan Highway Public Corporation
4,1-1 Sakae, Naka
Nagoya 460, Japan
 - a) Mr. Takeo Morita, Assist.director
 - b) Mr. Hitoshi Fukushima, Director general affaires
 - c) Mr. Masatoshi Magome, Senior engineer

6. Japan Highway Public Corporation
5-7-2 Kojimachi
Chiyoda-ku, Tokyo, Japan
 - a) Mr. Iwanai Shimada, Highway Engr. Section

7. Koken Boring Machine Co, Ltd.
No 20-13, 2-chome, Taira-Machi
Meguro-ku, Tokyo, Japan
 - a) Mr. Masami Shimizu, Ass.chief export section

8. Highway Department, New Territories
Government Branch Offices
Farm Road, Kowloon, Hong Kong
 - a) Mr. A.D.S. MacDonald, Chief engineer
 - b) Mr. John Eastman, Civil engineer

9. Scott, Wilson, Kirkpatrick & Partners
Star House, Salisbury Road, Hong Kong
 - a) Mr. S.G. Elliott, Resident Partner

10. Maunsell Consultants Asia
1 Kowloon Park Drive
14th floor, Kowloon, Hong Kong
 - a) Mr. Twist, Chief Engineer

11. Per Hall Consultants Ltd.
16th floor, 42-46 Gloucester Road, Hong Kong
 - a) Mr. Per Hall, chairman
 - b) Mr. James V. Parkin, Deputy Managing Director

VI LITTERATUR OG DOKUMENTER

som vi fikk under studieturen.

1. "Seikan Undersea Tunnel"
Brosjyre som beskriver prosjekter,
Figurer.
2. "Submarine geology of the Tsugaru Straits"
by Yasuo Sasa and Akira Izaki, Reprint from
Proc. of Japan Academy, Vol 39, No 3, 1962.
pp 120-123.
3. Geologisk kart over området ved Seikan tunnel.
4. "Seikan undersea tunnel to link Honshu and
Hokkaido" by Kensuke Hama. Annual report
Japan Society of Civil Engineers, Year (?)
pp. 15-26.
5. "Seikan tunnel: Worlds longest underseas tunnel
(53,9 km) To be completed in 1978 (1982)"
Industria, June 1973, pp 25-30
6. "Overcoming floding at Seikan" Notes in
Tunnels and Tunneling, July 1976 pp 15-16.
7. "Seikan tunnel, progress of construction
31-10-76". 4 pages. Mimeographed. 3 drawings.
8. "Seikan tunnel". En redegjørelse på japansk
med skisser og fotografi av reparasjonsarbeidet
etter vanninnbruddet i mai 1976.
9. Skisser fra 5 tunnelanlegg i Japan. Utlevert i
forbindelse med filmfremvisning i Japan Tunneling
Association.
10. "The Chuo Expressway. Enasan and Amikake Tunnels".
Brosjyre utgitt av Japan Highway Public Corporation.
11. "Enasan Tunnel" (på japansk) To brosjyrer om
bygging og drift av tunnelen.

12. "The Hong Kong Cross-Harbour Tunnel"
Brosjyre utarbeidet til åpningen Oct. 1972
32 pp.
13. "Aspects on the construction of the Hong Kong
Cross-Harbour tunnel". Notat utarbeidet av
Scott, Wilson, Kirkpatrick & Partners, Hong Kong
14. "Cross-Harbour Tunnel". Orienteringsfolder
som beskriver prosjektet. Tunnel Managers
Office, Hong Kong
15. "Aberdeen tunnel-Main Contract,
Prequalification of contracts - Project
Summary" 6 p 3 fig. Prepared by Maunsell
Consultants, Asia, Hong Kong. Mimeographed.
16. "Second Lion Rock Tunnel - Principal data"
Notat utarbeidet av Hong Kong.
Highway Department, New Territories Division
6 p 1 fig. Mimeographed.
17. "Immersed Tube Tunnel Experience"
Per Hall Consultants Ltd, Hong Kong, 1976.
18. "The present status of tunneling activities
in Japan" Japan Tunneling Association,
July 1975, 321 p.
19. Diverse dataloger over borutstyr
fra Koken Boring Machine Co, Ltd og Tone
Boring Co, Ltd.