

土 木 研 究 所 資 料

第 1 5 0 3 号

設計照査システムの提案（その1）

（一連ボックスカルバート为例として）

昭 和 5 4 年 3 月

建 設 省 土 木 研 究 所

土木研究所資料第1503号

設計照査システムの提案（その1） （一連ボックスカルバートを例として）

昭和54年3月

土木研究所企画部システム課

課	長	池	村	雅	司
建設専門官		久	吉	哲	太郎
技術基準係長		工	藤	真	之助
技	官	村	椿	良	範
	〃	庵			直
	〃	樋	口	洋	一

目 次

§ 1. ま え が き	1
§ 2. 設 計 の 流 れ と 照 査 項 目	3
§ 3. 設 計 成 果 の 照 査 手 段	6
§ 4. ボ ッ ク ス カ ル バ ー ト の 設 計 照 査	8
4 - 1 概 説	8
4 - 2 設 計 の 流 れ と 照 査 事 項	9
4 - 3 照 査 リ ス ト	9
4 - 4 各 部 材 の 設 計 照 査	16
4 - 4 - 1 横 方 向 の 設 計 照 査	16
4 - 4 - 2 縦 方 向 の 設 計 照 査	20
4 - 4 - 3 翼 壁 の 設 計 照 査	30

§1. ま え が き

建設事業を円滑に推進するための省力化施策は時代の要請であり、そのため新しい技術の有効利用から土木構造物の設計作業の分野にもコンピュータの導入が図られるようになった。そして、これらはその後の構造物の設計体系を大きく変化させており、改訂が進められている基準類もコンピュータ利用を加味したものが多くなっている。

一方、現場の技術者は、事業量の増大と多様化した社会での事業実施のため多くの問題点をかかえており、構造物設計の時間的余裕も奪われがちで、最近ではそのほとんどをコンサルタント利用という手段にゆだねているのが実情である。

このように、設計方式は益々複雑化する傾向にあるのに対して、現場技術者は設計作業から遠のくという相反する状態においては、コンピュータ利用による設計成果を審査するということは困難であろうし、たとえ審査するにしても多くの時間と苦勞を強いられることになる。

したがって、このような問題に対処するためには、新しい設計体系および照査体系の確立を図る必要があり、土木研究所システム課では次のような課題と取り組んでいる。

- ① 標準設計の成果および自動設計を利用した設計照査システムの開発
- ② 直接設計システムの開発

すなわち、標準設計および自動設計で目的とする設計方式の統一化に準じた設計成果の場合は、標準設計および自動設計の成果を統計処理等の手段によって図表化あるいは式化しておけば、設計条件と構造諸元との関係を知ることができ、設計条件と構造諸元の中に位置するモデルを解した設計々算を行うこともなく構造諸元を設定したり（概略設計として有効である）または設計成果物の照査ができることになる。

図－1は、現状の設計体系とその成果を利用した新しい設計体系の関連図であるが、それぞれのシステムの完成によって機能的に連係でき、また、各種構造物の設計マニュアルの作成も可能となり、構造物設計を総合的に行うことができる。たとえば設計成果の構造諸元を直接照査しようとする場合は、システム④の結果を用いればよいし、設計の手順通りに諸数値を照査しようとする場合は、システム②～④で得られる結果を用いることができる。また、システム⑤の作成によって経済性が判断でき、さらに構造物を総合的に判定できるシステム①の作成が可能となり計画時に多くの情報を入手でき、比較設計システムとして利用できよう。

現在までに、土木構造物のボックスカルバートについて、図－1に示すシステム②～④の検討

を終えたので、その成果を報告し御批判を賜りたい。

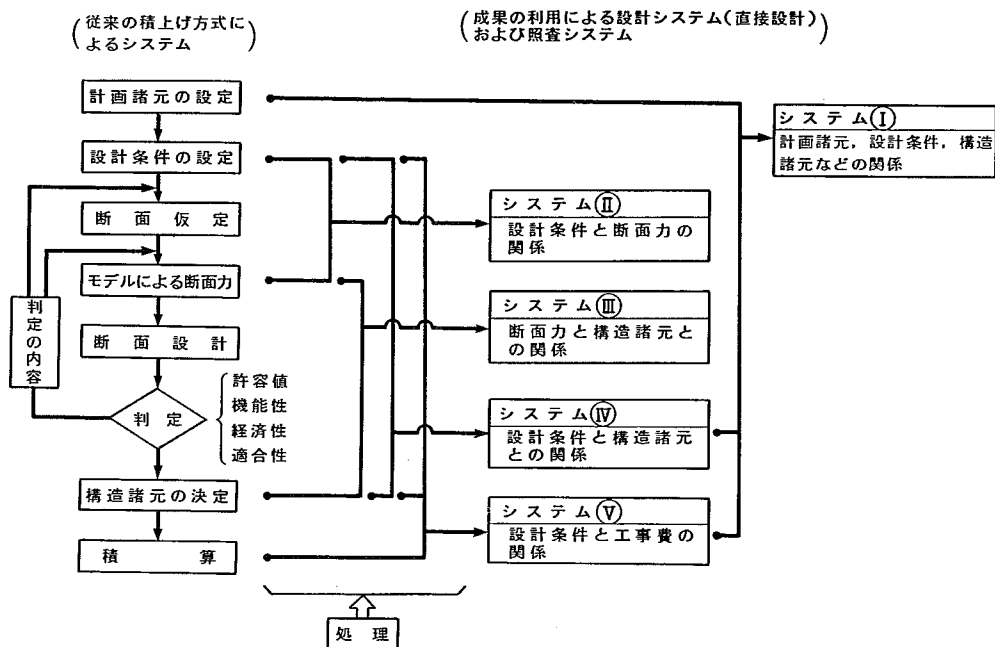


図 - 1 システム関連図

§ 2. 設計の流れと照査項目

土木構造物の設計は、一般的には図-2に示す流れに従って行われる。そしてその設計照査は、図-2に示す発注時期によって変化するが、大きく分けると次の段階で行う必要がある。

第1段階 設計条件設定までに關する照査

第2段階 設計々算に關する照査

第3段階 図面作成及び材料計算に關する照査
まず、第1段階で行う照査は、最も重要なものであり、次のような誤りを正すために行う。

- ① 計画に際しての他機関あるいは地元との協議不足
- ② 設計条件の打合せの不備及び取り違い
- ③ 調査地点の誤りまたは調査方法の不適合性

次の第2段階で行う照査は、設計々算モデルの妥当性の検討であり、次のような誤りを正すために行う。

- ① 初期的設定の誤りによる設計々算そのもののむり、むら
- ② 計算理論の誤りあるいはその適用上の誤り
- ③ 各種基準の規定に適合しないもの、あるいはその適用上の誤り
- ④ 設計々算の誤り
- ⑤ 技術的検討不足

すなわち、電子計算を利用した設計の場合、プログラム開発の時点でどのような体制をとっているかが問題であり、委員会等による学識経験者で審査をしている場合は問題はないが、少人数で開発されたプログラムでは、技術的検討不足になりやすいし、開発者の思い込みなども多く手順の誤りも起こる。

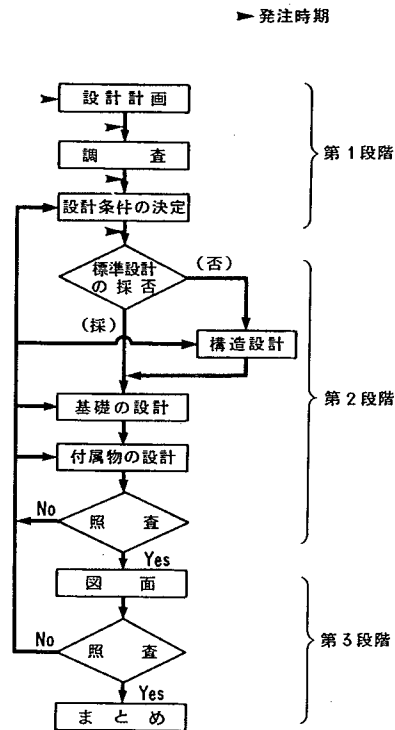


図-2 設計の流れ

また、構造が複雑になると次のようなユーザーによる使用ミスも考えられる。

(1) プログラムの適用範囲を越えて使用した場合のエラー

プログラム開発者は、各々の使用目的に合わせて開発することが多いため、プログラムには使用可能範囲がある。例えば、平面骨組解析のためのプログラムの場合、構造モデルの節点数、部材数、荷重の数及び形式などの制限領域が一般的に定められている。それ以上の節点数、部材数または荷重を用いて計算しても正しい演算が期待できなくなる。

したがって、プログラムの使用可能な領域が明確にされているか、またそれを把握して使用したのかチェックする必要がある。

(2) 不適当な構造モデルの設定によるエラー

設計業務の自動化は、対象構造物を先にモデル化して設計々算を行うもので、計算結果が実構造物の力学的特性を十分反映できるモデルでなければならない。例えば、土圧の計算において、クーロンの方法による場合は、その計算式に対する制限条件が設けられているし、図-3に示すような背面形状が不規則な形状をしている場合は適用が妥当でない。

また、ボックスカルバートの解析プログラムでは一般的な正方形に近い形状でモデル化されている場合、それに対して極端に偏平な形状寸法に使用する場合などは、正しい演算結果は得ることができない。

したがって、解析に用いた構造モデルが理論上の仮定に整合させているかの技術的検討の度合をチェックする必要がある。

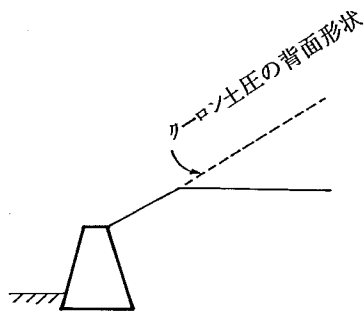


図 - 3

(3) 入力データの作成エラー

入力データに誤りがあると正確な計算結果が得られない。ユーザーにおいても、このエラーは案外見過しやすすいもので、入力データのオーダーチェックは必ず行うよう心掛けるべきである。入力データによるエラーとしては、次のようなものが考えられる。

- ① フォーマットエラー
- ② 単位、位取りのエラー
- ③ 符号のエラー
- ④ 転記によるエラー

㊦ パンチエラー

㊧ カード枚数の不足によるエラー

㊨ シーケンスエラー

したがって、既開発のプログラムを利用した設計成果を照査する場合は、まず、利用するプログラムが他組織において開発された同種のプログラムと整合性があるかどうかチェックしておくことも必要となる。

さらに、付属物の設計に対しては、本体構造部との整合性の照査が特に重要である。

第3段階で行う照査は、仕上げに関する部分の照査であり、次のような誤りを正すために行う。

- ① 計算結果との不整合
- ② 図面の書き違い
- ③ 材料計算の誤り
- ④ 製作、施工上難点のあるもの

すなわち、いかに設計々画、設計々算が充分に行われていてもそれらの結果を表示する部分で誤りがあっては何んにもならない。この段階では、設計々算上表われない構造細目の照査も重要であり、合わせて製作、施工性について照査を行う。

§ 3. 設計成果の照査手段

土木構造物の設計成果を照査する手段としては、次のような方法が考えられる。

- (1) 既往の設計成果またはそれらをまとめた調査表によって照査する方法
- (2) 類似の標準設計と比較し照査する方法
- (3) 自動設計プログラムの利用による設計成果を処理した照査システムによる方法

(1)および(2)の方法は、従来我々が設計を行った場合において用いていた方法であるが、(3)については次のようなシステムが考えられる。なお、本研究の内容もこれに準じたものである。

- ① 1つの条件と諸元との関係をプロットすることによって、設定範囲内の設計条件に対する構造諸元を推定し得る図表による方法

例えば、図-4(a)に示すような支間とけた高の関係、(b)に示す曲げモーメントと鉄筋量の関係などは、一元的に表示し得る。

- ② 複数の条件を示す座標軸の関係から、結果的に1つの諸元が求められる設計プログラムによる方法

例えば、図-5に示すのはボックスカルバートの縦方向筋を求めるための設計曲げモーメントの算定プログラムであるが、横方向の設計で求まっている断面諸元を利用して、断面二次モーメント(I_0)→地盤反力係数(k)→カルバート長(l)をたどると、設計曲げモーメント(M_0)を求めることができる。

- ③ 自動設計プログラムによって各種の設計条件に対するデータを発生させ、これらを統計処理することによって、設計条件と構造諸元の関係を回帰式によって推定する方法

例えば、図-6に示すような条件で土圧を計算する場合、最大土圧を与えるすべり角 α を試行計

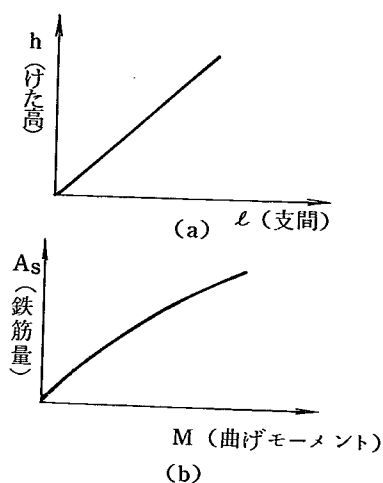


図 - 4

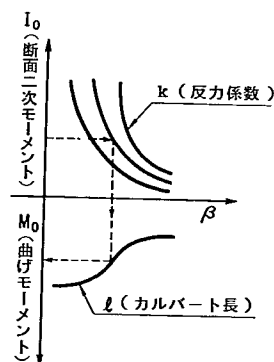


図 - 5

算によって求める必要があるが、プログラムによって H , H_0 , n , ϕ などと α の関係データを発生させ、これを統計解析すれば、1つの回帰式が設定できる。

すなわち、

$$\alpha = a + b \cdot H + c \cdot H_0 + d \cdot n + e \cdot \phi$$

というような関係に置きかえることができる訳

で、設計条件を代入し、代数計算のみですべり角が推定できる。しかも精度に問題はない。

参考までに、図-6に示すような背面形状における回帰式を以下に示しておく。

$$\alpha = 30.513 + 0.972H - 1.429H_0 - 1.692n + 0.743\phi$$

ここに、

α : 土圧の最大値を与えるすべり角 (°)

H : 擁壁の高さ (m)

H_0 : 擁壁天端上の背面盛土高さ (m)

n : 背面盛土こう配

ϕ : 背面土の内部摩擦角 (°)

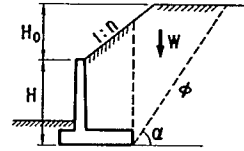


図 - 6

§ 4 ボックスカルバートの設計照査

4-1 概 説

ボックスカルバートは、水路用として、通路用として、また共同溝として数多く設計される構造物である。このようなことから建設省では標準設計を作成しており、標準的な設計条件であればこれを利用することができる。しかしながら、現地の状況によっては標準設計が利用できない設計条件の場合もあり、このような条件下においては、コンサルタント利用などによって別途設計を行うこととなる。

以下の資料は図-7に示すようなボックスカルバートの設計を行う場合の設計条件の設定から部材設計まで、一連の流れに対して照査できるようにとりまとめたものである。なお、計算図表等は概略設計または詳細設計等に利用することもできる。

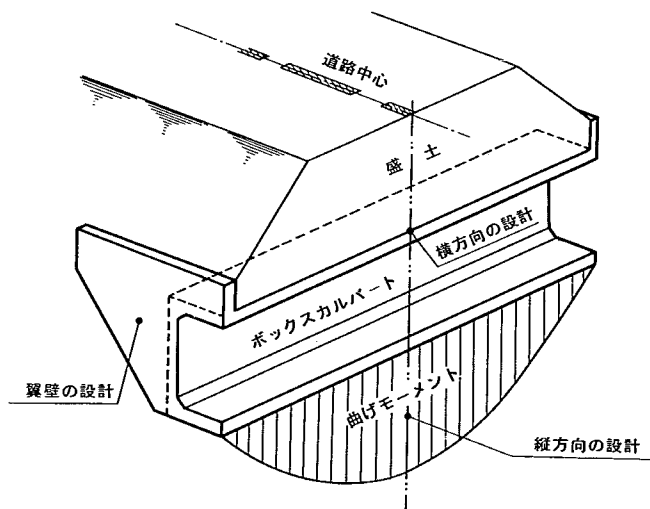


図-7 カルバートの部材構成と設計（道路構造物）

4-2 設計の流れと照査事項

ボックスカルバートの設計は、一般的には表-1に示す流れに従って行われる。また、照査すべき事項の概要および照査手段も流れとの関連付けをしてあるが、詳細については各々の項目にのべる。

表-1

設計の流れ	照査事項	照査手段
設計計画 ① 調査 ② 設計条件の決定 ③ 標準設計の採否 (採) 図面検査 ④ 照査 横方向の設計 縦方向の設計 付属物の設計 基礎の設計 継手等構造細部の設計 ⑤ 照査 図面作成 ⑥ 照査 材料積算 ⑦ 照査 まとめ	① ○目的、位置、数高、方向 ○内空寸法 ○施工条件 ② ○現地調査 ○土質調査及び試験 ③ ○盛土形状(土かぶり) ○構造形式、長さ ○単位重量、材料強度 ○基礎形式 ○構造細目 ④ ○設計条件との整合性 ○図面番号 ⑤ ○本体設計 断面力 断面設計 } の妥当性 ○付属物の設計 本体との整合性 ○基礎設計の妥当性 ○細部設計の妥当性 ⑥ ○計算結果との整合 ○形状寸法、配筋量の 総合判定(施工性) ○図面の書き方 ⑦ ○積算基準との整合 ○材料区分の仕方	照査リスト ○横方向の設計 (設計資料-1および2参照) - 設計条件-断面寸法 - 設計条件-配筋量 ○縦方向の設計 (設計資料-3参照) ○翼壁の設計 (設計資料-4参照)

4-3 照査リスト

前述したごとく設計成果には様々な誤りが考えられる。これらの誤りを完全に防ぐには、多くの技術者が目を通す方法、別の設計機関等で照査を行う方法が考えられるが、このような理想的な照査体制は現状では困難である。

したがって、わずかな人員で短時間に効果的な照査を行うには、照査すべき項目を系統だてた照査リストによる方法が有効である。

ボックスカルバートの設計における照査リストは、一般的な設計条件においては次頁のようなものになるが、これらのリストを設計発注、計画変更、各照査段階における打合せにおいて、双方確認の上作成しておけば誤りを防ぐことができよう。また、これらの記録を保存することによって、将来のメンテナンスにも有効に利用できる。人事交流の激しい現場では、前任者の考え方を把握する上でも貴重な資料となる。

なお、照査リストの判定に当たっては、後述する留意事項も参考となろう。

ボックスカルバートの設計照査リスト①

工 事 名					
担 当 者		照 査			
設 計 者		年 月 日			
設 計 計 画 ・ 設 計 条 件 の 設 定					
番 号	照 査 項 目	判 定	番 号	照 査 項 目	判 定
1	関係官庁及び地元との協議は十分行われているか		5-10	継断こう配に対する対策は	
			5-11	最小部材厚は適当か	
2	関連地域の将来計画との整合は		5-12	鉄筋かぶりは適当か	
3	施工条件の検討	——	5-13	最大鉄筋径, 最小鉄筋径は適当か	
3-1	施工時の交通処理対策は				
3-2	資材の運搬条件は				
3-3	埋設物の有無とその対策は				
3-4	騒音, 振動対策は				
3-5	水質汚濁対策は				
3-6	施工時の切回し条件は				
3-7	危険物使用対策は				
3-8	仮設物の設備, 借地等の対策は				
4	現地調査及び土質調査は十分行われているか				
5	設計条件の設定	——			
5-1	構築位置, 敷高, 方向は適当か				
5-2	内空寸法の決め方は適当か				
5-3	土かぶりの取り方は適当か				
5-4	構造形式は適当か				
5-5	カルバートの長さ, 継手位置は適当か				
5-6	土の単位体積重量は適当か				
5-7	使用材料, 許容応力度は適当か				
5-8	基礎形式は適当か				
5-9	基礎形式による割増し係数は適当か				
〔 特記事項 〕 協議の結果, 施工対策, 設計条件等の必要事項を記入する。					

ボックスカルバートの設計照査リスト②

工事名					
担当者				照 査	
設計者				年 月 日	
設 計 計 算					
番 号	照 査 項 目	判 定	番 号	照 査 項 目	判 定
1	横方向の設計	——	4-6	杭径は適当か	
1-1	標準設計採用→図面番号は正しいか		4-7	杭本数, 間隔, 配置は適当か	
1-2	荷重値は適当か		4-8	基礎地盤の整形の方法は適当か	
1-3	連立方程式の解は正しいか		5	継手の設計	——
*1-4	節点曲げモーメントは $\Sigma M=0$ を満足しているか		5-1	構造は適当か	
1-5	地盤反力と鉛直荷重より $\Sigma V=0$ を満足しているか		5-2	部材厚は適当か	
*1-6	部材厚は適当か		5-3	使用鉄筋径, 間隔は適当か	
*1-7	使用鉄筋径, 間隔は適当か		6	止水壁の設計	——
1-8	曲げモーメントの状態と配筋が整合しているか		6-1	構造は適当か	
1-9	端部の補強, 配筋状態は適当か		6-2	部材厚は適当か	
2	縦方向の設計	——	6-3	使用鉄筋径, 間隔は適当か	
2-1	盛土形状は整合しているか		7	裏込め工の設計	——
*2-2	断面二次モーメント値は適当か		7-1	裏込め材料は適当か	
2-3	地盤反力係数 k は適当か		7-2	地下水等の排水に対する配慮は適当か	
*2-4	設計曲げモーメント値は適当か				
*2-5	使用鉄筋径, 間隔は適当か				
3	ウイングの設計(設ける必要のある場合)	——			
3-1	形状寸法は適当か				
*3-2	土圧合力は適当か				
*3-3	設計曲げモーメントは適当か				
*3-4	使用鉄筋径, 間隔は適当か				
4	基礎の設計	——			
4-1	許容支持力は適当か				
4-2	許容支持力と地盤反力の整合				
4-3	沈下量の推定値は適当か				
4-4	基礎の形状寸法は適当か				
4-5	杭の種類は適当か				
〔特記事項〕 (注) 1.上記照査項のうち*印は, 図表等で照査が可能 2.各照査項目の判定上の注意事項も付記することができる 3.特記事項には修正点, 申し送り事項等を記入する					

ボックスカルバートの設計照査リスト-③

工 事 名			
担 当 者		照 査	
設 計 者		年 月 日	
設 計 図 書			
番 号	照 査 項 目	判 定	
1	各設計図には必要事項が記入されているか		
2	構造図の各部寸法、配筋等は設計計算書と整合しているか	_____	
2-1	横方向の設計図は		
2-2	縦方向の設計図は		
2-3	基礎図は		
2-4	付属物の設計図は		
3	鉄筋の加工寸法は適当か		
4	詳細図は適当か		
5	記入事項の単位は合っているか		
6	材 料 計 算	_____	
6-1	数値は正しいか		
6-2	材種、材質別の区分は良いか		
6-3	単位、位取りは適当か		
〔 特記事項 〕			

ボックスカルバート設計照査リストの判定上の留意事項

1. 設計々画および設計条件の設定に対して

(1) 関係官庁および地元との協議

最近の施工環境はきびしいものがある。特に地域住民のコンセンサスを得るためにはそれなりの対応を図るべきである。

なお、これらの協議結果は将来問題が生じた場合の資料となるので、マイクロ化等を行い保管をしておくとともに、後継者への申し送りは必ず実施する。

(2) 調 査

構造形式、基礎形式、施工法等の検討のためにできるだけ詳細な調査を実施する。

(3) 内空寸法

内空寸法の決定に当たっては、将来計画を考慮しておく。

なお、流量、通行対象の規模、地域分断に対する配慮、視距、付属施設等を考え、十分な余裕をとるのが望ましく、計画の時点で標準設計の集録断面にできるだけ整合させる。

(4) 方 向

カルバートの方向については、できるだけ複雑な構造とならないようにする。切り回しが可能であれば道路中心線に対して90°に配置する。

(5) 土かぶり

土かぶりは将来の維持管理を考え50cm以上確保しておくのが望ましい。また、土かぶりが増減している場合は最大土かぶりを用いる。

(6) 構造形式

ボックスカルバートの構造形式は、敷高、土かぶり、内空寸法等を考慮して定める必要がある。なお、河川構造物の場合は、河川管理施設構造令との整合をとる。

(7) カルバートの長さ

1ブロックの長さは30mを越えないようにする。また、継手の位置は、偏荷重の大きくなる所には設けないようにする。

(8) 基礎形式

制約条件がなければ、直接基礎とするのが望ましい。

(9) 縦断こう配

20%を超える場合は、すべりに対して何んらかの対策を講じておく必要がある。また、このような条件下では、継手を設けることは望ましくないが、やむを得ない場合その構造に対しては十分な配慮をしておく必要がある。

2. 設計々算に対して

(1) 標準設計の利用

標準設計を利用する場合は、横方向の設計に対する照査は不要である。ただし、設計条件に対する図面が正しく検索されているかチェックする必要がある。適用土かぶりに対する照査もれの例が過去に生じており、十分な注意が必要である。

(2) 斜角がつく場合の端部の補強

ボックスカルバートの軸線が道路中心線と斜交する場合、カルバート端部の頂版、低版は、鉄筋が何段にもなりやすいので有効高のとり方および施工性に注意する必要がある。

(3) 連立方程式の解は正しいか

解を方程式に代入し、それが成立するかチェックする。

(4) 縦方向の設計

縦方向の設計で最も重要な部分は地盤反力係数 k 値の推定である。したがって照査はその推定根拠について行う。

なお、縦方向の照査は後述のノモグラムを利用すれば簡単に行うことができる。

(5) 翼壁の設計

形状寸法および配筋量の照査は、カルバート本体との整合性について行う。

(6) 裏込め材

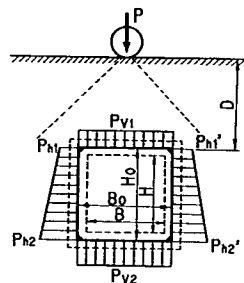
土かぶりが 1 m 以下の場合、裏込め材はできるだけ良質材を用いるのが望ましい。

(7) 排水工

切盛境に設ける場合は、その対策を構じておくことが必要である。

4-4 各部材の設計照査

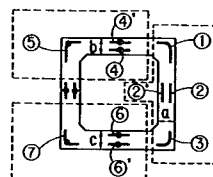
ボックスカルバートの設計成果は、以下に示す各種図表によって照査することができる。なお、各種図表の作成の考え方と設計成果作成時における考え方が一致しない場合（例えば、横方向の設計々算において、たわみ角法による場合とモーメント分配法による場合との違いなど）は、マクロ的な照査は可能であるし、設計条件が中間の場合は、補間することで照査できる。



(a) 作用する荷重

4-4-1 横方向の設計照査

横方向の設計は、図-8(a)に示すような荷重状態に対するラーメン解析を行うことによって、図-8(b)に示すような断面力、部材厚、鉄筋量を求める作業である。したがって、図-8(a)に示すB, H, Dを任意な条件について計算を行い結果を図表化しておけば一般的な条件に対しては照査できる。



①=⑤
③=⑦

(b) 各部の設計値

図-8

本資料では図-9に示す内空寸法を対象として図表化を行っている。その結果を示すものが設計資料-1, 2であり、設計条件は標準設計に準じて次のように定めている。

- ① 土の単位重量 $r = 1.8$
 t/m^3

土の単位重量が変化する場合、土かぶりに換算して利用する。すなわち、

$$h' = h \times \frac{r'}{1.8} \text{ として換算した土かぶりを使用する。}$$

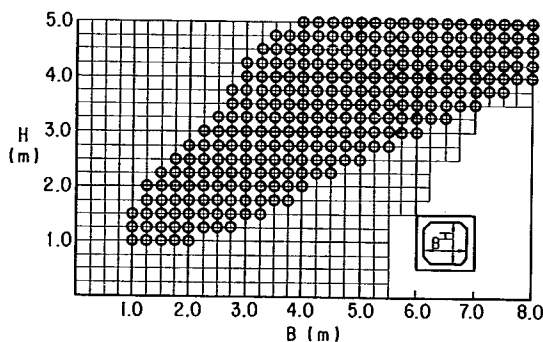


図-9 照査システムの対象範囲

② 許容応力度

コンクリート $\sigma_{ca} = 70 \text{ kg/cm}^2$ $\tau_a = 8.0 \text{ kg/cm}^2$

鉄筋 $\sigma_{sa} = 1600 \text{ kg/cm}^2$

③ 基礎形式, 直接基礎 $\alpha = 1.0$

α が変化する場合, 土かぶりに換算すればよい。すなわち, $h' = h \times \alpha$ として換算した土かぶりを使用する。

④ 鉄筋かぶり

側壁, 頂版 { 部材厚 25 cm の場合 $d' = 6 \text{ cm}$
部材厚 30 cm 以上の場合 $d' = 7 \text{ cm}$
底版 $d' = 10 \text{ cm}$ (外側, 内側は側壁に同じ)

⑤ 活荷重 T-20 による輪荷重載荷

したがって, 設計資料-1, 2 を利用して設計照査を行う場合は, 次のような手順に従えばよい。

(1) 断面力の照査

各部材の各点における断面力は, 図-10 に示すノモグラム (設計資料-1 より抜粋したもの) で照査する。図-10 は内空幅 2.0 m を基準とした内空高-土かぶりの関係を側壁下部の隅角部について図示したもので, 設計条件を $B \times H = 2.0 \text{ m} \times 2.0 \text{ m}$, $D = 4.5 \text{ m}$ の場合には, 図中の点線のようにたどることによって, 曲げモーメント ($M = -3.5 \text{ t} \cdot \text{m}$), せん断力 ($S = 7 \text{ t}$), 軸力 ($N = 13 \text{ t}$) を求めることができる。

なお, 図-9 に示す対象断面について, 各点の断面力を検索できるようにしたため, 図-10 のようなノモグラムは, 274 枚 (設計資料-1 参照) を用意した。

(2) 部材厚及び鉄筋量の照査

次に任意の内空寸法と土かぶりに対する各部材厚及び主鉄筋量 (鉄筋間隔を 125 mm として統一した場合) を表-2 (設計資料-2 より抜粋したもの) のようにまとめた。たとえば, 内空寸法 $B \times H = 3.25 \text{ m} \times 3.25 \text{ m}$, 土かぶり $D = 2.5 \text{ m}$ の場合は, 次のように求められるので, これと設計成果の結果を比較照査する。この場合, $D = 2.5 \text{ m}$ に対しては, 空白欄となっているが, この場合は, 最寄りの左欄の数値を使用すればよい。

(3) 実応力度の照査

実応力度の照査は、設計資料-1のノモグラム30, 31(単鉄筋長方形断面の実応力度)によればよい。なお、ノモグラム31は鉄筋比(P)が小なる場合に使用する。

以下、例題によって、使用方法を説明する。

$$M = 7.0 \text{ t} \cdot \text{m}, \quad N = 1.30 \text{ t}, \quad b = 100 \text{ cm}, \quad T = 35 \text{ cm}, \quad A_s = 15.888 \text{ cm}^2$$

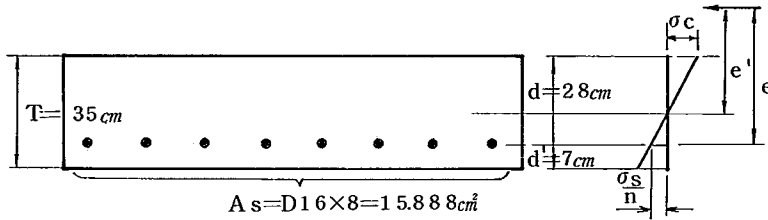


図 - 11

○ $\frac{d}{e}$ を求める。

$$\begin{aligned} e &= e' + \frac{T}{2} - d' = \frac{M}{N} + \frac{T}{2} - d' \\ &= \frac{700000}{13000} + \frac{35}{2} - 7 = 64.3 \text{ cm} \\ \therefore \frac{d}{e} &= \frac{28.0}{64.3} = 0.435 \end{aligned}$$

○ $P = \frac{A_s}{b \cdot d}$ を求める。

$$P = \frac{15.888}{100 \times 28} = 0.00567$$

○ 図-11より、 $\frac{d}{e} = 0.435$, $P = 0.00567$ に対する C , $\beta = \frac{\sigma_s}{\sigma_c}$ を見出す。

$$C = 0.175, \quad \beta = 2.2$$

以上より、

$$\sigma_c = \frac{N \cdot e}{b \cdot d^2 \cdot C} = \frac{13000 \times 64.3}{100 \times 28^2 \times 0.175} = 60.9 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = \beta \cdot \sigma_c = 2.2 \times 60.9 = 133.98 \text{ kg/cm}^2$$

4-4-2 縦方向の設計照査

ボックスカルバートの損傷のほとんどは、縦方向の応力不足によるものである。これは縦方向の設計を行うための基礎地盤に対する諸値の決定が明確でないことが最大の原因である。

したがって、縦方向に対する設計照査においては、まず地盤に対する諸値が妥当であるかどうかチェックすることが必要で、それらを用いた計算の照査は、設計資料-3に示すノモグラムを利用すれば簡単に行うことができる。なお、ノモグラムは、ボックスカルバートを弾性床上のはりとして解析したもので、その利用に際しては次の点を考慮しておくことが必要である。

- ① カルバートの沈下によって、カルバート端部と地盤との間に生ずるせん断力は無視している。したがって、カルバート全長にわたって等分布荷重が載荷される場合は、縦方向には曲げモーメントは生じない。
- ② 地盤反力係数(k)は、地盤全体にわたって変化しないとして計算している。なお、k値の決定に際しては十分な検討を行う。
- ③ ノモグラムの適用範囲は次のとおりとする。
 - ④ 土かぶり高さ $D \leq 1.0 \text{ m}$
 - ④ カルバートの長さ $l \leq 3.0 \text{ m}$
 - ④ 地盤反力係数 $0.1 \leq k \leq 5.0$
 - ④ 材料強度及び許容応力度 建設省制定土木構造物標準設計第1巻に準ずる。

(1) ノモグラムの利用に必要なデータ

- ① ボックスカルバートの断面寸法
- ② ボックスカルバートの長さ
- ③ 土かぶり高さ及び盛土形状
- ④ 盛土材料の単位重量
- ⑤ 地盤反力係数

(2) 設計曲げモーメントおよび配筋量の求め方

ノモグラムの利用は次に示す手順によって行なえばよい。なお、設計条件が中間にある場合はすべて補間によって調整すればよい。

(手順-1) $I/B_0 \rightarrow k \rightarrow \beta \rightarrow \ell \rightarrow M_0$ の検策

単位カルバート幅の断面二次モーメントを求め、ノモグラム-32 およびノモグラム-33により $I/B_0 \rightarrow k \rightarrow \beta \rightarrow \ell \rightarrow M_0$ を見出す。なお、 $I/B_0 \rightarrow k \rightarrow \beta$ の関係を見出す場合、 $I/B_0 \leq 10 \text{ m}^4$ においてはノモグラム-32、 $I/B_0 \geq 10 \text{ m}^4$ においてはノモグラム-33を適用する。 $\beta \rightarrow \ell \rightarrow M_0$ の関係はすべてノモグラム-32の下段を適用する。

(手順-2) 土かぶり高 h に対する曲げモーメントの補正

ノモグラム-32によって求められた曲げモーメント M_0 は、土かぶり高さ 5 m を基準として作成してあるので、実際の土かぶり高さ $h(\text{m})$ に対して補正する。

$$M_1 = M_0 \times h / 5 \quad (\text{t} \cdot \text{m} / \text{m})$$

(手順-3) 盛土天端中心の移動に対する曲げモーメントの補正

適用するカルバートの長さ上の盛土天端中心が移動している場合には、その偏心に対して曲げモーメントを補正する。

偏心量 $\rightarrow$ 補正係数(α)はノモグラム-34から見出す。

$$M_2 = M_1 \times \alpha \quad (\text{t} \cdot \text{m} / \text{m})$$

(手順-4) 端モーメントに対する曲げモーメントの検索

樋門・樋管の門柱等による端モーメントがカルバートの端部に生ずる場合はノモグラム-35によって見出す。

なお、ノモグラム-35は端部に単位集中曲げモーメントを作用させた場合であるから、読み取った値 (M_3) を実際の作用曲げモーメント (M_a) によって補正する。

$$M_4 = M_3 \times M_a \quad (\text{t} \cdot \text{m} / \text{m})$$

(手順-5) 設計曲げモーメントの計算

設計曲げモーメントは以上の手順によって求めた値を合計すればよい。

$$M = M_2 + M_4 \quad (\text{t} \cdot \text{m} / \text{m})$$

(手順-6) 鉄筋量を求める。

底版単位幅当りに配筋する鉄筋量は、ノモグラム-36によって求める。

(3) 使用例

設計条件

- 断面形状 (図 - 12)
- 盛土形状 (図 - 13)
- $k = 1.8 \text{ Kg/cm}^2$
- $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$
- $\sigma_{sa} = 1600 \text{ kg/cm}^2$
- $\sigma_{ca} = 70 \text{ kg/cm}^2$

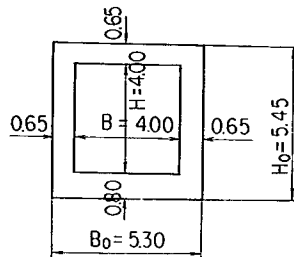
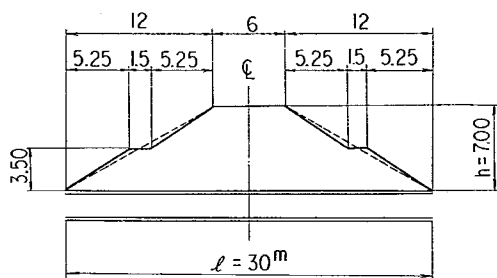


図 - 12



単位 (m)

図 - 13

(手順 - 1) $I/B_0 \rightarrow k \rightarrow \beta \rightarrow \ell \rightarrow M_0$ の検索

設計資料より $B = 4.00 \text{ m}$ $H = 4.00 \text{ m}$ $D \leq 8.25 \text{ m}$ に対する断面二次モーメントは $I = 49.96 \text{ m}^4$ であるから

$$I/B_0 = 49.96 / 5.3 = 9.43 \text{ m}^4/\text{m}$$

○ $I/B_0 \rightarrow k \Rightarrow \beta$ (ノモグラム - 32)

$$\begin{aligned} I/B_0 &= 9.43 \text{ m}^4/\text{m} \\ k &= 1.8 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned} \quad \} \rightarrow \beta = 0.066$$

○ $\beta \rightarrow \ell \Rightarrow M_0$ (ノモグラム - 32)

$$\begin{aligned} \beta &= 0.066 \\ \ell &= 30 \text{ m} \end{aligned} \quad \} \rightarrow M_0 = 192 \text{ t} \cdot \text{m}/\text{m}$$

(手順 - 2) 土かぶり高 (h) に対する曲げモーメントの補正

$$M_1 = M_0 \times h / 5 = 192 \times 7 / 5 = 268.8 \text{ t} \cdot \text{m}/\text{m}$$

(手順-3) 盛土天端中心の移動に対する曲げモーメントの補正

設計条件において盛土天端中心の移動(対称)がないから補正を行う必要はない。

(手順-4) 設計曲げモーメントの計算

$$M = M_1 = 268.8 \text{ t} \cdot \text{m}/\text{m}$$

(手順-5) 鉄筋量の算定

(ノモグラム-36)

$$\begin{aligned} M &= 268.8 \text{ t} \cdot \text{m}/\text{m} \\ x &= d - \frac{t}{2} = 505 - \frac{65}{2} = 472.5 \text{ cm} \end{aligned} \quad \} \rightarrow A_s = 36 \text{ cm}^2$$

なお、鉄筋径及び間隔は横方向の設計結果との整合をとって定める。

(4) 参考資料

(a) 標準設計集録断面に対する断面定数表

表-3 (その1) 一連ボックスカルバート断面二次モーメント表

カルバート寸法(m)		頂版厚 t_1 (cm)	底版厚 t_2 (cm)	側壁厚 t_3 (cm)	断面二次 モーメント I (m ⁴)	土 か ぶり 最大適用範囲(m)
B	H					
1.0	1.00	25	30	25	0.38	11.0
	1.25	25	30	25	0.56	10.75
	1.50	25	30	25	0.79	10.75
1.25	1.00	25	30	25	0.43	9.0
	1.25	25	30	25	0.64	8.75
		30	35	25	0.79	11.0
	1.50	25	30	20	0.90	8.75
		30	35	25	1.09	10.75
1.50	1.00	25	30	25	0.49	6.5
		30	35	25	0.58	9.0
	1.25	25	30	25	0.72	7.25
		30	35	25	0.89	9.0
	1.50	25	30	25	1.01	7.25
		30	35	30	1.31	9.0
		35	40	35	1.66	11.25
	1.75	30	35	30	1.74	9.0
		35	40	30	2.06	10.75
	2.00	30	35	30	2.25	8.75
		35	40	35	2.80	10.5
1.75	1.25	25	30	25	0.80	5.75
		30	35	30	1.05	7.75
		35	40	30	1.27	9.75
	1.50	30	35	30	1.45	7.75
		35	40	30	1.73	9.75
	1.75	30	35	30	1.92	7.75
		35	40	30	2.27	9.5
	2.00	30	35	30	2.47	7.25
		35	40	35	3.07	9.0
		40	45	35	3.55	10.75
	2.25	30	35	30	3.10	7.0
		35	40	30	3.62	9.0
		40	45	40	4.66	10.25
2.00	1.50	30	35	30	1.58	6.75
		35	40	30	1.90	8.5

表-3 (その2)

一連ボックスカルバート断面二次モーメント表

カルバート寸法(m)		頂版厚	底版厚	側壁厚	断面二次 モーメント	土 か ぶり 最大適用範囲(m)
B	H	t ₁ (cm)	t ₂ (cm)	t ₃ (cm)	I (m ⁴)	
2.25	1.75	30	35	30	2.09	6.5
		35	40	30	2.48	8.0
	2.00	30	35	30	2.69	6.5
		35	40	35	3.34	8.0
		40	50	35	4.13	10.0
	2.25	30	35	30	3.37	6.25
		35	40	35	4.17	7.5
		40	45	35	4.79	9.0
		45	50	40	5.74	10.25
	2.50	30	35	30	4.15	5.5
		35	40	35	5.11	7.75
		40	45	40	6.16	9.0
		45	50	40	6.97	10.25
	1.75	30	35	30	2.27	5.75
		30	35	30	2.91	5.5
	2.00	35	40	35	3.60	7.0
		40	45	35	4.18	8.5
		45	55	40	5.34	10.0
		30	35	30	3.64	5.25
	2.25	35	40	35	4.49	7.0
		40	50	40	5.78	8.75
		50	55	40	6.99	10.5
		30	35	30	4.48	4.5
	2.50	35	40	35	5.50	6.75
		40	45	40	6.61	8.0
		45	50	40	7.49	9.5
		30	35	30	5.42	3.75
	2.75	35	40	35	6.63	6.25
		40	45	40	7.95	7.75
		45	55	45	9.91	9.75
2.50	1.50	30	35	30	1.85	5.0
	1.75	30	35	30	2.44	5.0
	2.00	30	35	30	3.13	4.75
		35	40	35	3.87	6.25

表-3 (その3)

一連ボックスカルバート断面二次モーメント表

カルバート寸法(m)		頂版厚 t_1 (cm)	底版厚 t_2 (cm)	側壁厚 t_3 (cm)	断面二次 モーメント I (m ⁴)	土 か ぶ り 最大適用範囲(m)
B	H					
2.50	2.00	40	45	35	4.49	7.5
	2.25	30	35	30	3.91	4.5
		35	40	35	4.81	6.25
		40	50	40	6.19	7.75
	2.50	30	35	30	4.80	4.5
		35	40	35	5.88	6.25
		40	45	40	7.07	7.75
		45	50	40	8.02	8.5
		55	60	45	10.51	10.5
	2.75	30	35	30	5.80	3.25
		35	40	35	7.08	5.5
		40	45	40	8.48	7.0
		45	55	45	10.57	9.0
		50	60	45	11.80	10.25
	3.00	30	35	30	6.92	2.75
		35	40	35	8.42	4.75
		40	45	40	10.05	7.0
		45	55	45	12.46	9.0
2.75	2.00	30	35	30	3.35	3.75
		35	40	35	4.17	5.75
	2.25	30	35	30	4.18	3.5
		30	45	35	5.14	5.5
	2.50	30	35	30	5.13	3.25
		35	40	35	6.27	4.75
		40	45	40	7.53	6.5
	2.75	30	35	30	6.19	2.75
		35	40	35	7.54	4.75
		40	45	40	9.02	6.25
		45	55	45	11.23	8.0
		50	60	45	12.55	9.25
	3.00	30	35	30	7.37	2.25
		35	40	35	8.95	4.25
		40	45	40	10.68	6.25
		45	55	45	13.23	8.0

表-3 (その4)

一連ボックスカルバート断面二次モーメント表

カルバート寸法(m)		頂版厚 t_1 (cm)	底版厚 t_2 (cm)	側壁厚 t_3 (cm)	断面二次 モーメント I (m^4)	土 か ぶり 最大適用範囲(m)
B	H					
2.75	3.00	55	60	50	16.13	9.25
3.00	1.75	30	35	30	2.79	3.0
		35	40	35	3.47	5.0
		40	45	40	4.21	6.25
	2.00	30	35	30	3.57	3.0
		35	40	35	4.40	5.0
		40	45	40	5.32	7.25
	2.25	30	35	30	4.45	2.5
		35	40	35	5.46	4.75
		45	50	40	7.51	7.0
	2.50	30	35	30	5.45	2.75
		35	40	35	6.66	4.5
		40	50	40	8.49	6.5
	2.75	30	35	30	6.57	2.25
		35	40	35	8.00	4.0
		40	45	40	9.56	5.75
		45	55	45	11.89	7.5
	3.00	35	40	35	9.49	3.75
		40	45	40	11.30	5.5
		45	55	45	13.99	7.5
		55	65	50	17.89	9.5
	3.50	35	40	35	12.93	2.5
		40	45	40	15.32	4.25
		40	50	45	16.89	6.0
		50	60	50	21.66	8.25
		35	45	40	18.93	2.75
	4.00	40	45	45	21.05	4.5
		45	55	50	25.59	6.75
		50	65	55	30.51	8.25
		35	40	35	4.93	3.0
3.50	2.00	40	45	40	5.95	5.0
		35	40	35	7.44	3.0
	2.50	40	45	40	8.90	4.75
		35	40	35	8.92	2.75
	2.75	35	40	35		

表-3 (その5)

一連ボックスカルバート断面二次モーメント表

カルバート寸法(m)		頂版厚 t_1 (cm)	底版厚 t_2 (cm)	側壁厚 t_3 (cm)	断面二次 モーメント I (m ⁴)	土 か ぶり 最大適用範囲(m)
B	H					
3.50	2.75	40	45	40	10.63	4.5
	3.00	35	40	35	10.56	2.5
		40	45	40	12.55	4.25
		45	50	45	14.70	5.5
		50	60	50	17.90	7.0
		55	70	55	21.10	8.5
	3.50	35	40	40	14.97	2.5
		40	45	45	17.65	4.25
		45	50	55	21.58	6.0
		55	65	55	27.22	7.75
		65	75	60	33.50	9.25
	4.00	35	45	40	20.85	2.5
		40	50	45	24.37	4.0
		45	55	50	28.11	5.75
	4.50	40	50	45	31.04	3.0
		45	55	50	35.70	4.5
		50	60	55	40.64	6.0
4.00	2.50	40	45	40	9.81	3.25
		45	50	45	11.54	4.75
		50	60	50	14.17	6.0
	2.75	40	45	40	11.71	3.25
		45	55	50	14.97	4.75
		50	60	50	16.78	6.0
	3.00	40	45	40	13.80	3.0
		45	50	45	16.14	4.25
		50	60	50	19.64	6.0
	3.50	40	45	40	18.60	2.5
		40	50	45	20.39	3.5
		45	55	50	23.58	5.0
	4.00	40	45	45	25.22	2.5
		45	50	50	29.17	4.0
		50	60	55	34.93	5.5
		55	70	60	41.15	6.75
		65	80	65	49.96	8.25
	4.75	45	50	50	41.40	2.75

表-3 (その6)

一連ボックスカルバート断面二次モーメント表

カルバート寸法(m)		頂版厚 t_1 (cm)	底版厚 t_2 (cm)	側壁厚 t_3 (cm)	断面二次 モーメント I (m ⁴)	土 か ぶり 最大適用範囲(m)
B	H					
4.00	4.75	50	55	55	47.16	4.25
		55	65	60	55.43	6.0
4.50	3.00	40	50	45	16.47	2.5
		45	55	50	19.12	4.25
	3.50	45	50	45	23.54	2.75
		45	55	50	25.57	4.0
	4.00	40	45	45	27.30	2.0
		45	50	50	31.55	3.25
		50	60	55	37.78	4.75
	4.50	45	55	50	41.93	3.0
		50	60	55	47.63	4.25
		55	65	60	53.66	5.25
		60	75	65	62.31	6.5
		70	85	70	74.44	7.75
5.00	3.50	45	55	50	27.57	3.0
		55	65	60	35.66	5.0
	4.00	50	55	55	38.76	2.75
		55	65	60	45.84	4.5
	4.50	50	55	55	48.89	2.5
		55	60	60	55.17	3.75
		60	70	65	64.31	5.0
	4.75	50	55	50	54.48	2.5
		55	60	60	61.41	3.75
		60	70	65	71.44	5.0
6.00	4.75	50	60	60	66.31	2.25
		60	70	70	82.77	3.75
		65	80	75	94.95	4.75
6.50	4.75	50	60	55	68.49	1.5
		55	65	65	78.63	2.5
		75	65	75	96.81	3.75
7.00	4.75	55	65	60	81.16	1.75
		60	80	70	99.37	2.75

(b) 断面二次モーメントの計算方法

表 - 4

要素	A_i	Y_i	$A_i Y_i$	$A_i Y_i^2$	I_{oi}
①	$(B+2t_3) \times t_1$	$H+t_2+0.5t_1$			$\frac{1}{12}(B+2t_3) \times t_1^3$
②	$(B+2t_3) \times t_2$	$0.5t_2$			$\frac{1}{12}(B+2t_3) \times t_2^3$
③	$2 \times H \times t_3$	$t_2+0.5H$			$\frac{1}{6} \times t_3 \cdot H^3$
Σ					

$$Y_L = \frac{\Sigma A_i Y_i}{\Sigma A_i}$$

$$I = \Sigma A_i Y_i^2 + \Sigma I_{oi} - Y_L^2 \Sigma A_i$$

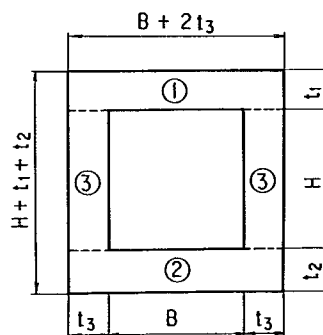


図 - 1 4

4-4-3 翼壁の設計照査

盛土部にボックスカルバートを設ける場合、カルバートの長さを短かくすることから翼壁を設け、盛土をおさえる構造とする場合が多い。この場合の翼壁に作用する土圧は、一般に図-15に示すような状態を考慮して計算するが、翼壁下面のすりつけ勾配(n)と翼壁付根高さ(h_i)をパラメタとしたノモグラムを作成しておけば、一般的な形状に対しては照査を簡単に行うことができる。

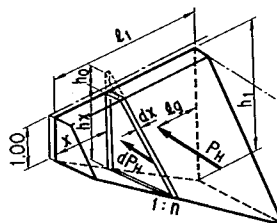


図 - 1 5

以下に設計資料-4に示すノモグラムの使用手順及び使用例を示すが、照査はこれによって得られた結果と設計成果を比較検討する。

なお、計算結果の照査と同時に検討すべき事項は次のようなものが考えられる。

① 翼壁の形状寸法

翼壁の形状は、必要最小限とすべきで、標準的な構造寸法は図-16(a)を参考とする。必要以上の形状とすれば構造的に無理が生じるし、経済的にも問題がある。またボックスカルバート本体の構造寸法および配筋(径、間隔)との整合をとることも必要である。

② 本体部の補強

翼壁に作用する土圧によってボックスカルバート本体の側壁には、曲げモーメントとせん断力が生じ、本体横方向の断面力と組合わされて複雑な応力状態となる。このようなことから、側壁には図-16(b)に示すような補強鉄筋を考慮しておくことが必要である。

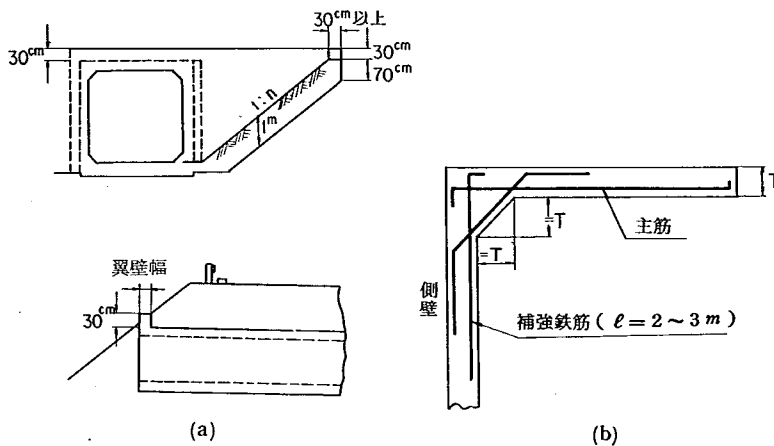


図-16 翼壁の標準形状

(I) ノモグラムの使用方法

a) 図-17に示すように $S \leq 50 \text{ cm}$ の場合(使用例-1参照)

手順-1 背面水平、背面盛土等の設計条件に従って
ノモグラム-37 又は、ノモグラム-38 から h_1 に対する曲げモーメント(M)を見出す。

手順-2 ノモグラム-39 により(M)に対する翼壁有効高(d), または全厚(T)を見出す。

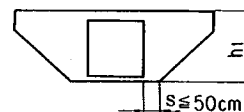


図-17

手順-3 ノモグラム-40により(d)に対する鉄筋量または(T)に対する鉄筋量を見出す。

手順-4 カルバート本体の配筋状態に合わせ鉄筋間隔及び鉄筋径を決める。

b) 図-19に示すように $S > 50 \text{ cm}$ の場合(使用例-2参照)

手順-1 上記同様設計条件に従ってノモ

ラム-37又はノモグラム-38から①の部分の h_1 に対する土圧合力(P),
その作用位置(l_s),を見出す。

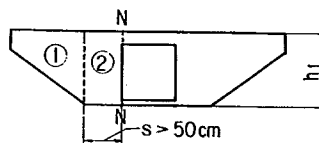


図-18

手順-2 ①の部分のN-Nに対する曲げモ

ーメント($M_1 = P(l_s + a)$)

②の部分のN-Nに対する曲げモーメント($M_2 = P' \cdot \frac{a}{2}$)から設計曲げ
モーメント($M = (M_1 + M_2) / h_1$)を求める。

手順-3 以下は(a)の場合の手順-2以下と同じ。

(2) 使用例

(a) 使用例-1 翼壁背面に盛土がある場合

(i) 設計条件

① 形状寸法 図-19のとおりとする。

② 土の単位重量 $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$

③ 翼壁背面は盛土がある(土
かぶり $D = 2.5 \text{ m}$) 土圧係数
はテルツァギーの表より③を
使うものとするれば

$$C_H = K_H / \gamma = 1.4 / 1.8 = 0.78$$

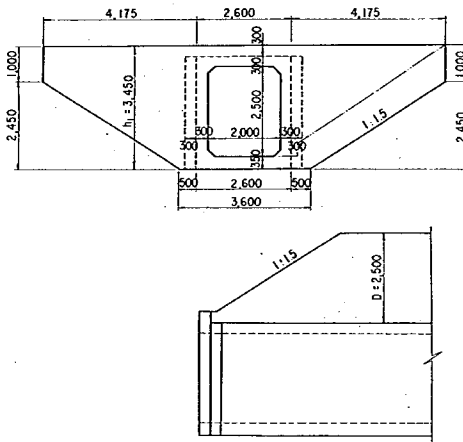


図-19

(ii) 使用手順

図-17に示すように翼壁底

部水平部分が50 cm以下の場合翼壁形状は台形と考えてよい。

(イ) a-a断面に対する曲げモーメント(1 m当り)

ノモグラム-42より, $n = 1.5$, $h_1 = 3.45 \text{ m}$ に対する曲げモーメントを見出す。

$$M = 5.2 \text{ t} \cdot \text{m}$$

(ロ) 翼壁の断面厚及び鉄筋量

ノモグラム-39により $M = 5.2 \text{ t} \cdot \text{m}$ に対する全厚を見出す。

$$D = 30 \text{ cm}$$

また、ノモグラム-40より $M = 5.2 \text{ t} \cdot \text{m}$ に対する鉄筋量を見出す。

$$A_s = 16.15 \text{ cm}^2$$

なお、鉄筋径及び間隔は、ボックスカルバート本体と整合させる。

(b) 使用例-2 翼壁背面が水平の場合

(i) 設計条件

① 形状寸法 図-20のとおりとする。

② 土の単位重量 $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$

③ 土圧係数 $C_H = 0.45$

④ 過載荷重換算高 $h_0 = 0.75 \text{ m}$

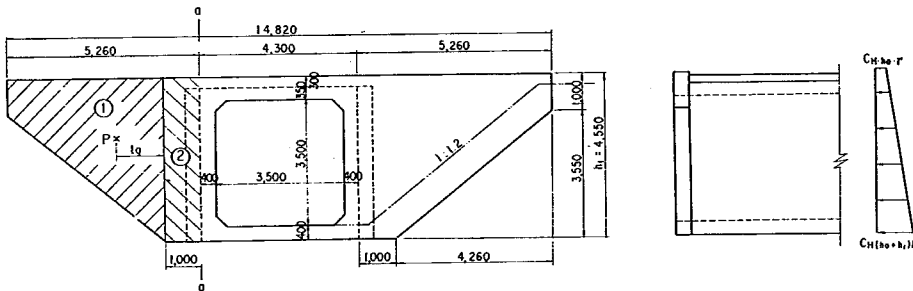


図 - 20

(ii) 使用手順

(イ) a-a断面に対する曲げモーメントの計算

図-20の斜線部のように翼壁を2分割する。

① 台形部のa-aに対する曲げモーメント (M_1) の計算

ノモグラム-41より土圧合力(P)と作用位置までの長さ ℓ_g を見る。

$$P = 24 \text{ t}, \quad \ell_g = 1.43 \text{ m}$$

土圧係数の変化に対する土圧力の換算

$$P' = P \times \frac{0.45}{0.50} = 24 \times \frac{0.45}{0.50} = 21.6 \text{ t}$$

$$\therefore M_1 = P' \times (\ell_g + 1.00) = 21.6 \times (1.43 + 1.00) = 52.49 \text{ t} \cdot \text{m}$$

② 長方形の a-a に対する曲げモーメント (M_2) の計算

土圧力の計算 (土圧分布図より)

$$P = C_R \cdot \gamma (2h_0 + h_1) \times \frac{h_1}{2} \times 1.00$$

$$= 0.45 \times 1.8 \times (2 \times 0.75 + 4.55) \times \frac{4.55}{2} \times 1.00 = 11.15 \text{ t}$$

$$\therefore M_2 = P \times \frac{1.00}{2} = 11.15 \times \frac{1.00}{2} = 5.57 \text{ t} \cdot \text{m}$$

③ 合計曲げモーメント (M)

$$M = M_1 + M_2 = 52.49 + 5.57 = 58.06 \text{ t} \cdot \text{m}$$

④ 1 m 当りに曲げモーメントを平均化する (ここでは h_1 で合計曲げモーメントを割る)

$$M' = M / h_1 = 58.06 / 4.55 = 12.76 \text{ t} \cdot \text{m} / \text{m}$$

(ロ) 曲げモーメントに対する全厚及び鉄筋量

ノモグラム-39により $M' = 12.76 \text{ t} \cdot \text{m} / \text{m}$ に対する全厚を見出す。

$$D = 40 \text{ cm}$$

また、ノモグラム-40により $M' = 12.76 \text{ t} \cdot \text{m} / \text{m}$ に対する鉄筋量を見出す。

$$A_s = 27.6 \text{ cm}^2$$

なお、鉄筋径及び間隔は、ボックスカルバート本体と整合させる。

横 方 向 の 設 計 (その 1)

- 各点の断面力を求めるノモグラム… 1-1~29-7
- 単鉄筋長方形断面の実応力度算定ノモグラム… 30~31

各点の断面力を求めるノモグラムの索引表

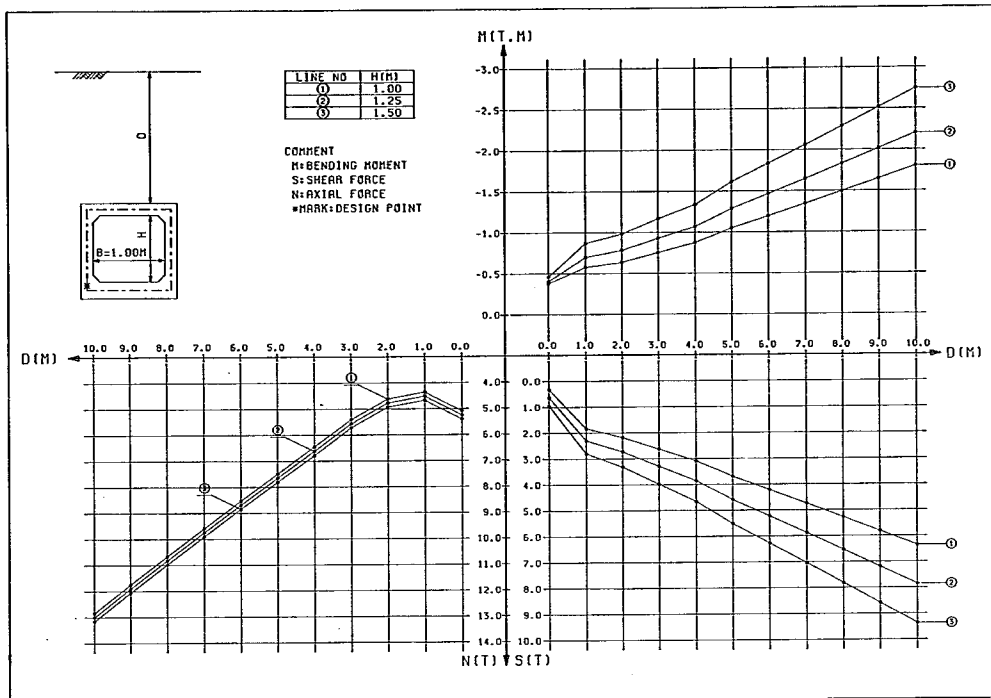
内空寸法		図 番 号		
B (m)	H (m)	側 壁	頂 版	底 版
1.00	1.00	上 1-3	左 1-4	左 1-6
	1	中 1-2	中 1-5	中 1-7
	1.50	下 1-1		
1.25	1.00	2-3	2-4	2-6
	1	2-2	2-5	2-7
	2.00	2-1		
1.50	1.00	3-3	3-4	3-6
	1	3-2	3-5	3-7
	2.25	3-1		
1.75	1.00	4-3	4-4	4-6
	1	4-2	4-5	4-7
	2.50	4-1		
2.00	1.00	5-3	5-4	5-6
	1	5-2	5-5	5-7
	2.75	5-1		
2.25	1.25	6-3	6-4	6-6
	1	6-2	6-5	6-7
	3.00	6-1		
2.50	1.25	7-3	7-4	7-6
	1	7-2	7-5	7-7
	3.25	7-1		
2.75	1.25	8-3	8-4	8-6
	1	8-2	8-5	8-7
	3.75	8-1		
3.00	1.50	9-3	9-4	9-6
	1	9-2	9-5	9-7
	4.25	9-1		
3.25	1.50	10-3	10-4	10-6
	1	10-2	10-5	10-7
	4.50	10-1		
3.50	1.75	11-3	11-4	11-6
	1	11-2	11-5	11-7
	4.75	11-1		
3.75	1.75	12-3	12-4	12-6
	1	12-2	12-5	12-7
	4.75	12-1		
4.00	2.00	13-3	13-4	13-6
	1	13-2	13-5	13-7
	5.00	13-1		
4.25	2.25	14-3	14-4	14-6
	1	14-2	14-5	14-7
	5.00	14-1		
4.50	2.25	15-3	15-4	15-6
	1	15-2	15-5	15-7
	5.00	15-1		

内空寸法		図 番 号		
B (m)	H (m)	側 壁	頂 版	底 版
4.75	2.50	上16-3	左16-4	左16-6
	1	中16-2	中16-5	中16-7
	5.00	下16-1		
5.00	2.25	17-3	17-4	17-6
	1	17-2	17-5	17-7
	5.00	17-1		
5.25	2.75	18-3	18-4	18-6
	1	18-2	18-5	18-7
	5.00	18-1		
5.50	3.75	19-3	19-4	19-6
	1	19-2	19-5	19-7
	5.00	19-1		
5.75	3.00	20-3	20-4	20-6
	1	20-2	20-5	20-7
	5.00	20-1		
6.00	3.00	21-3	21-4	21-6
	1	21-2	21-5	21-7
	5.00	21-1		
6.25	3.25	22-3	22-4	22-6
	1	22-2	22-5	22-7
	5.00	22-1		
6.50	3.25	23-3	23-4	23-6
	1	23-2	23-5	23-7
	5.00	23-1		
6.75	3.50	24-3	24-4	24-6
	1	24-2	24-5	24-7
	5.00	24-1		
7.00	3.50	25-3	25-4	25-6
	1	25-2	25-5	25-7
	5.00	25-1		
7.25	3.75	26-3	26-4	26-6
	1	26-2	26-5	26-7
	5.00	26-1		
7.50	3.75	27-3	27-4	27-6
	1	27-2	27-5	27-7
	5.00	27-1		
7.75	4.00	28-3	28-4	28-6
	1	28-2	28-5	28-7
	5.00	28-1		
8.00	4.00	29-3	29-4	29-6
	1	29-2	29-5	29-7
	5.00	29-1		

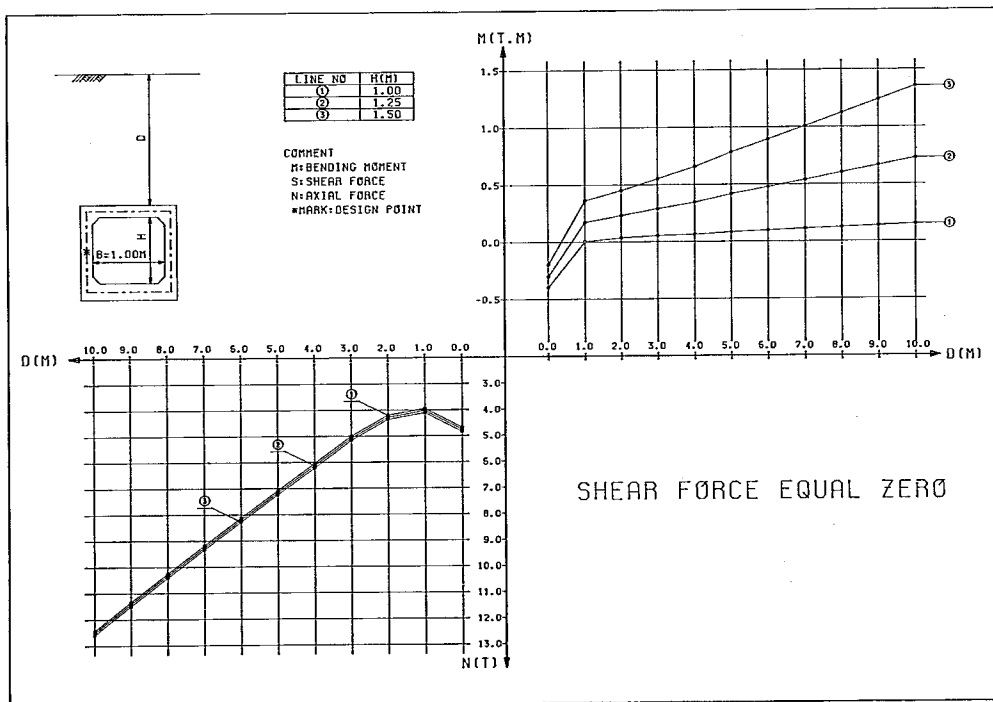
各点の断面力を求めるノモグラム

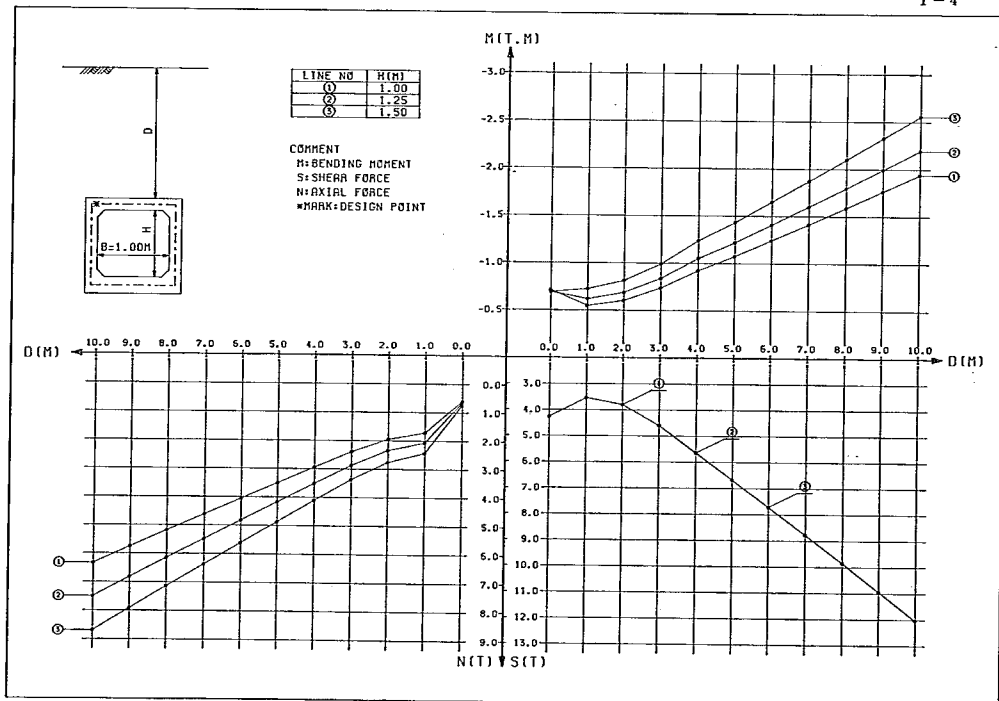
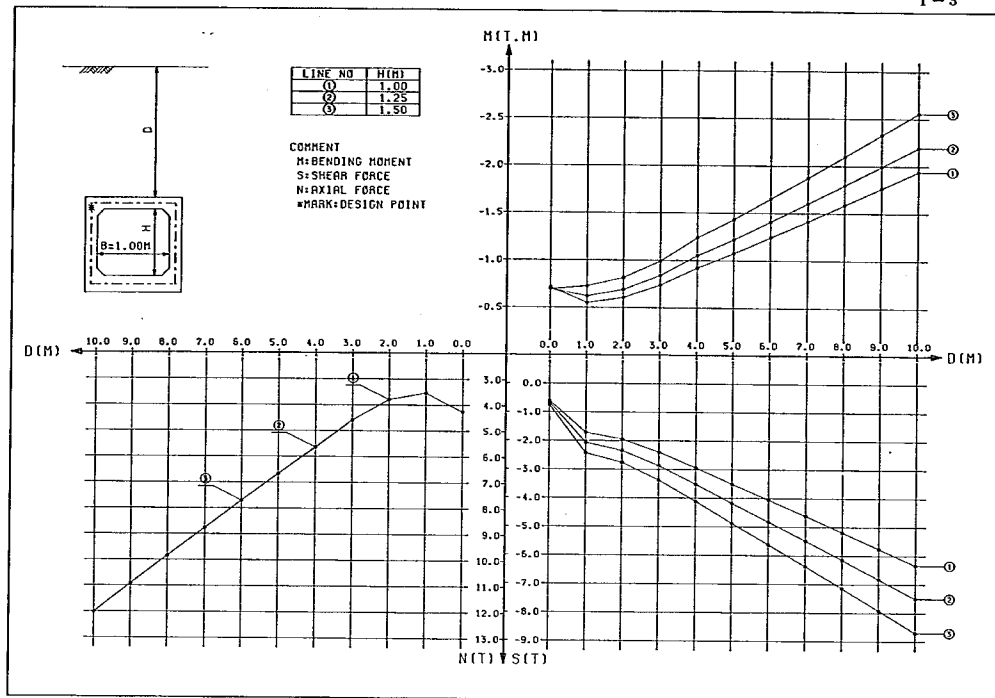
註) 各図面の右上の数字はノモグラム番号を示す。

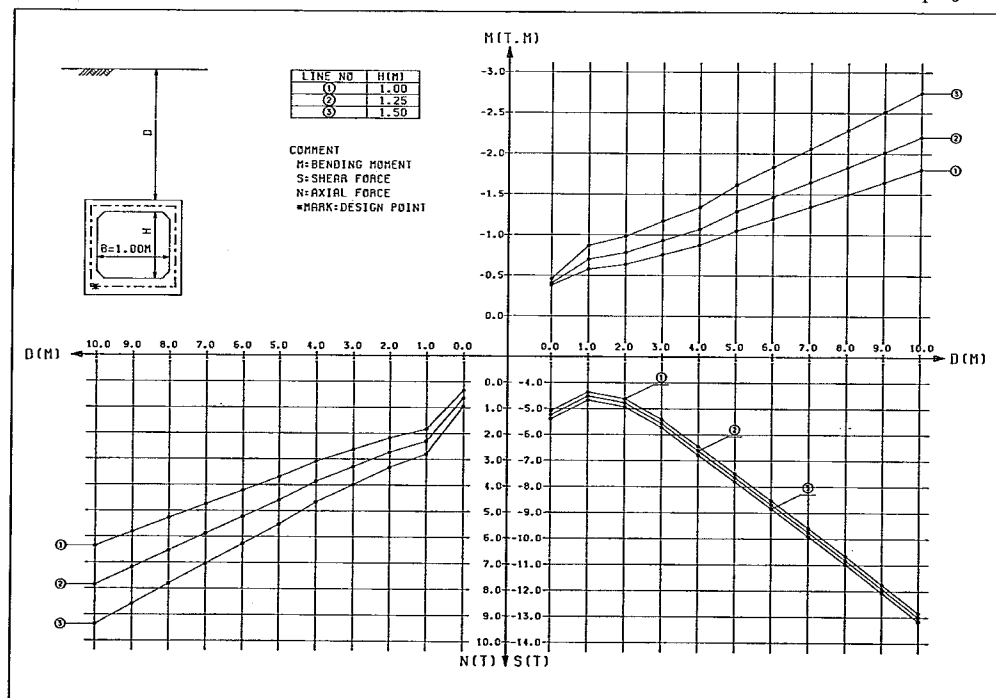
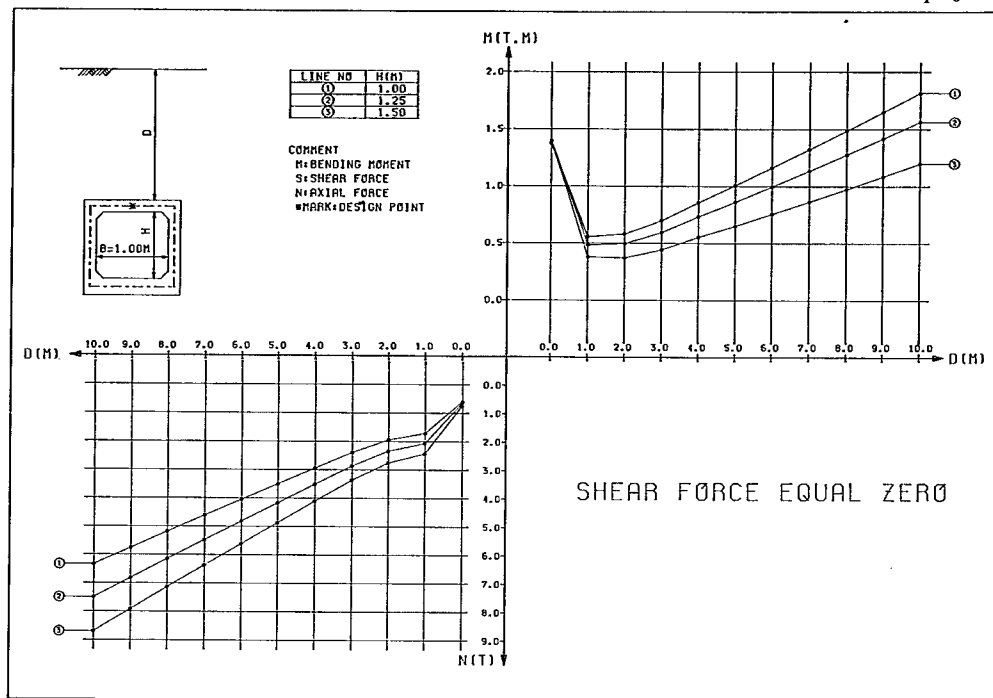
1-1

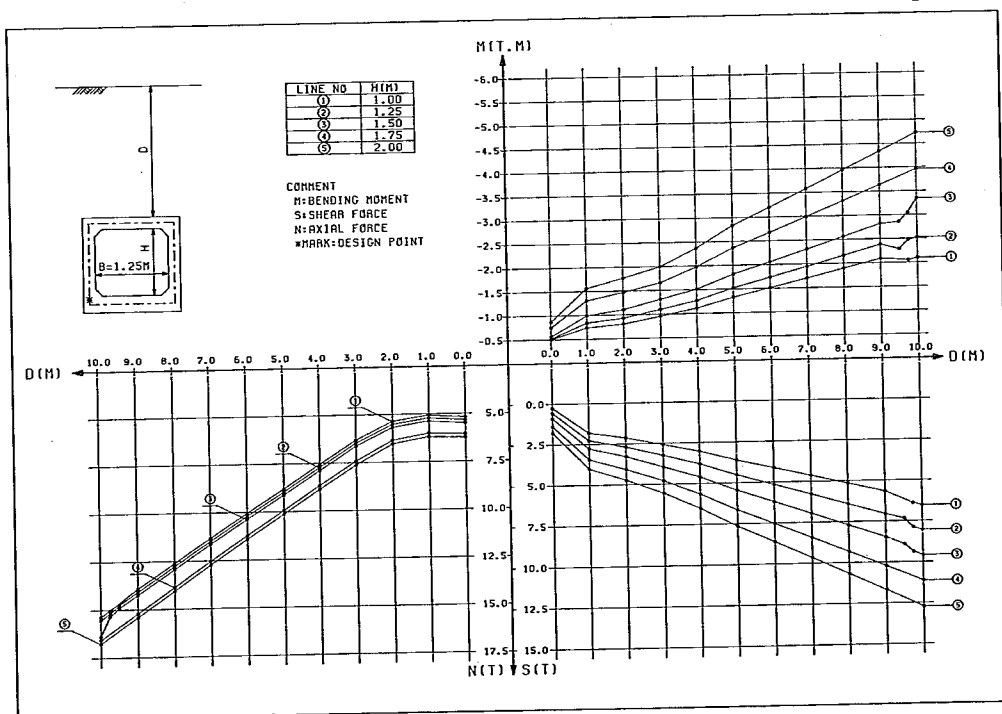
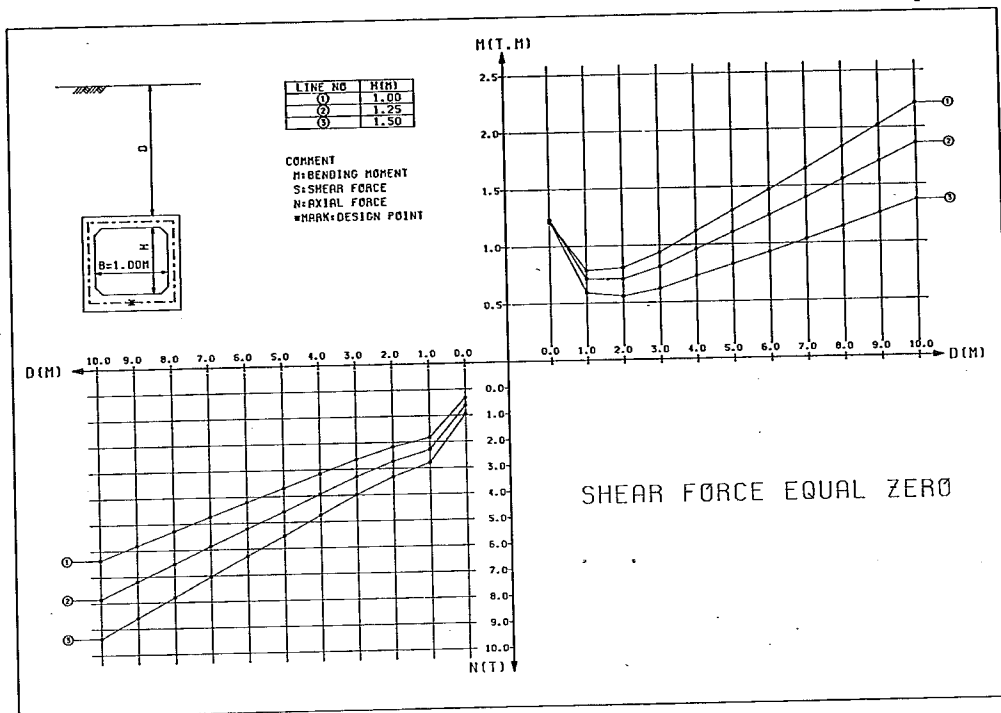


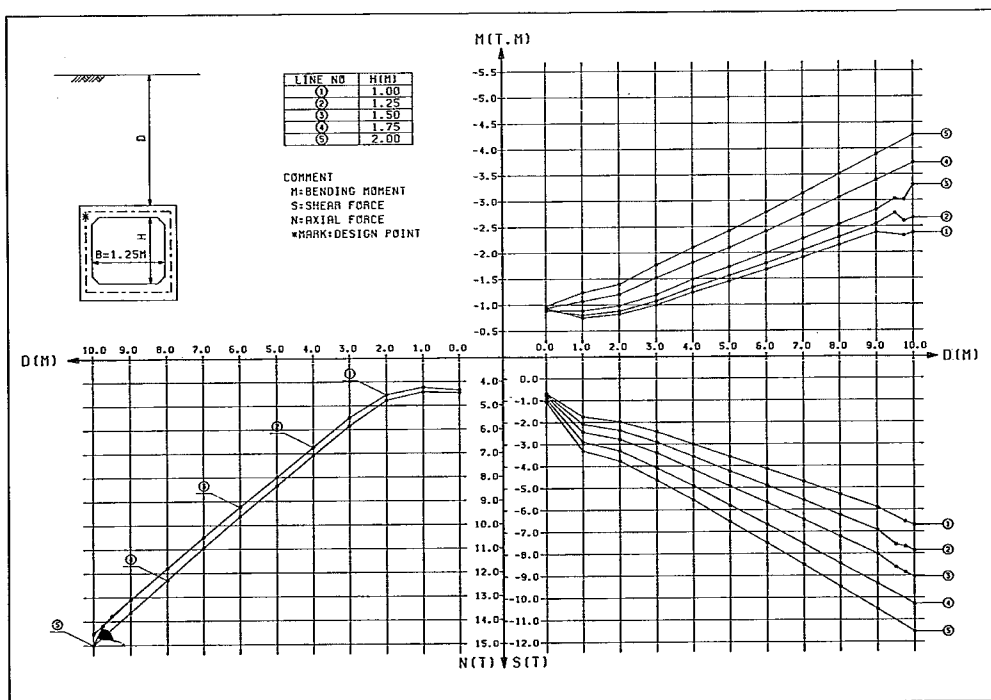
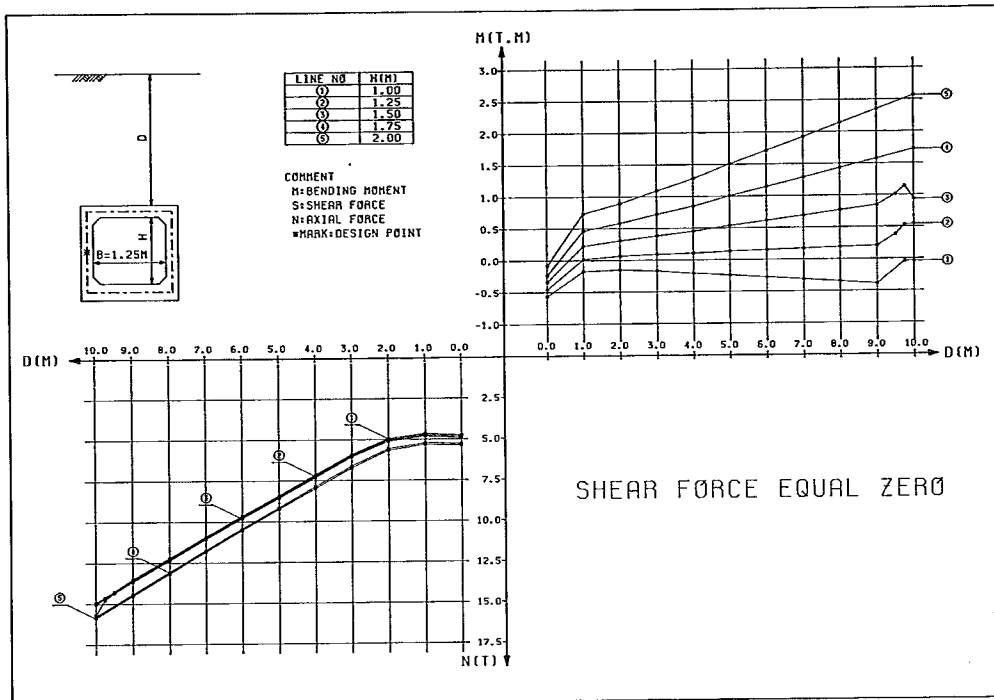
1-2

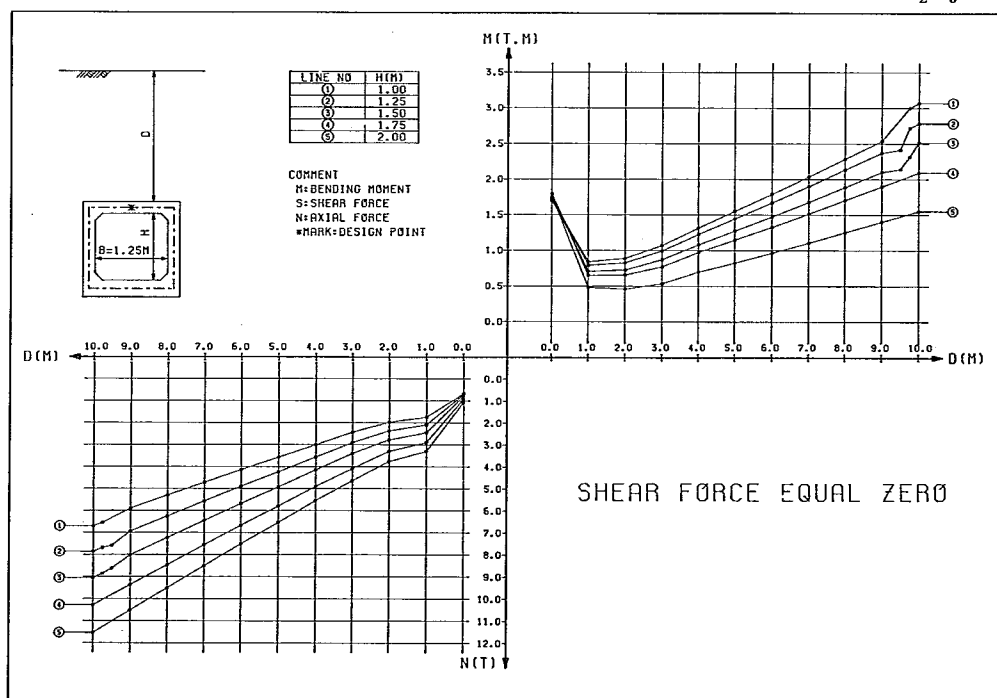
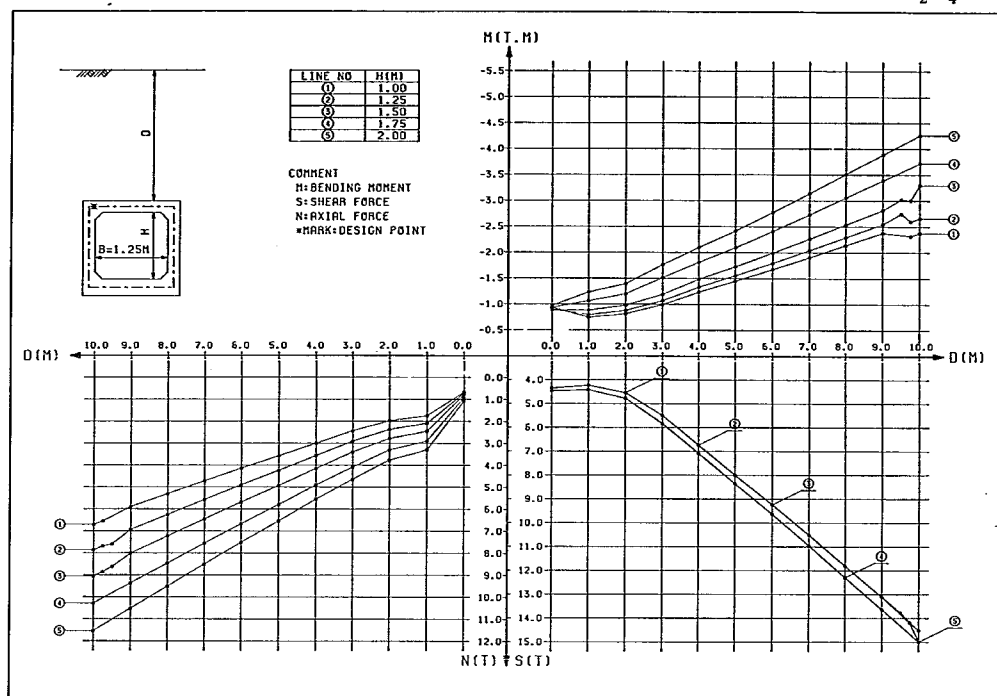


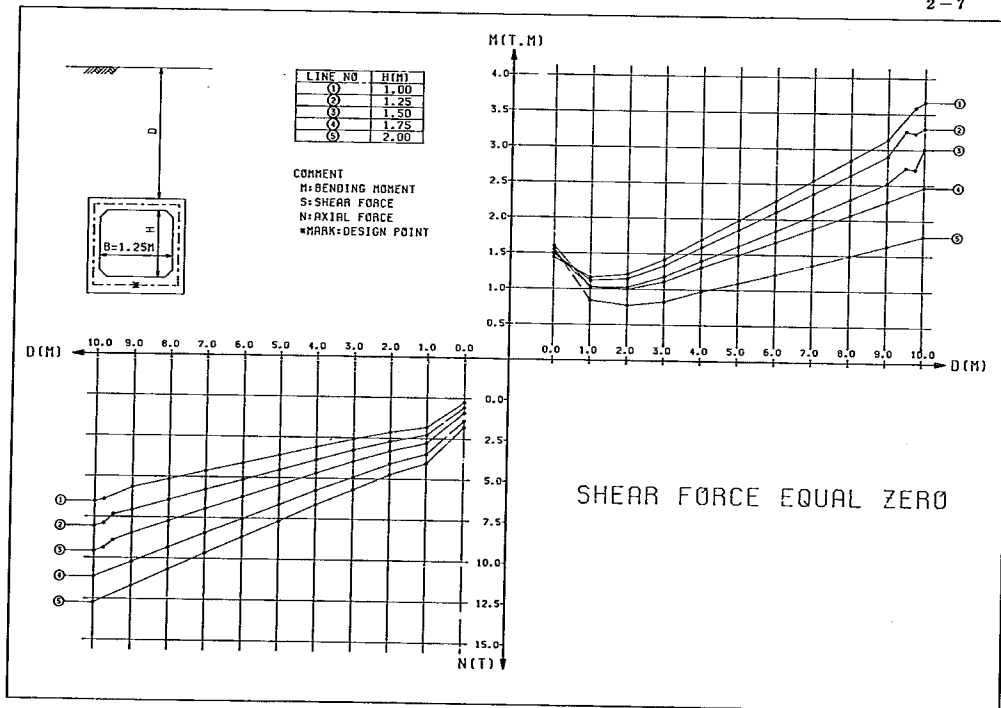
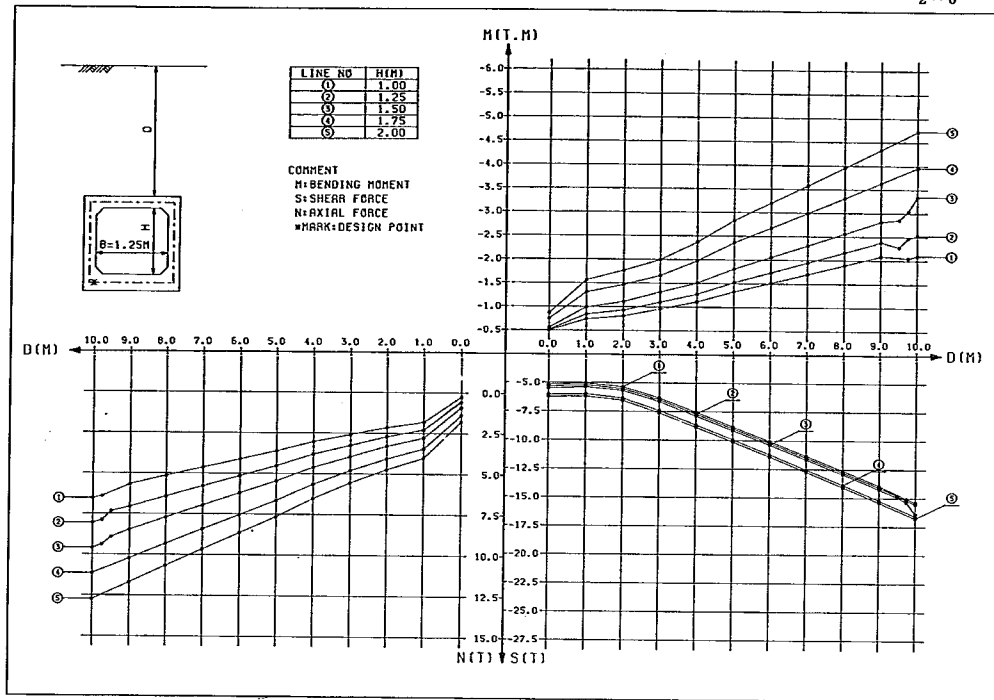


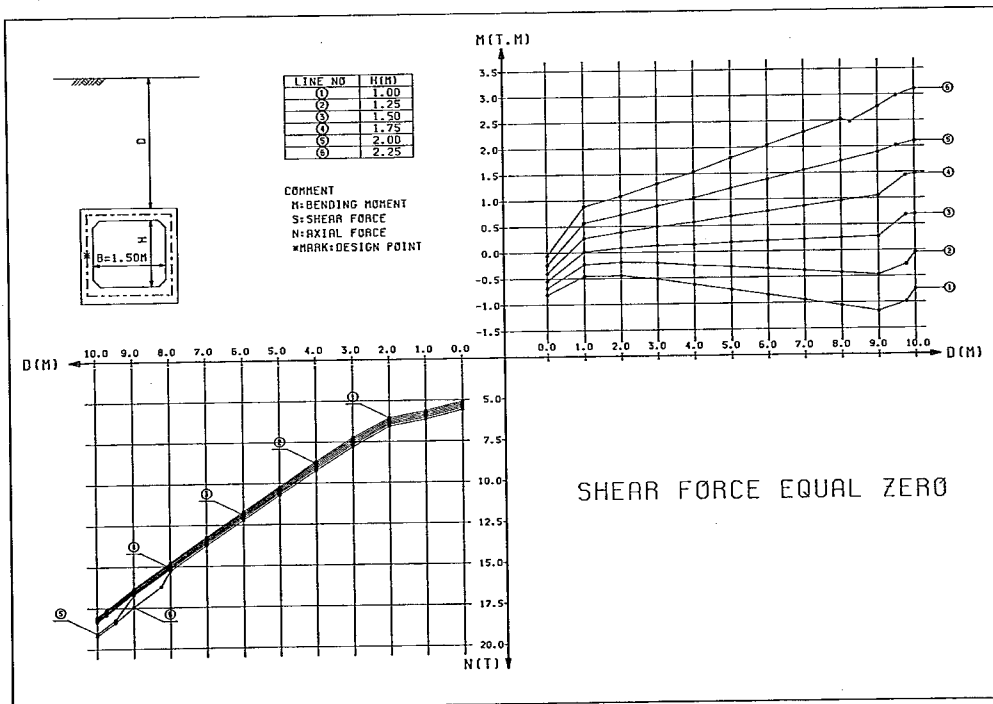
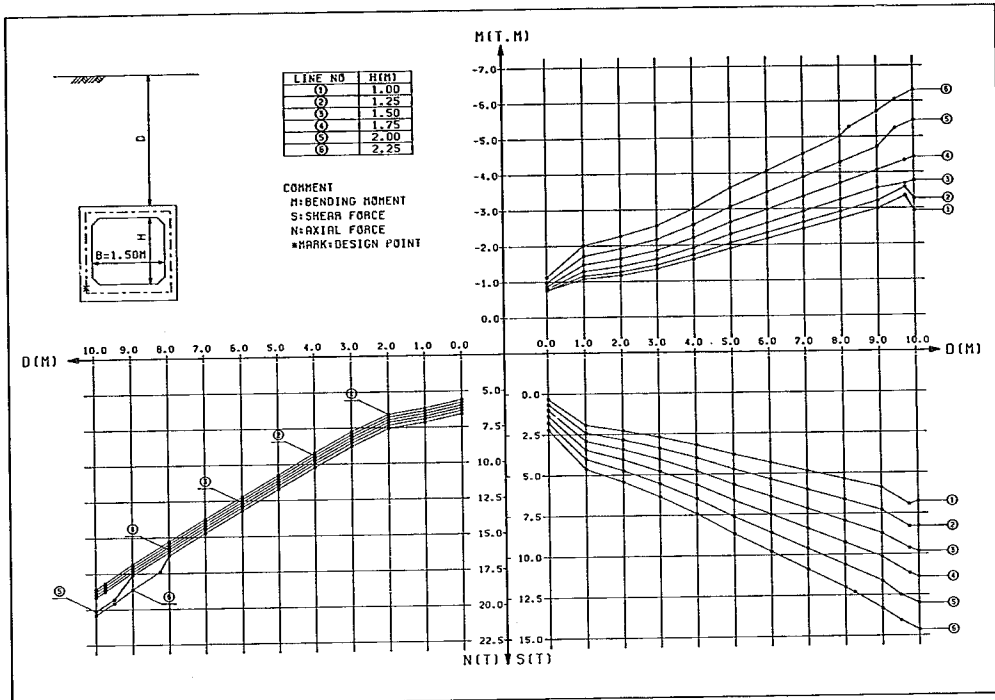


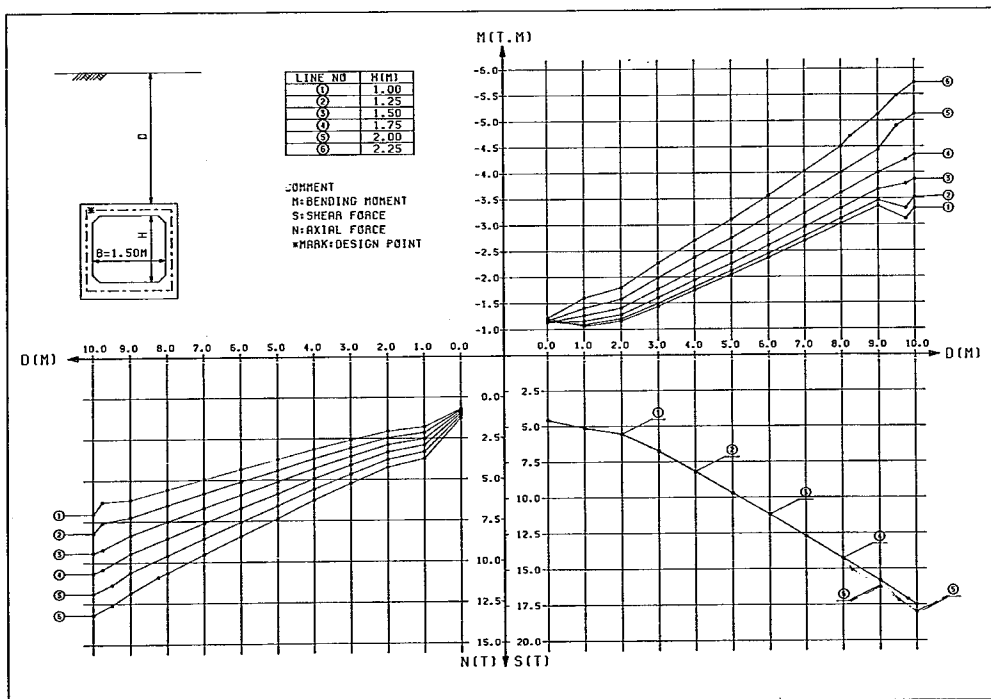
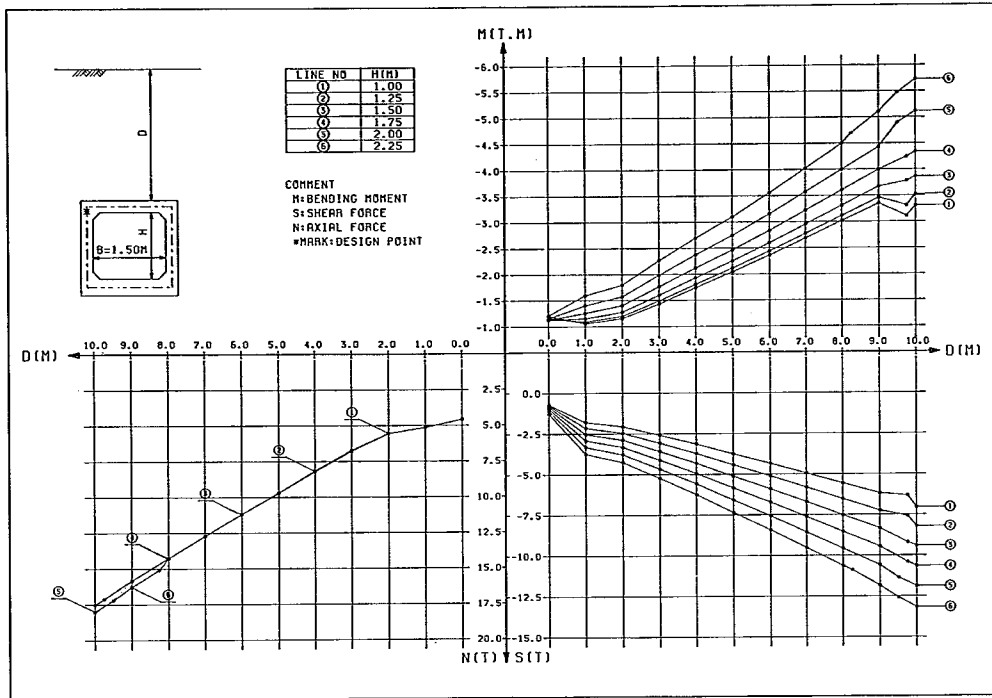


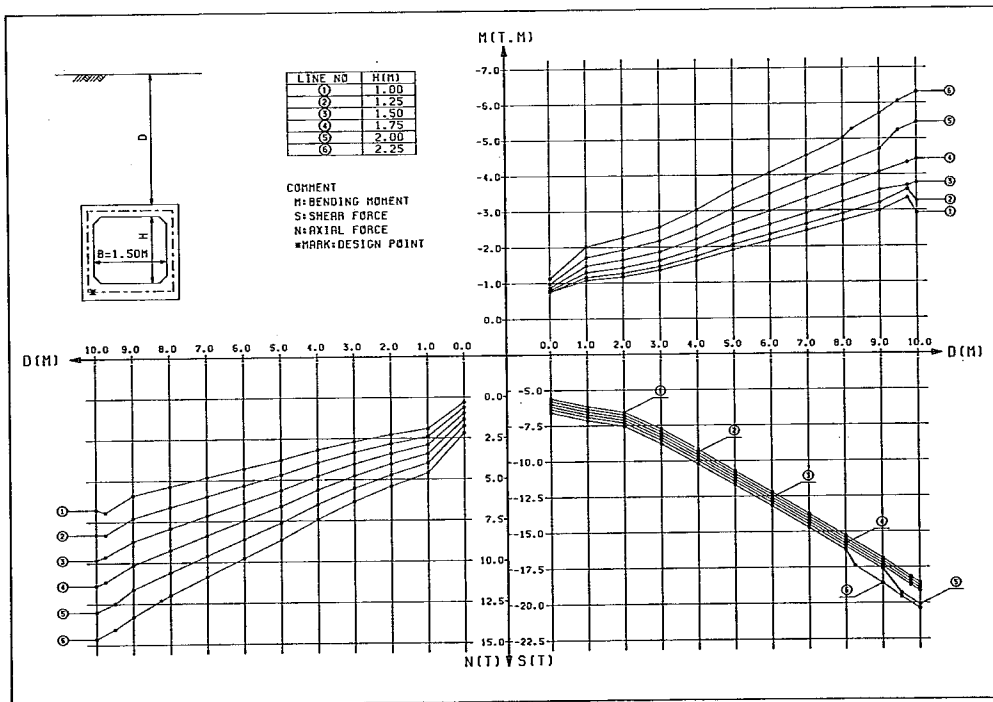
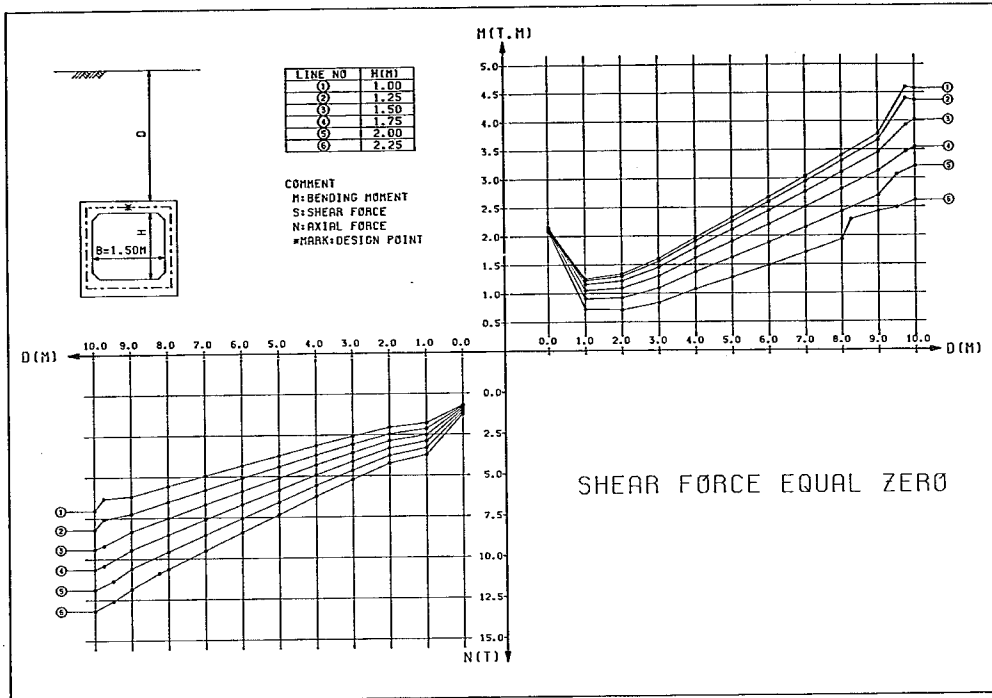


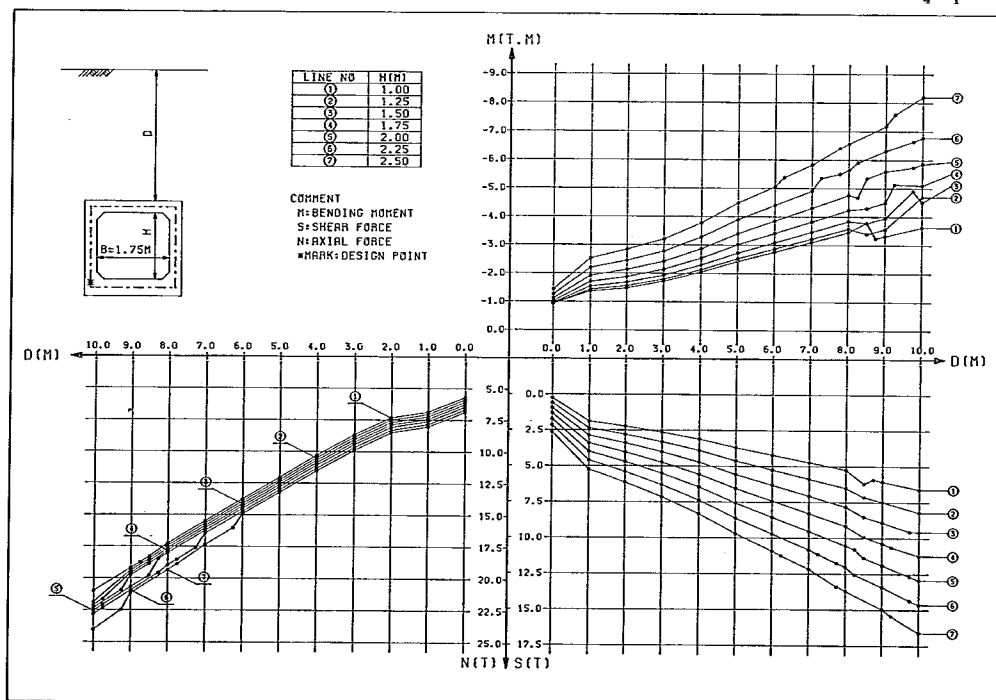
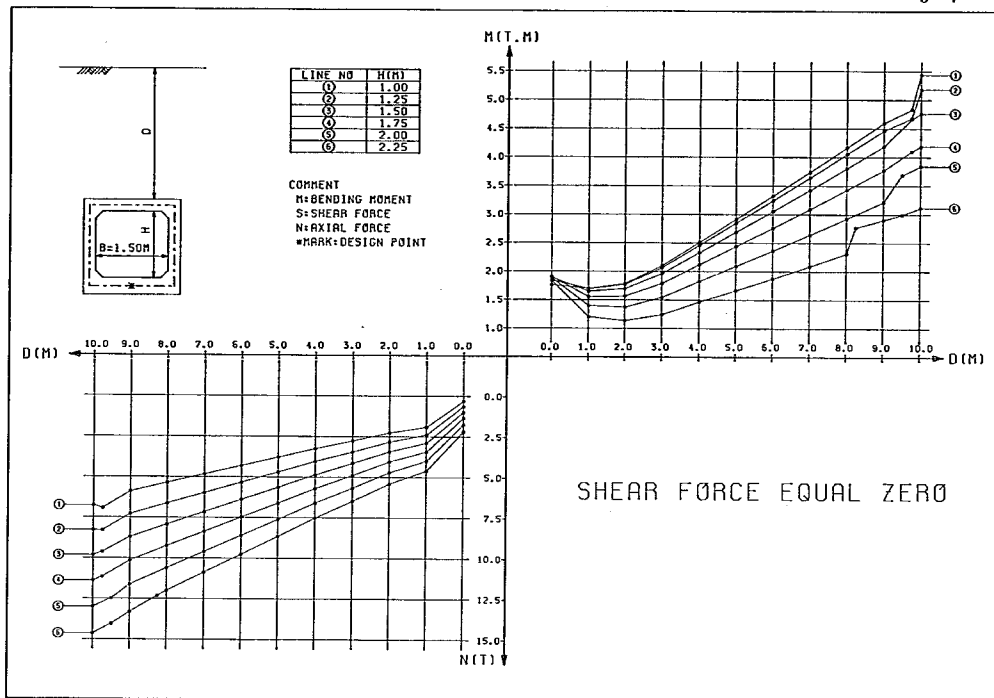


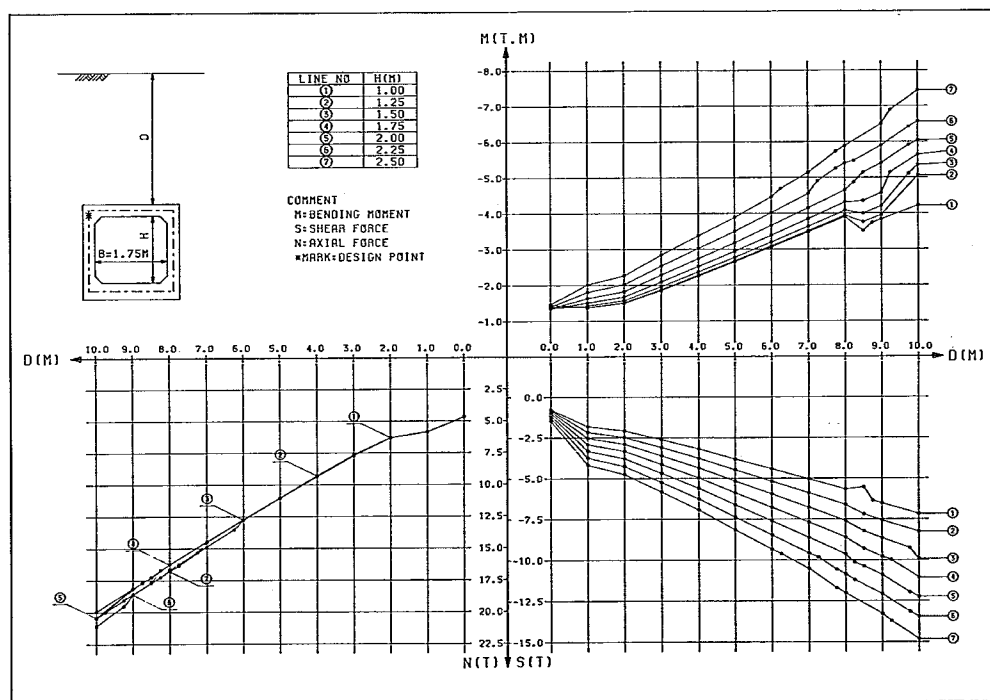
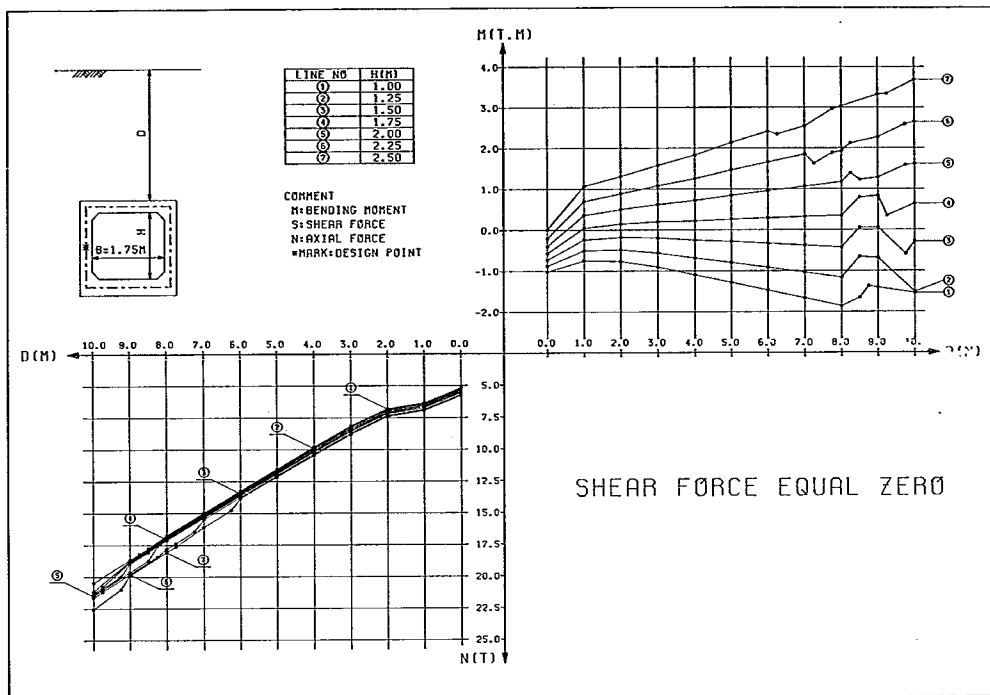


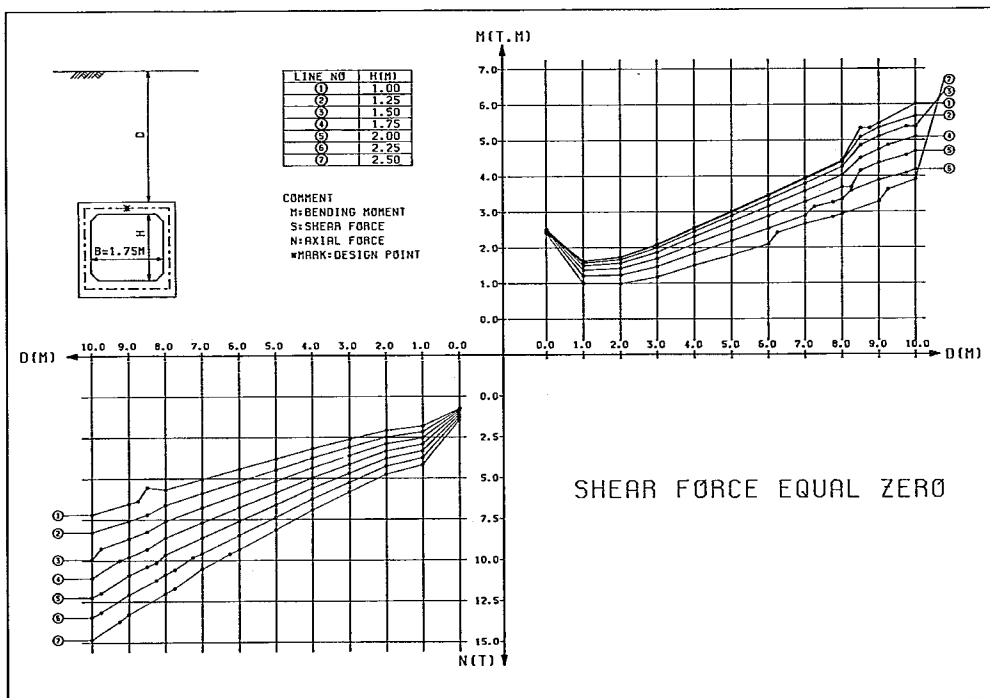
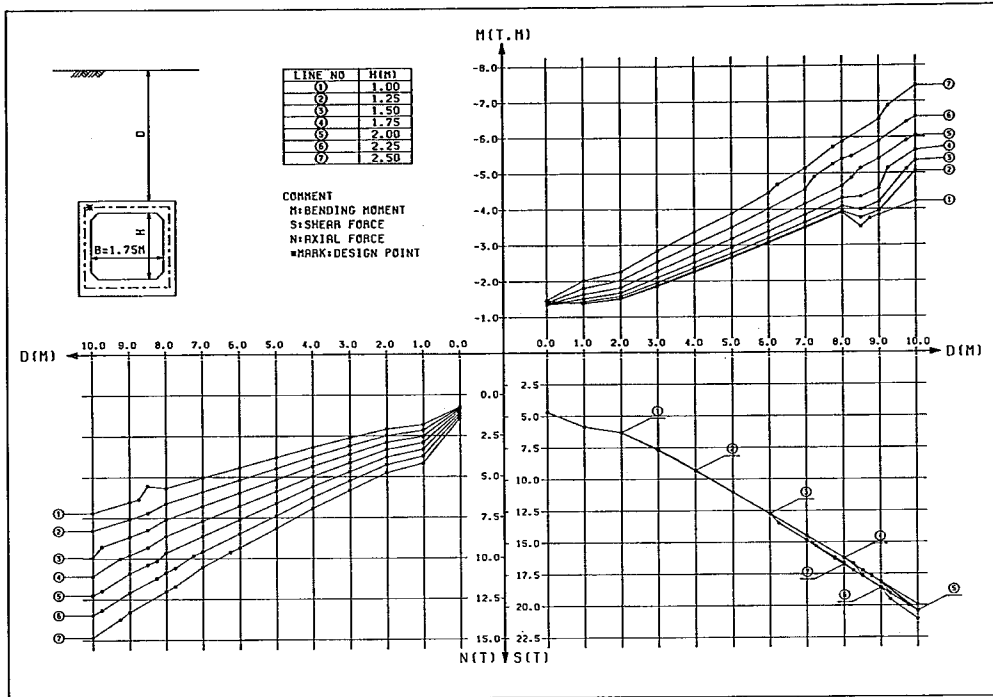


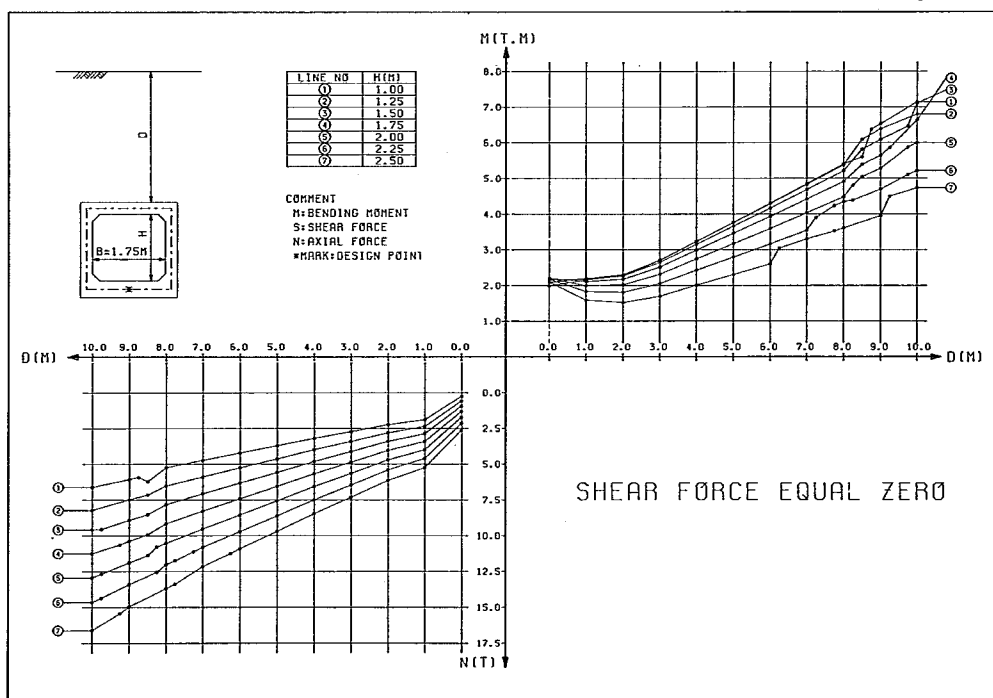
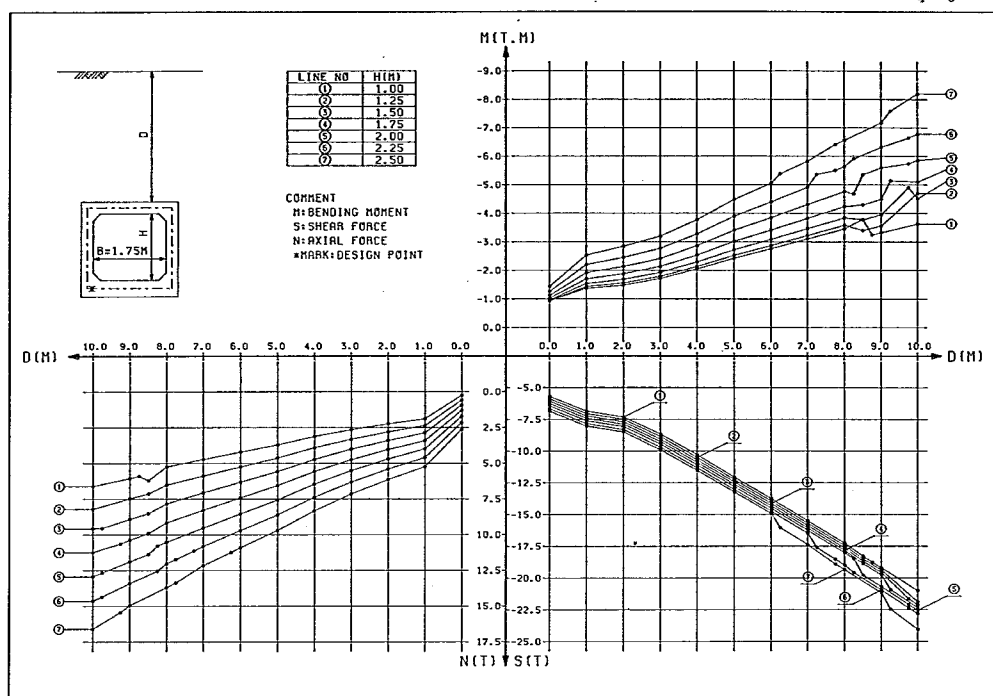


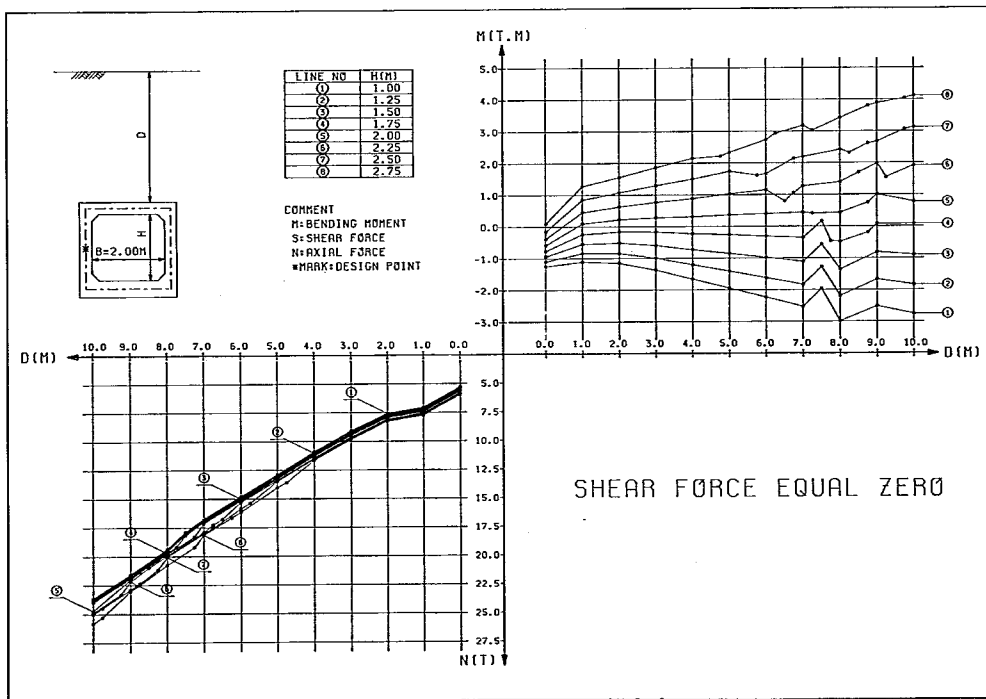
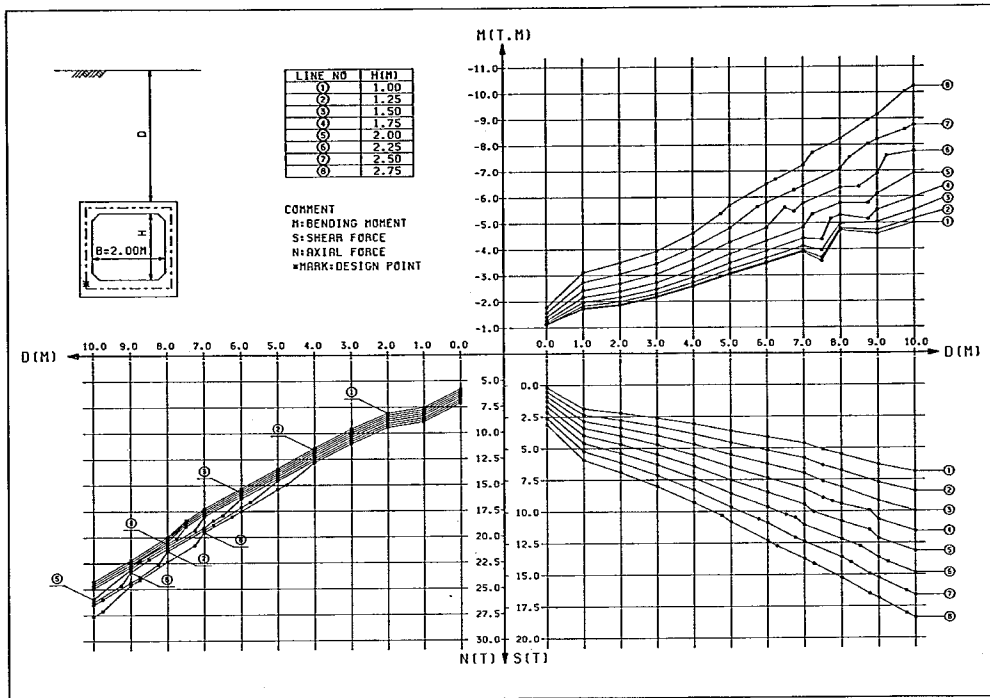


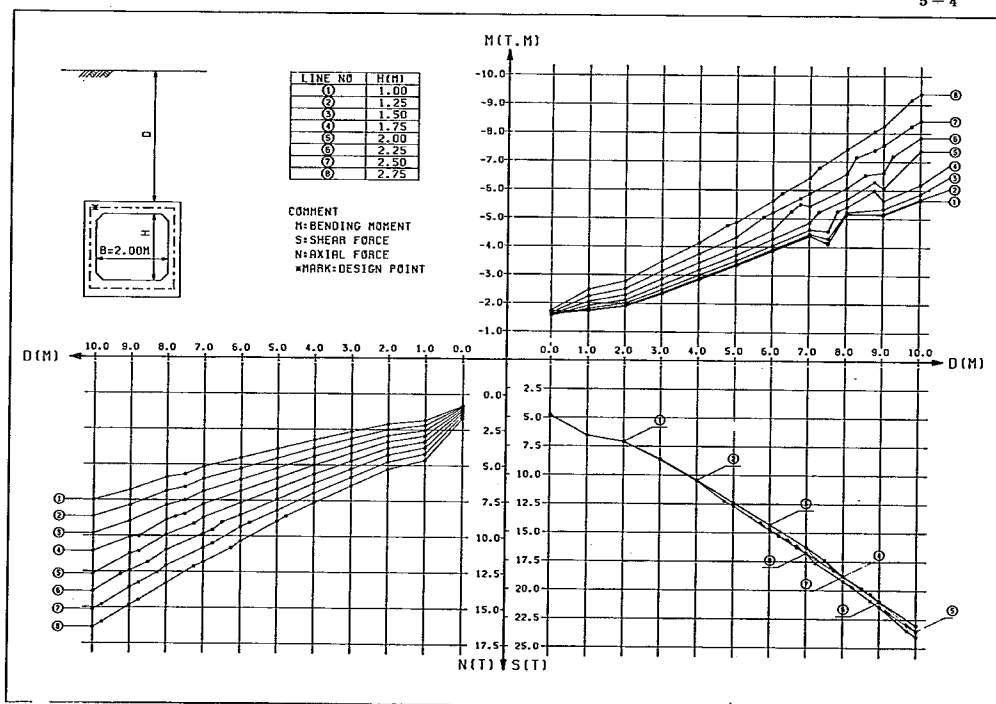
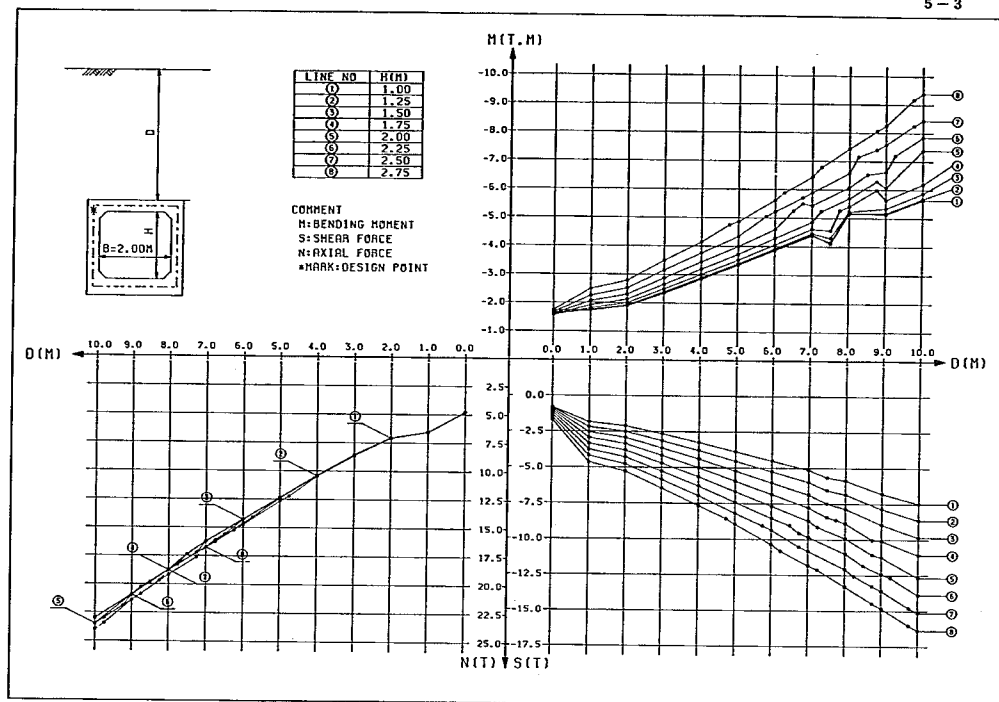


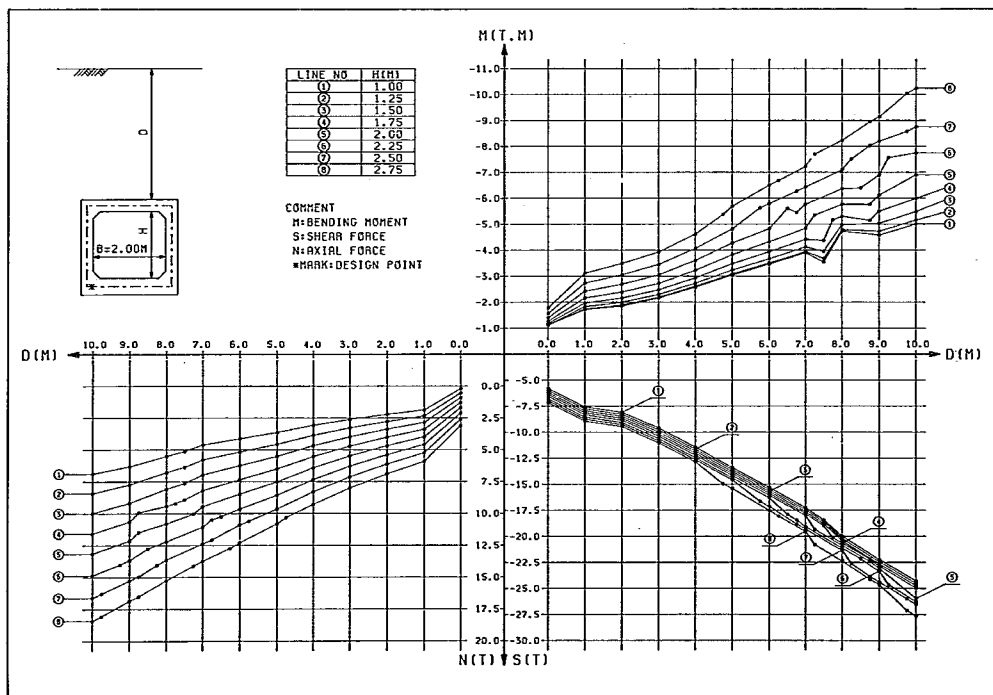
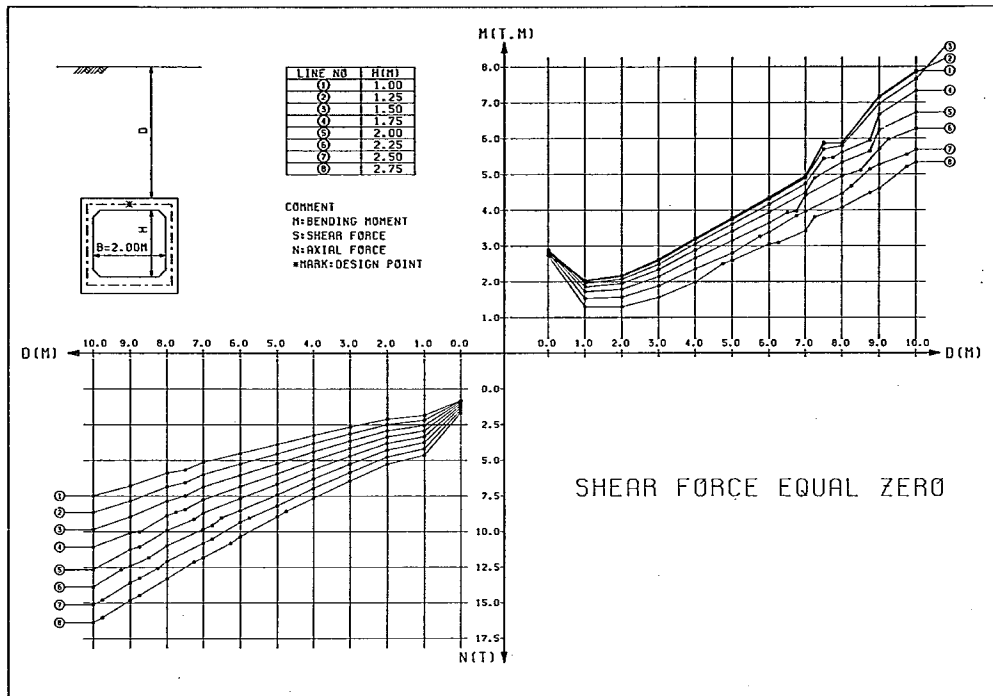


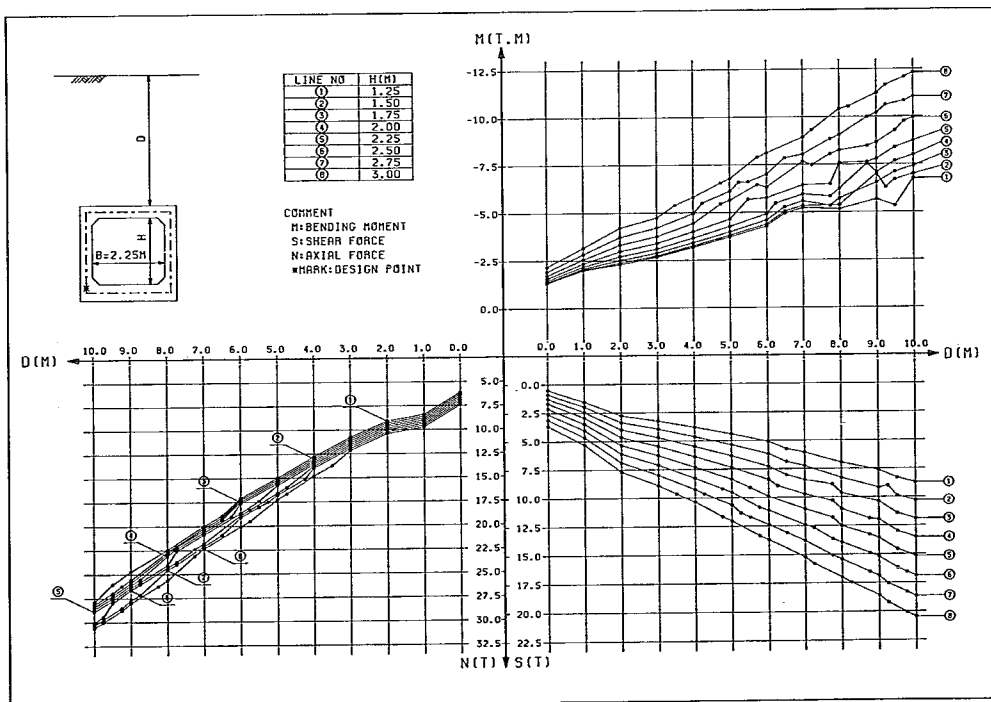
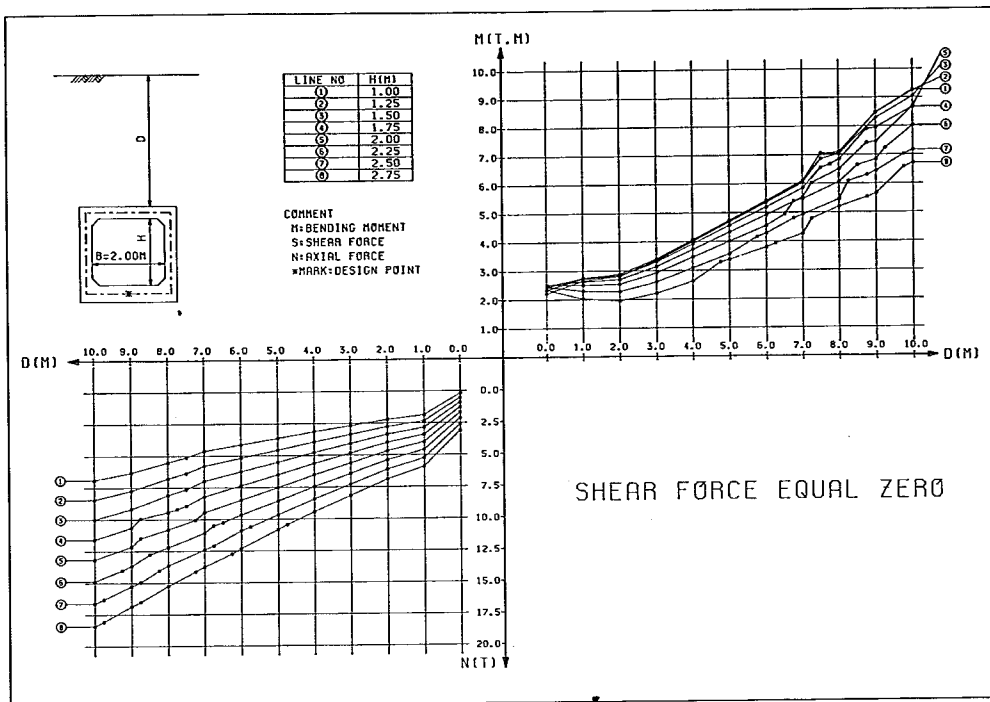


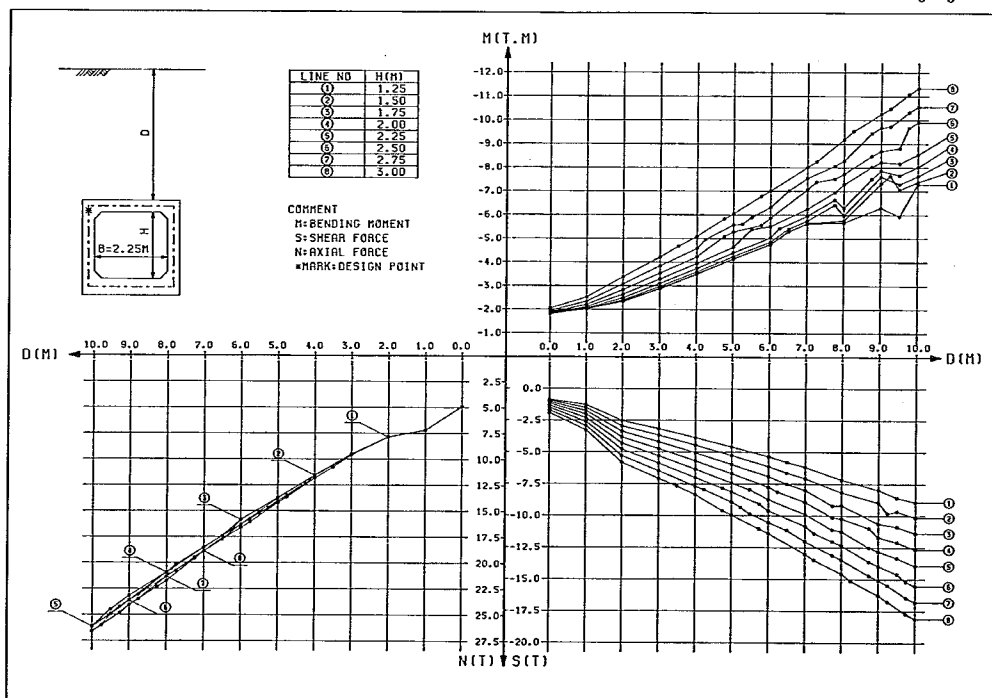
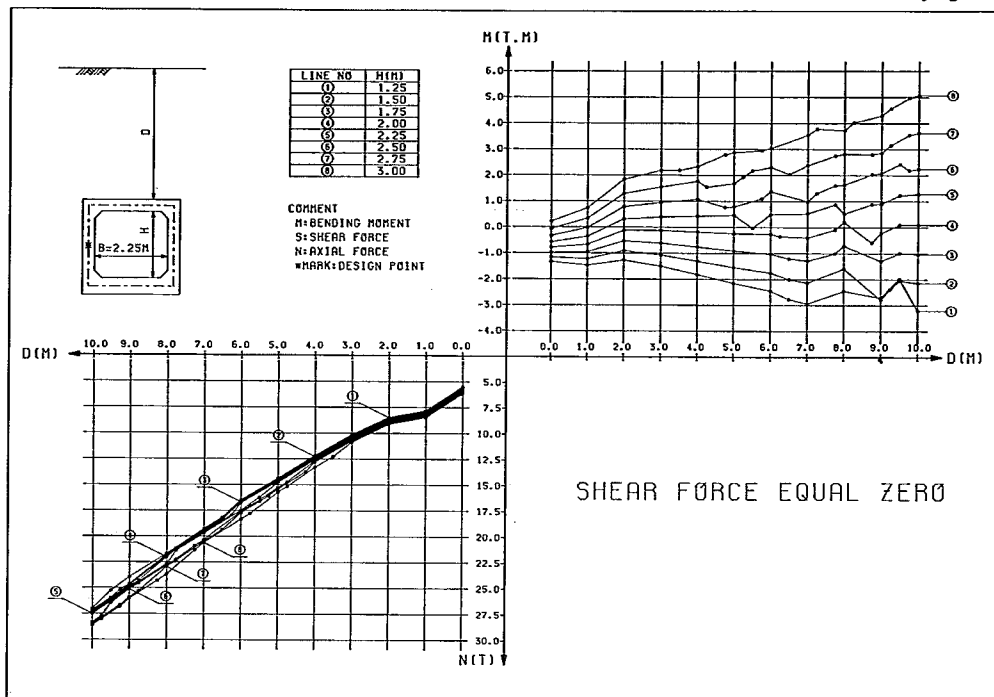


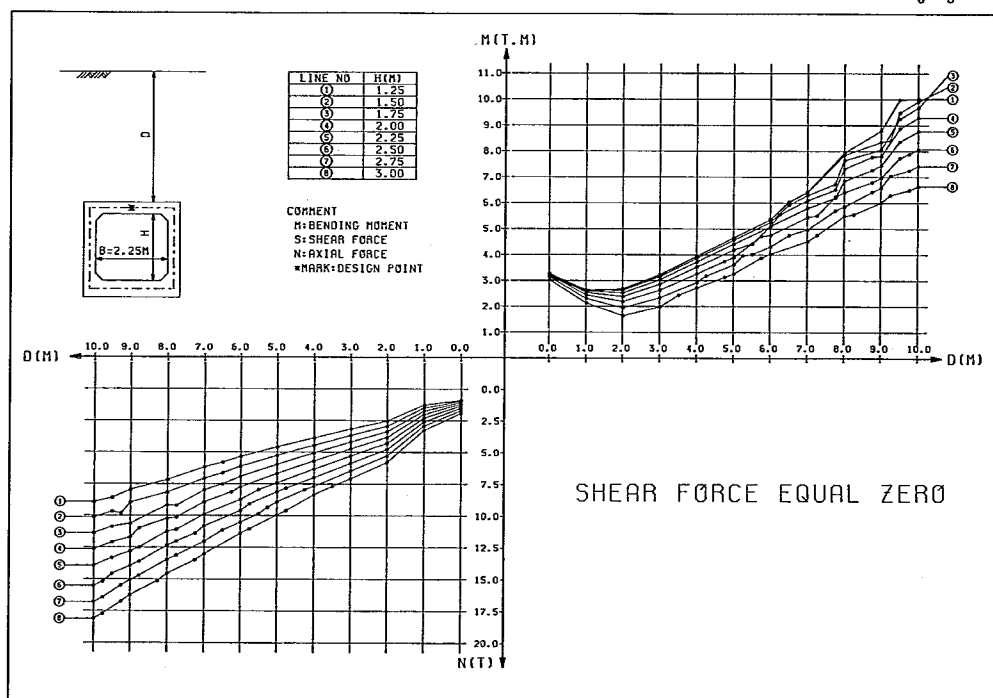
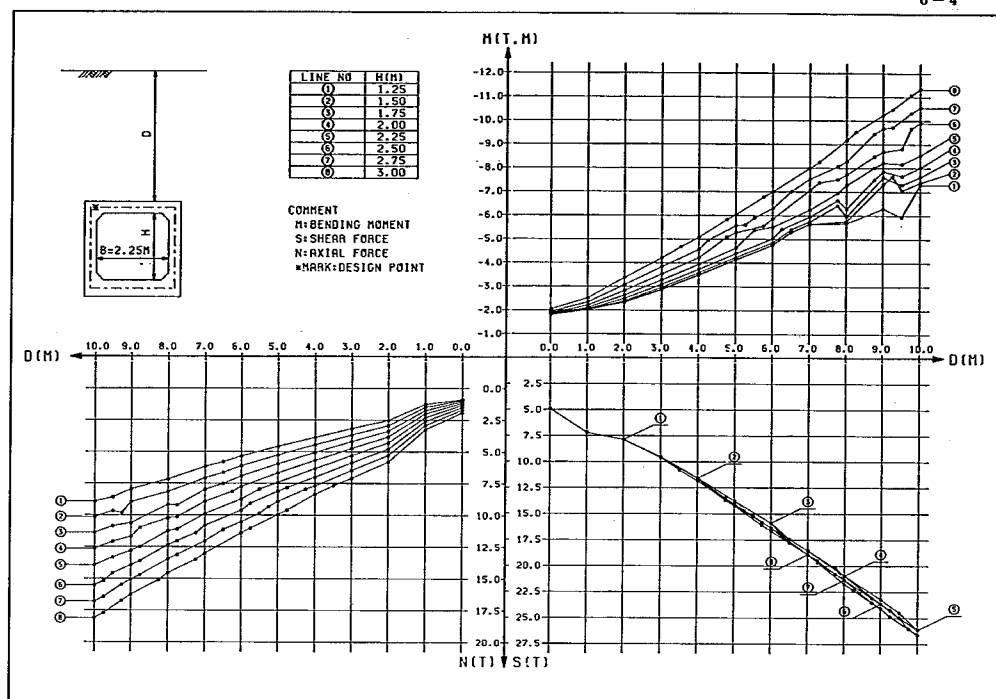


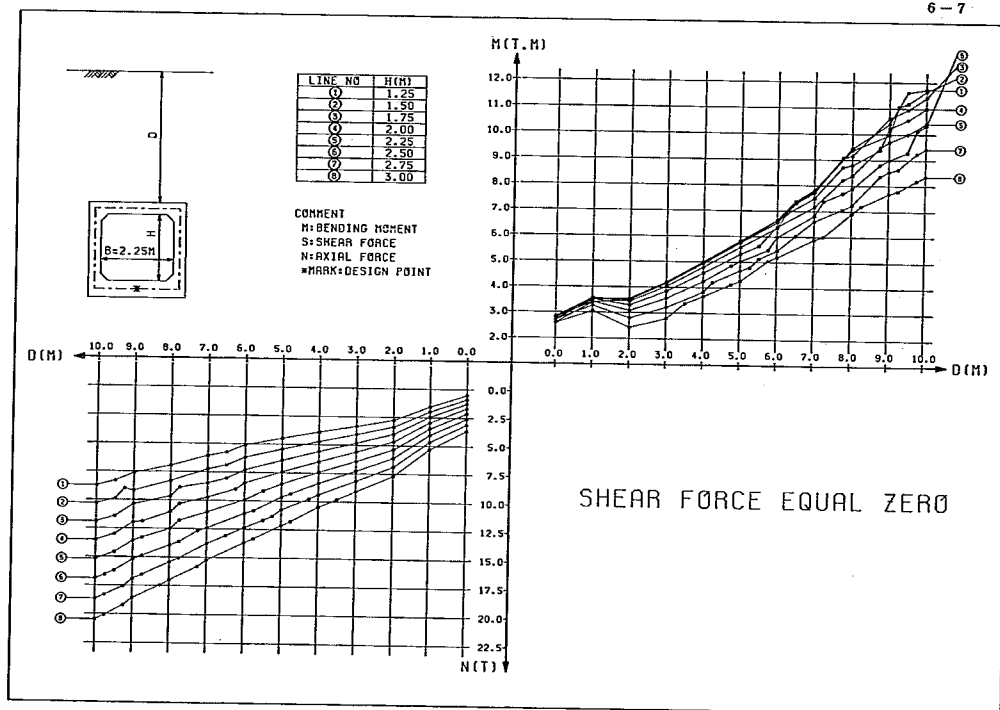
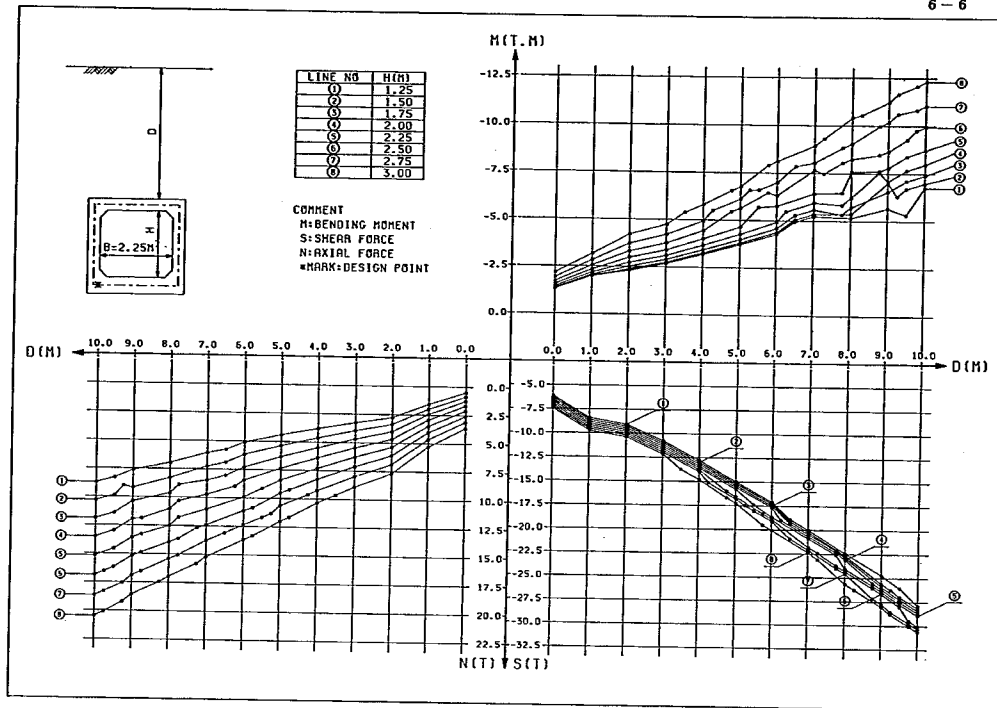


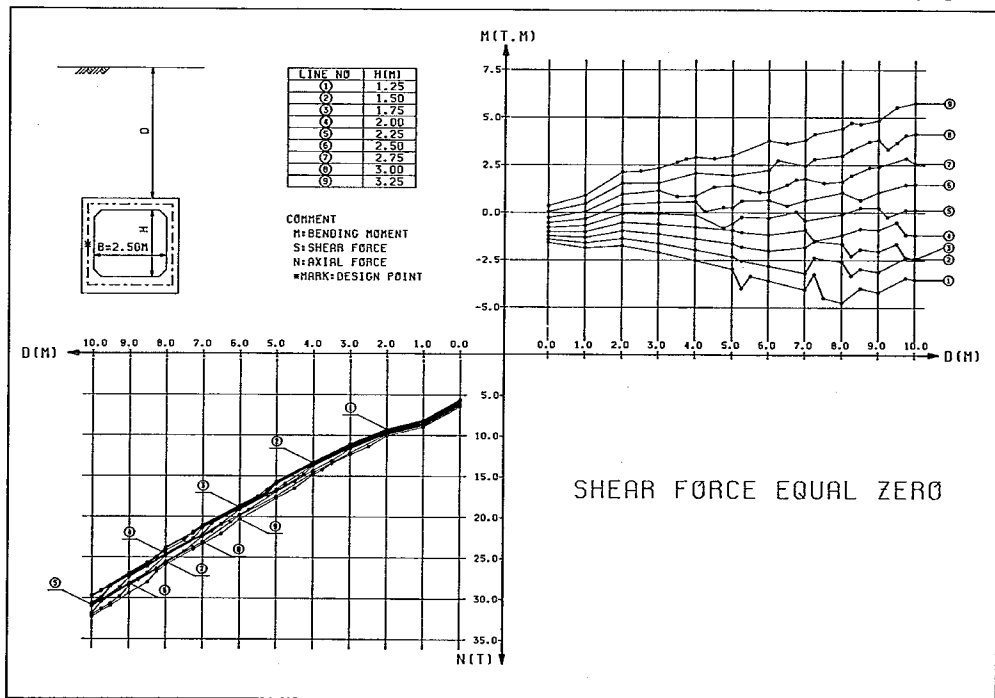
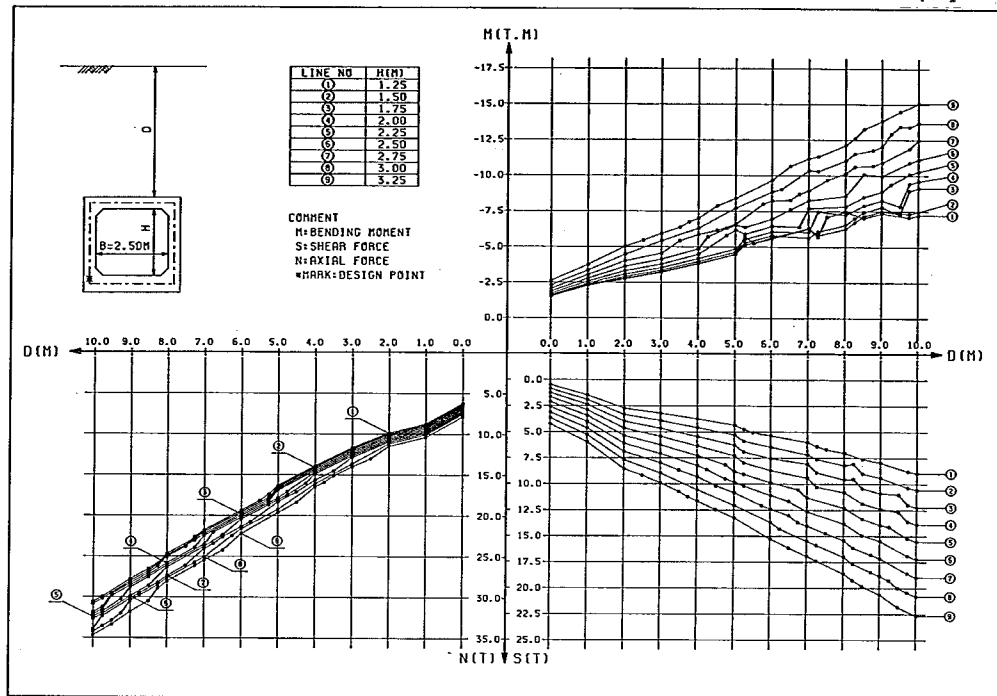


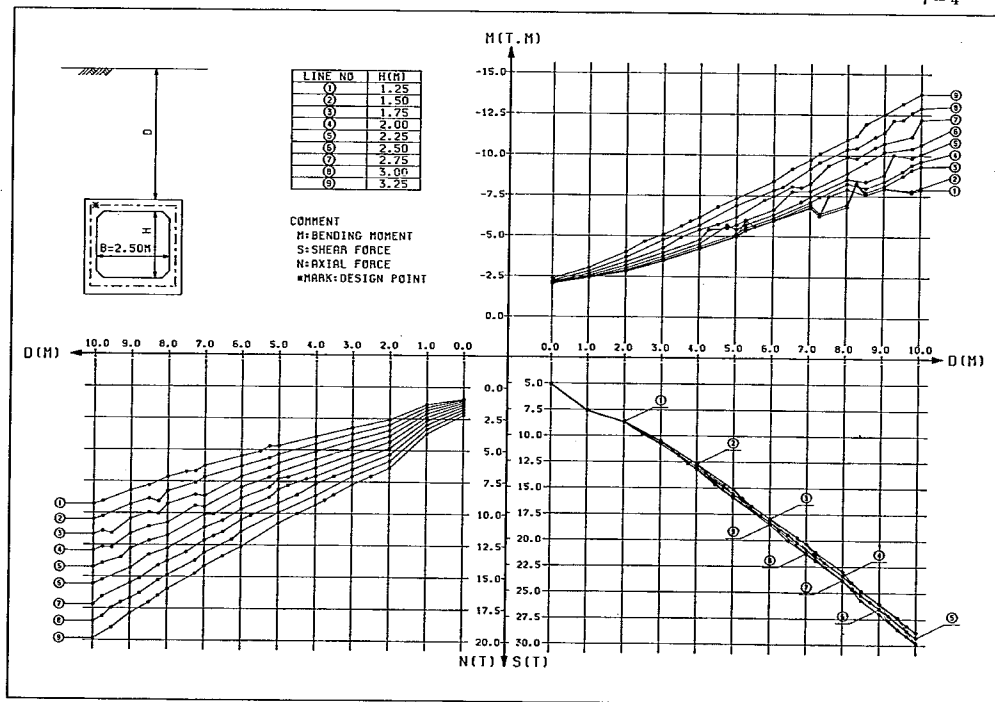
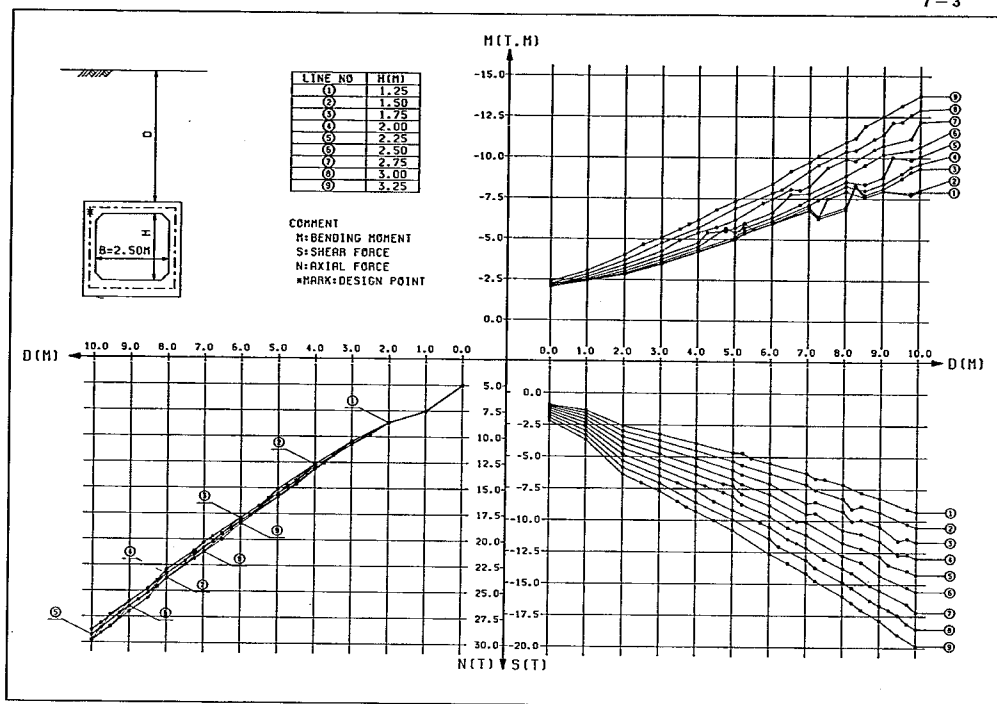


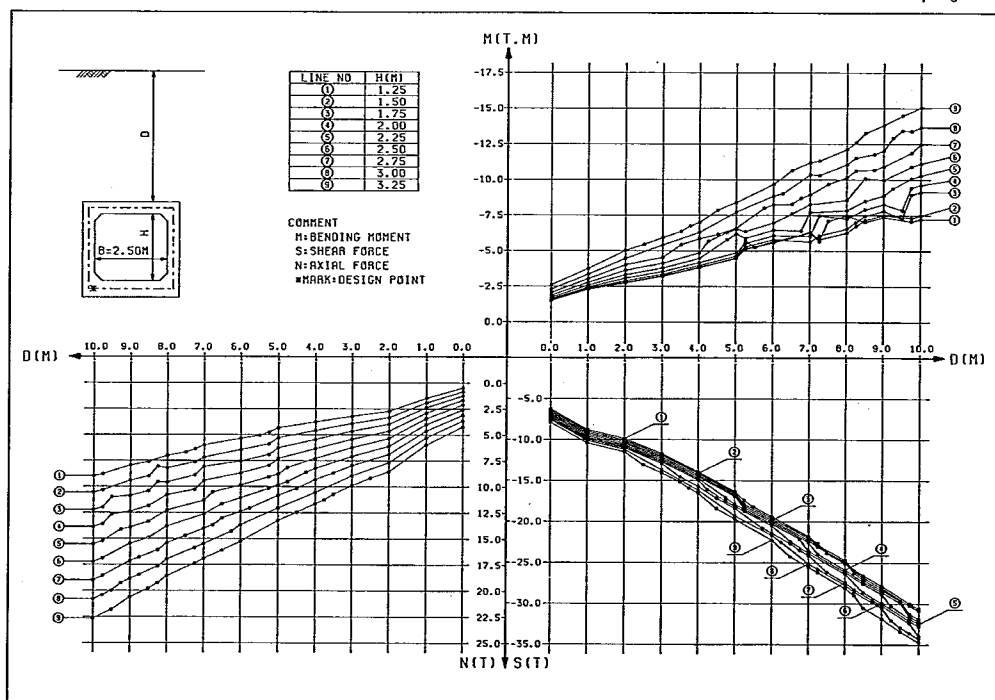
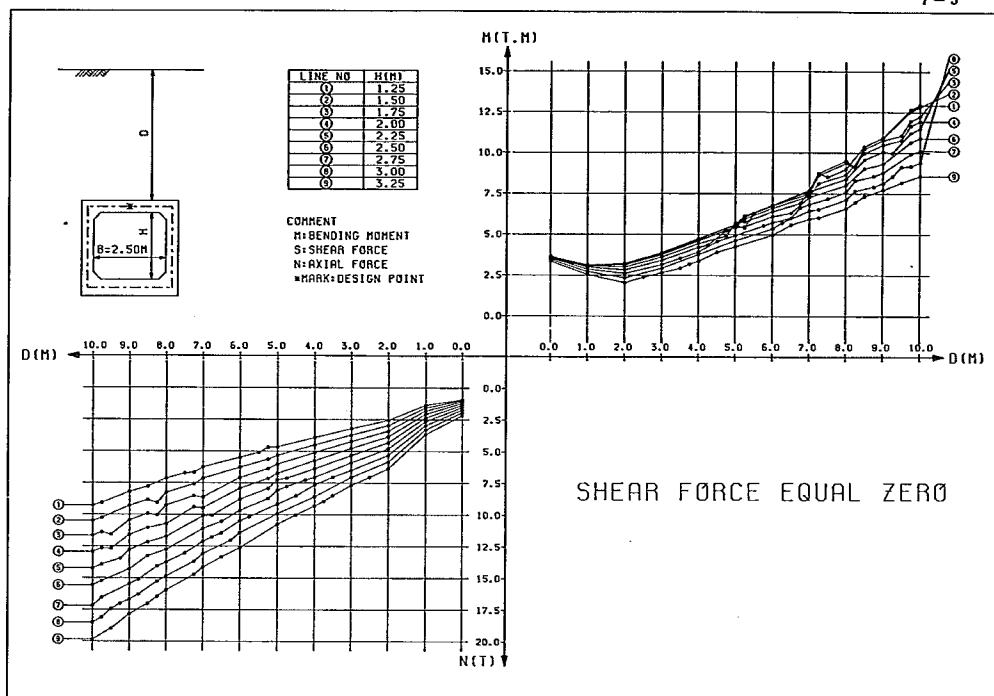


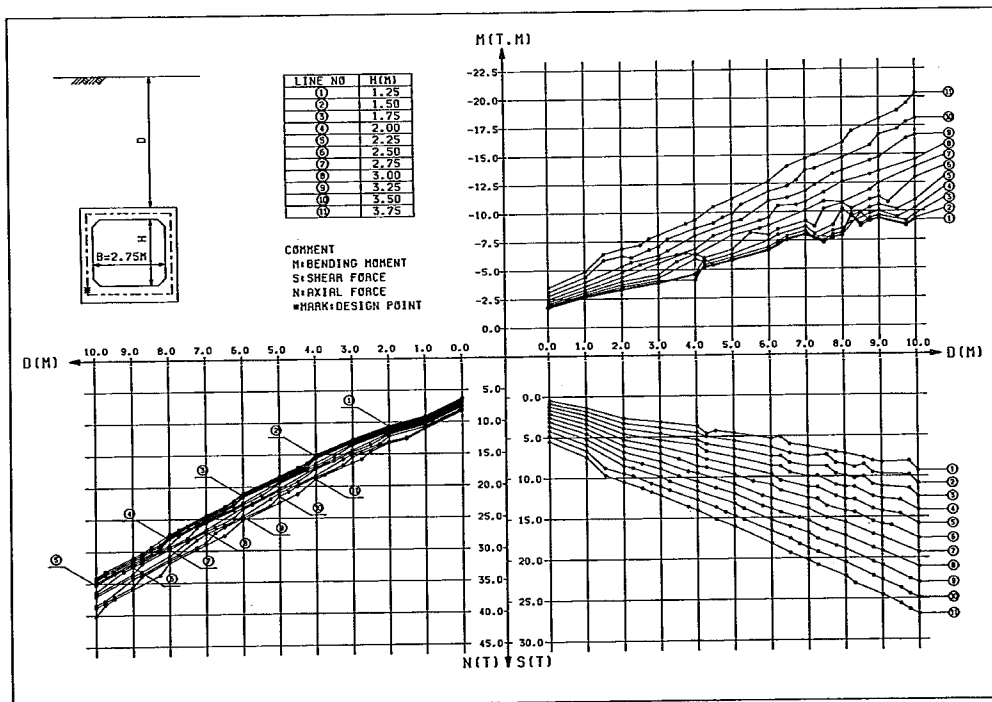
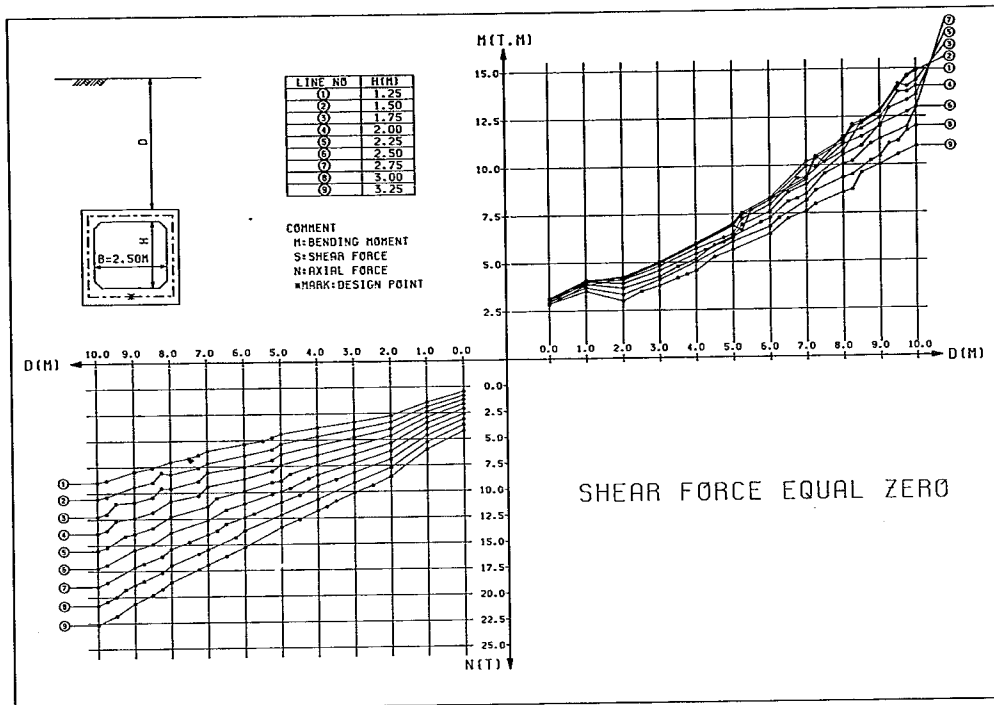


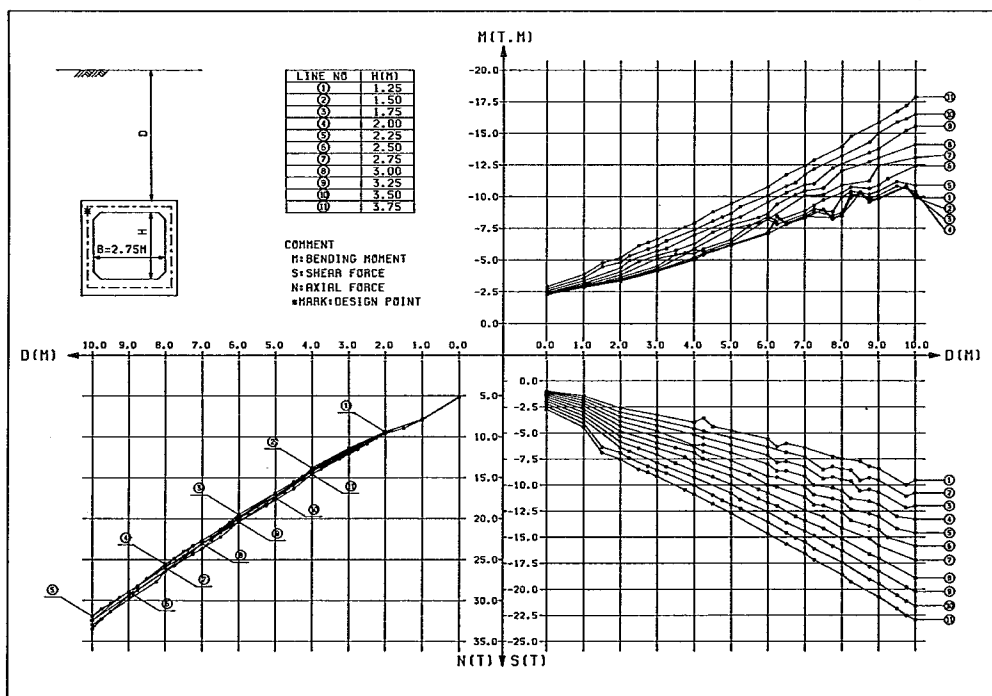
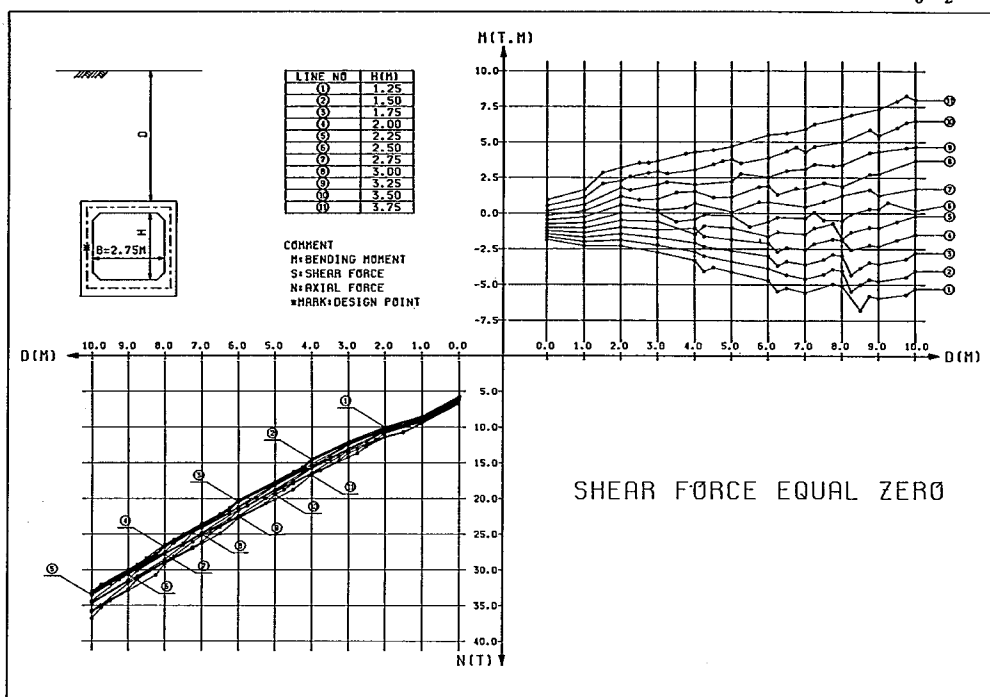


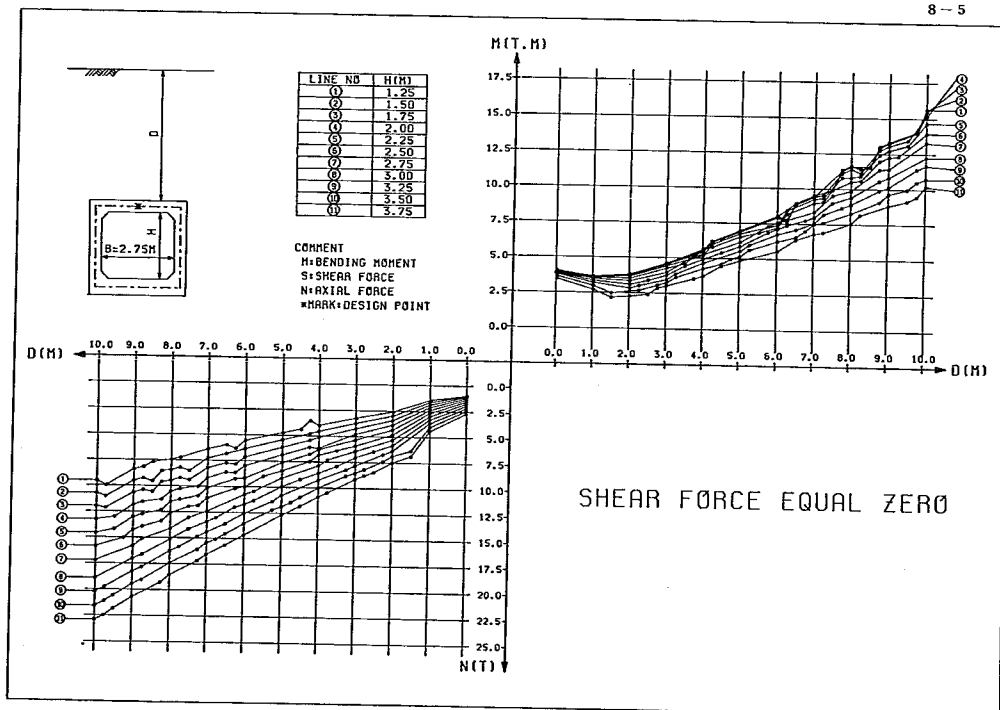
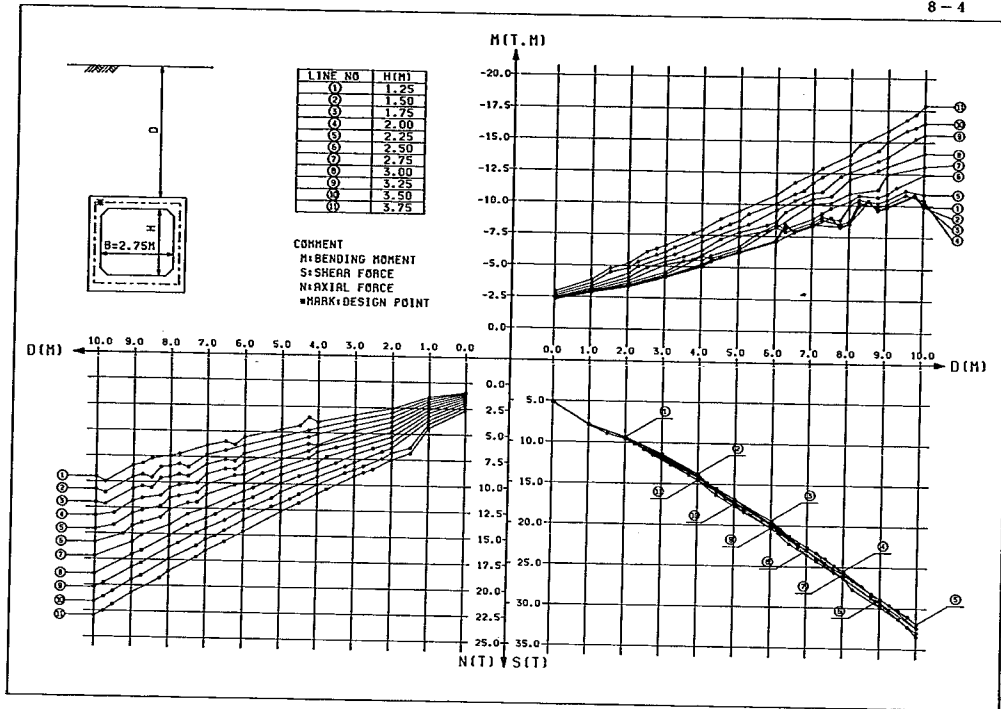


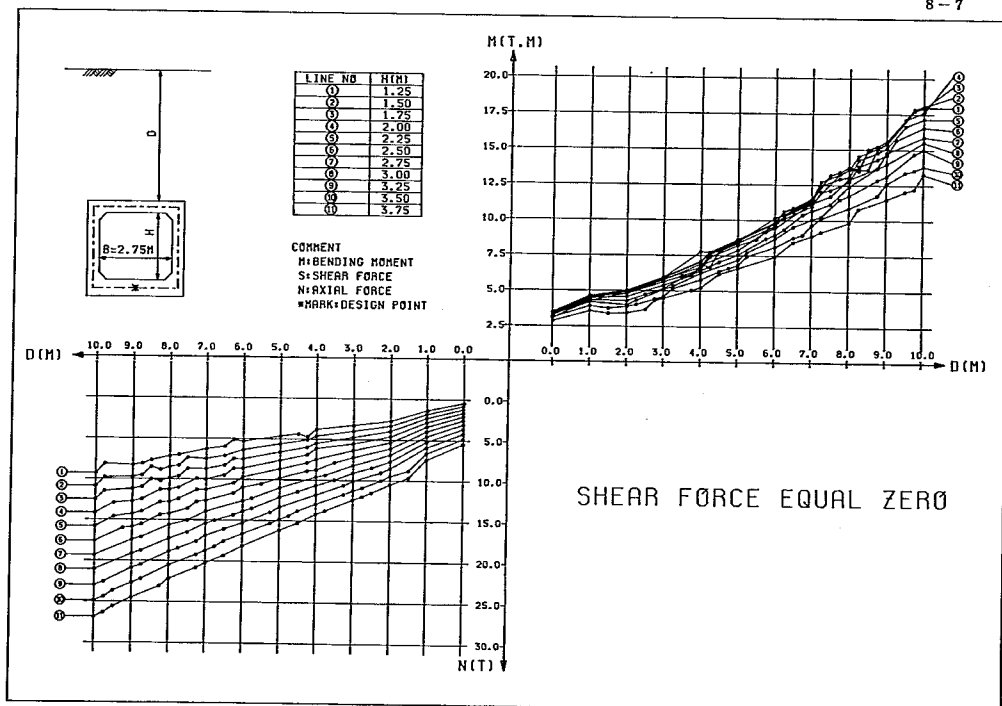
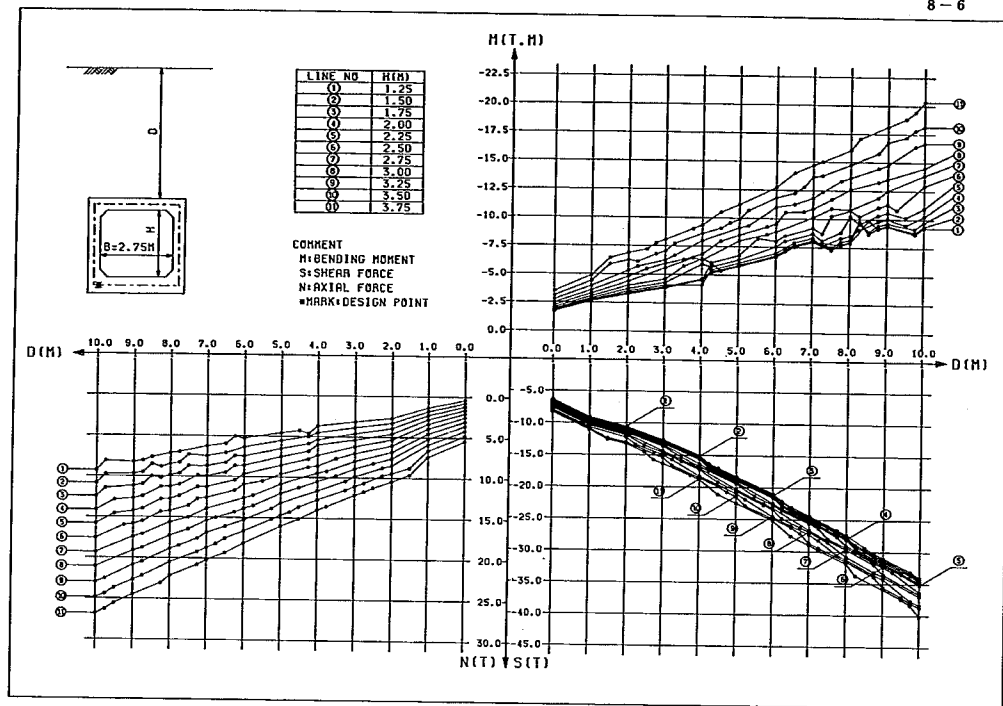


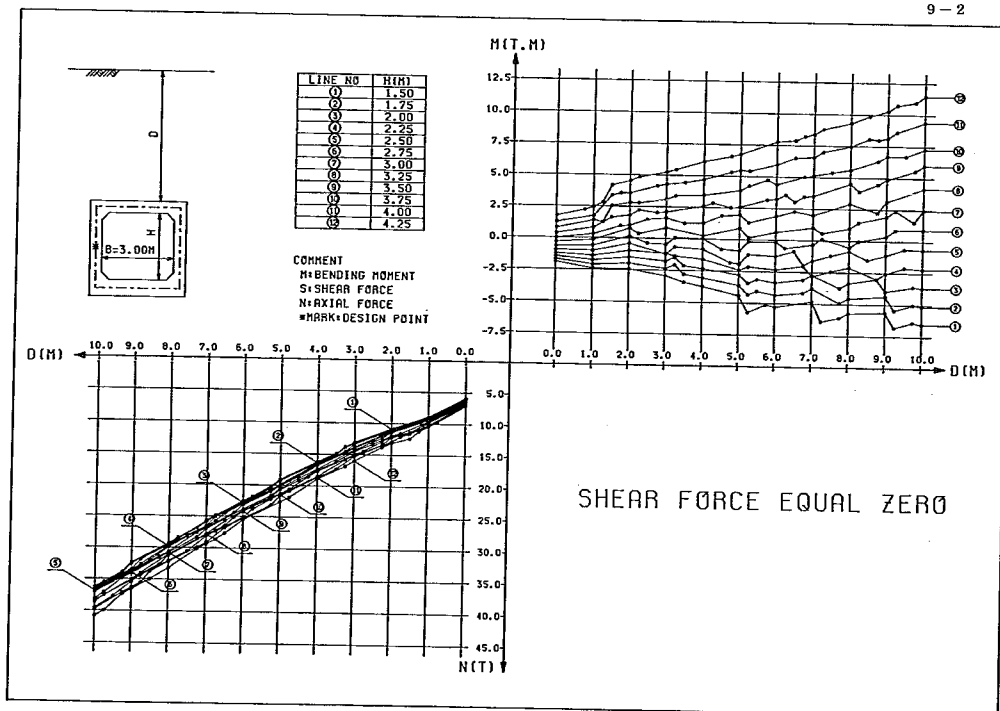
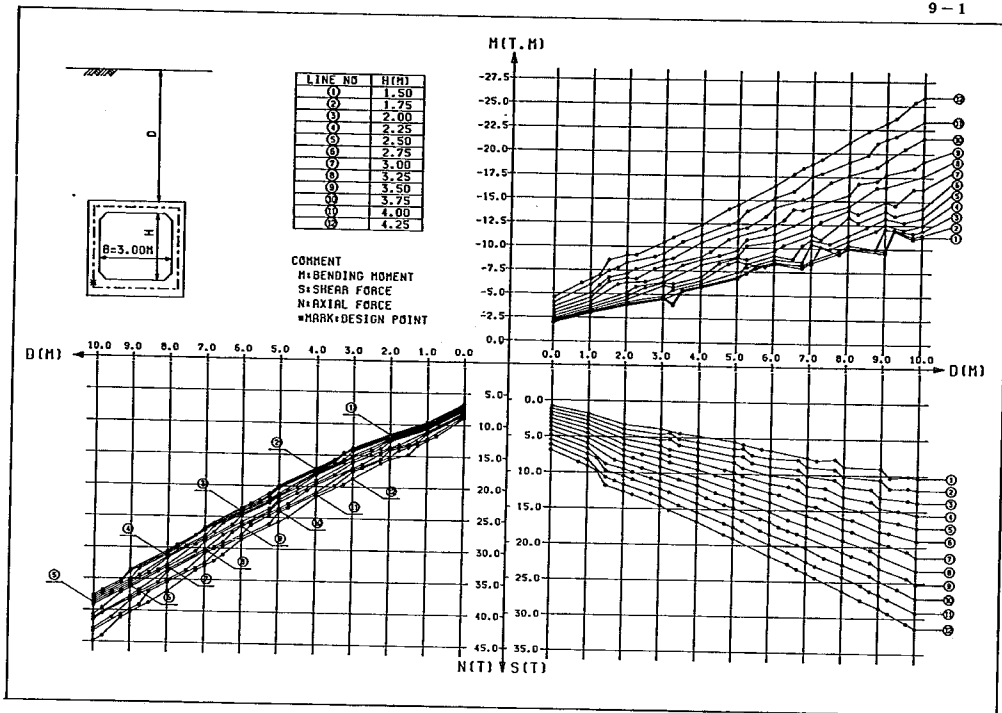


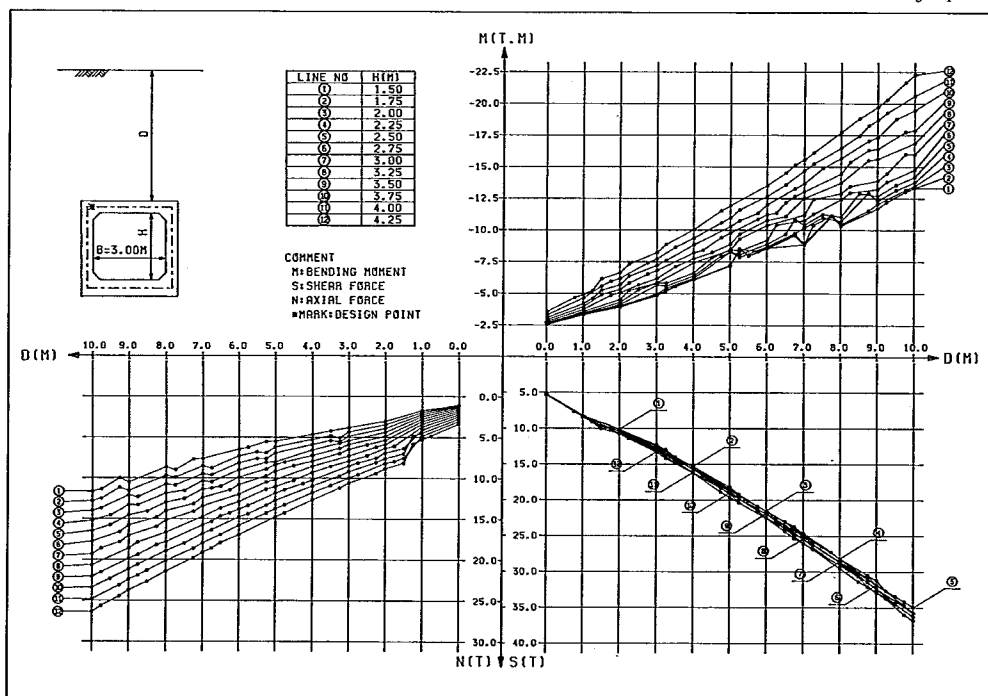
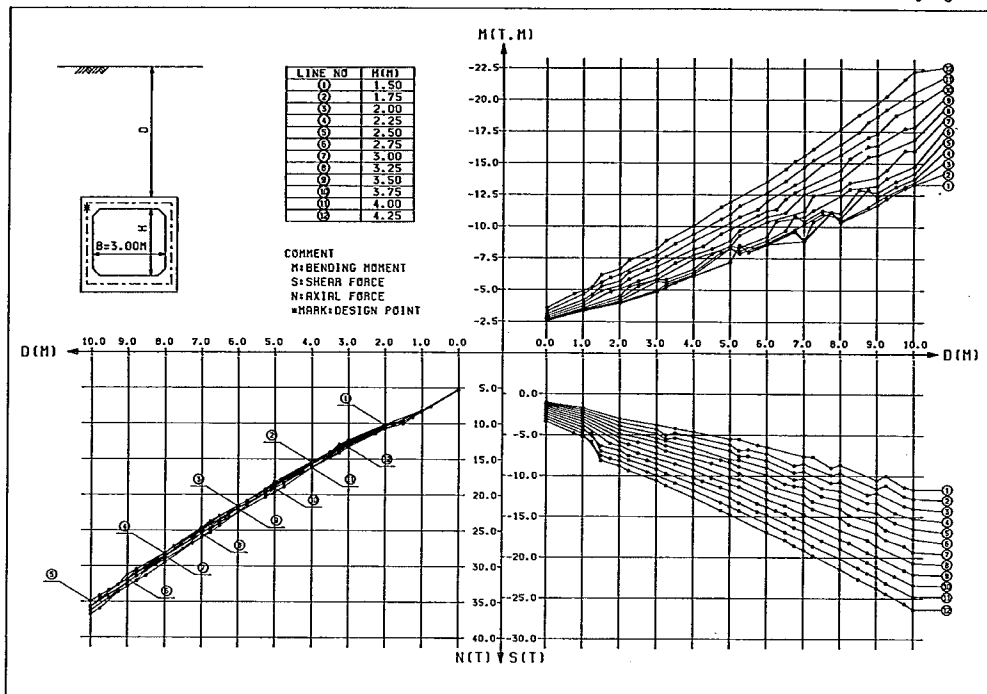


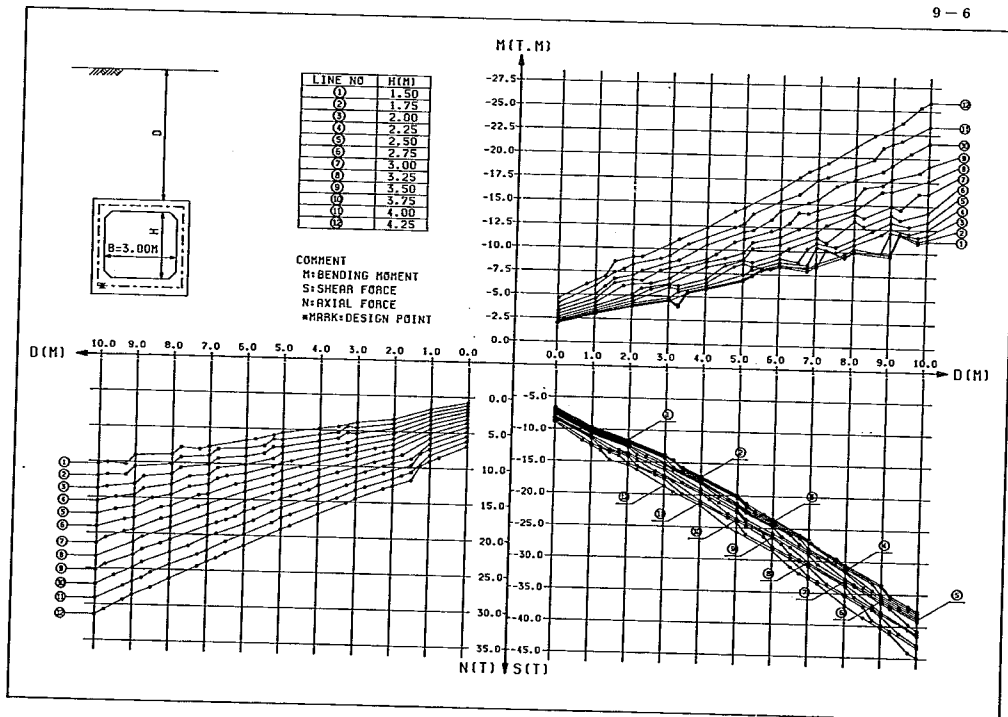
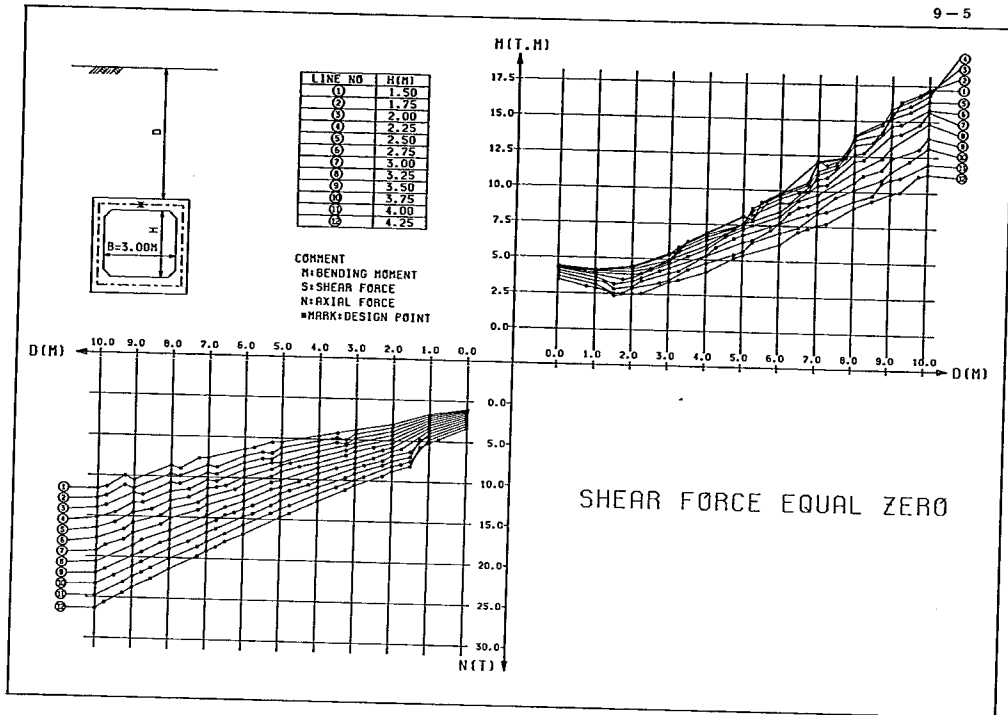


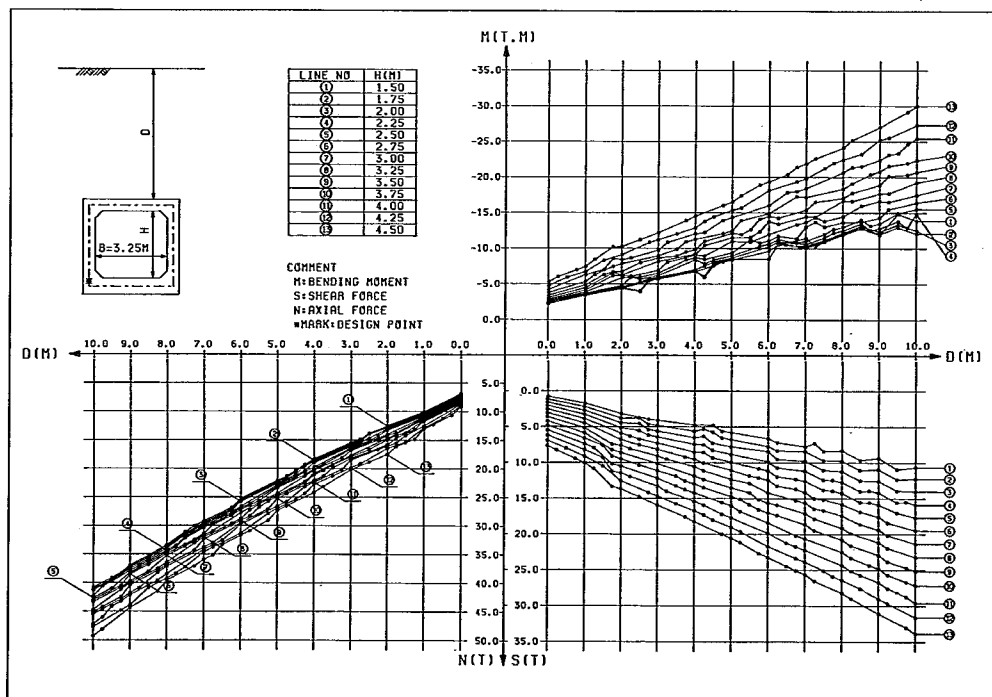
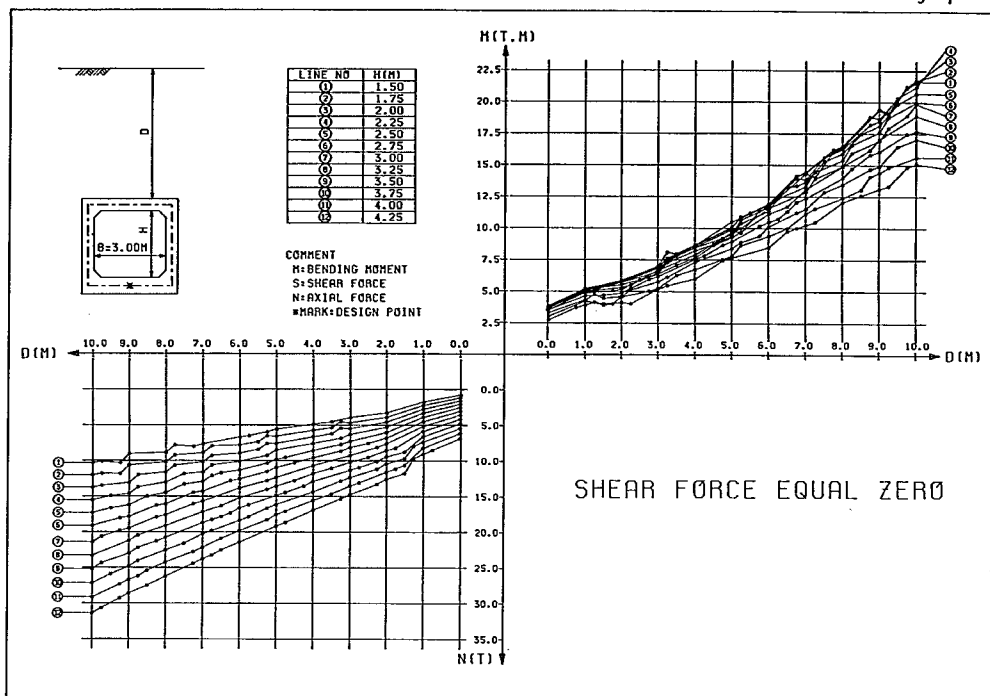


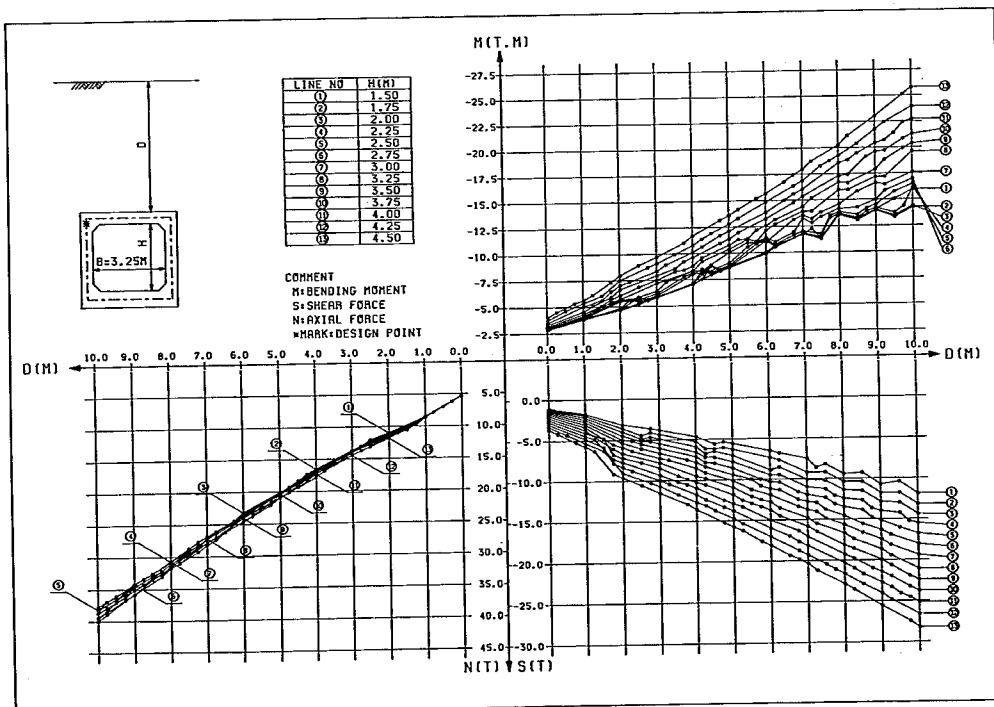
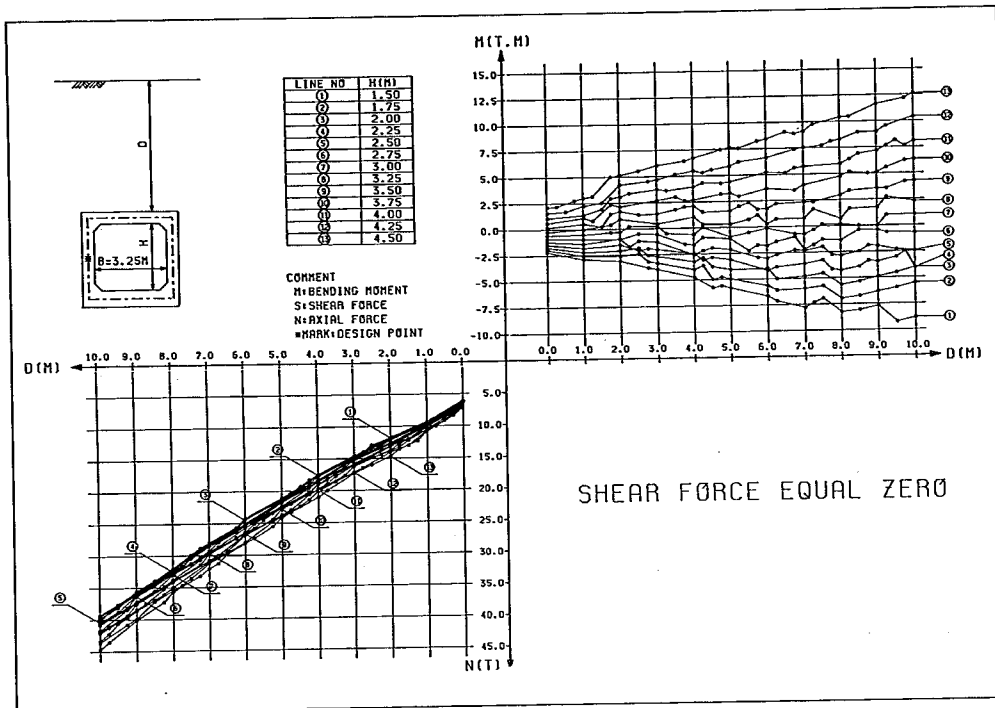


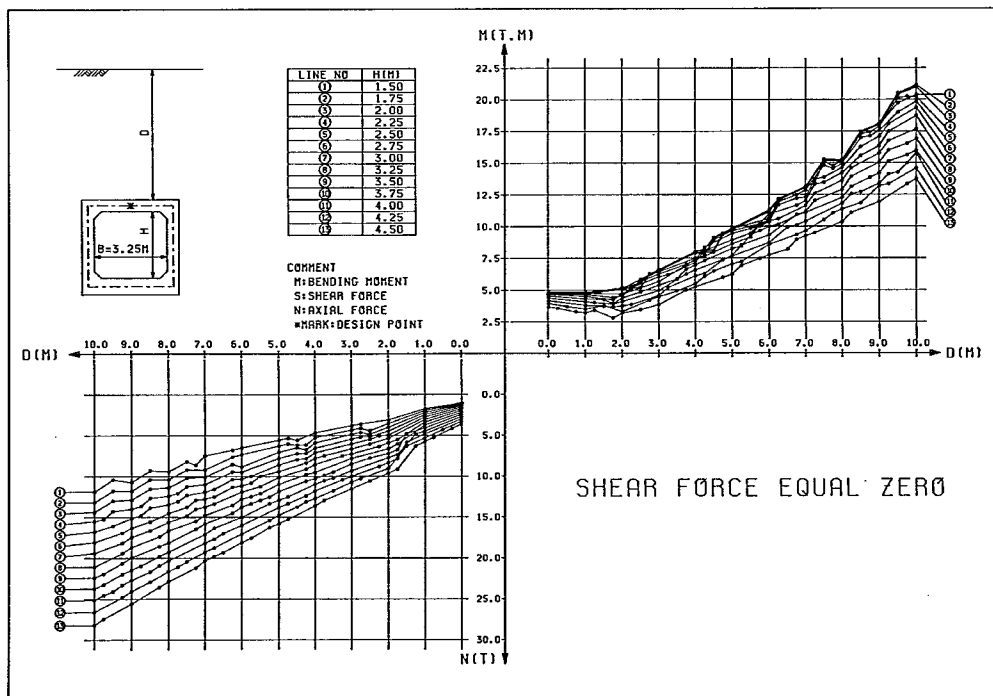
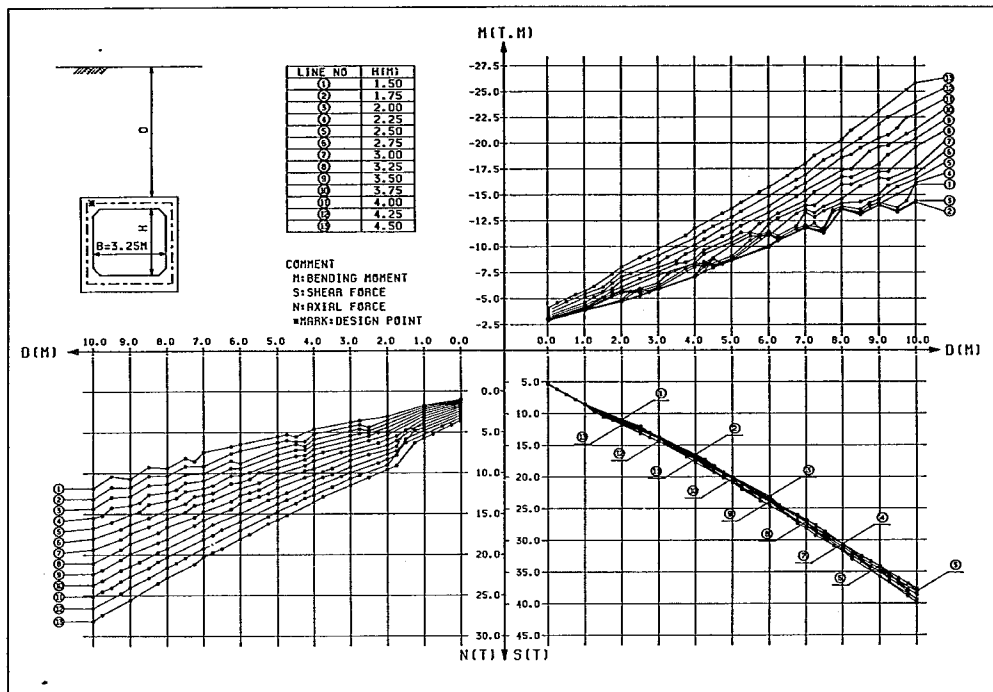




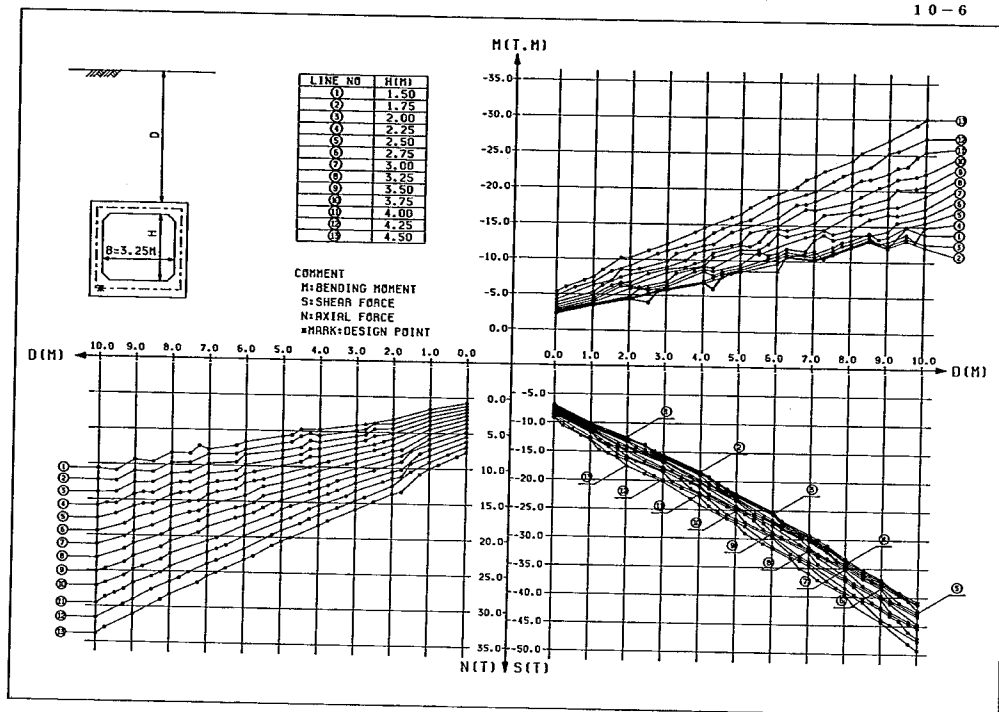




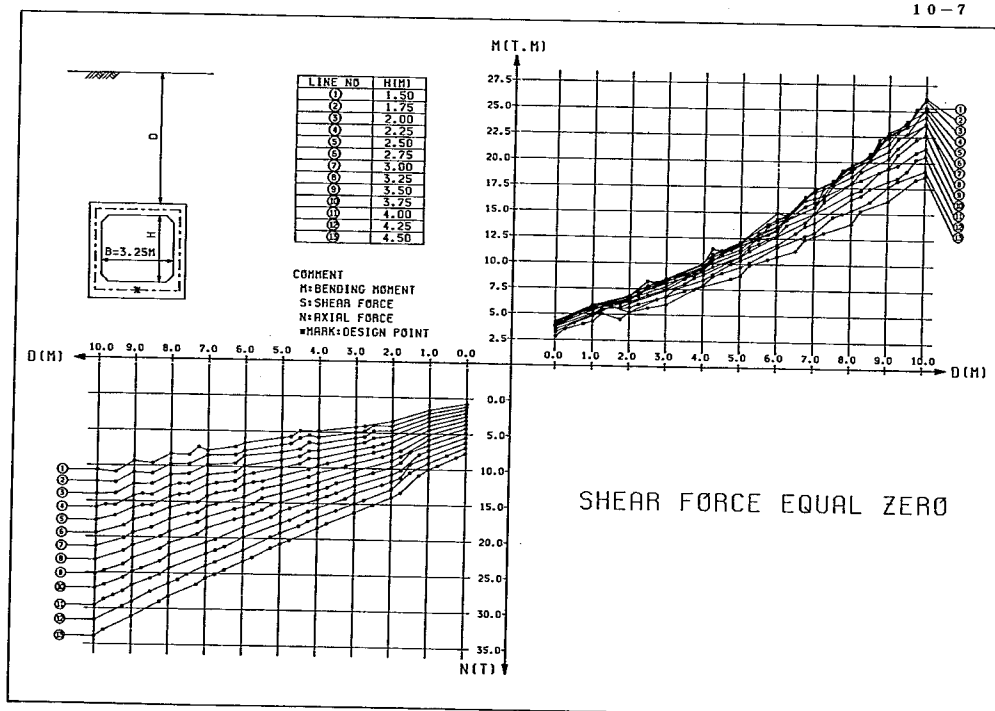


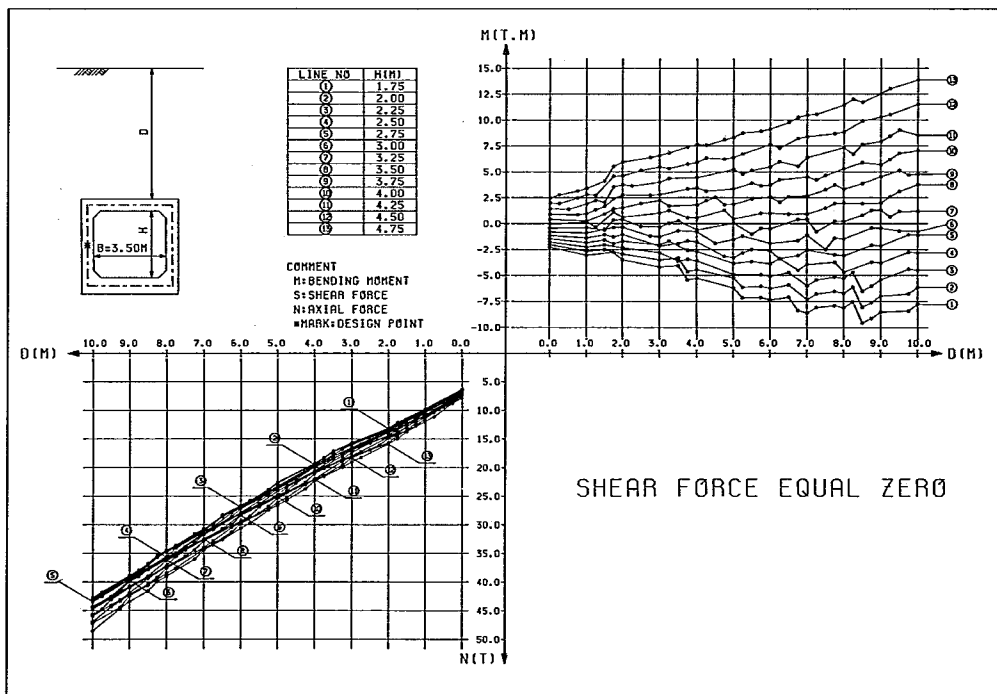
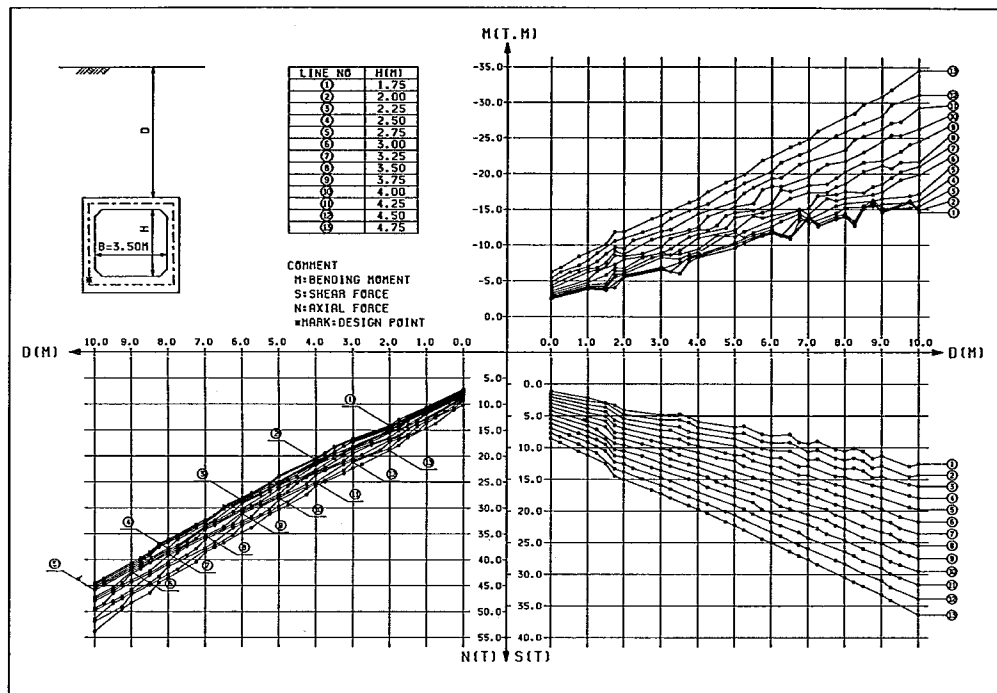


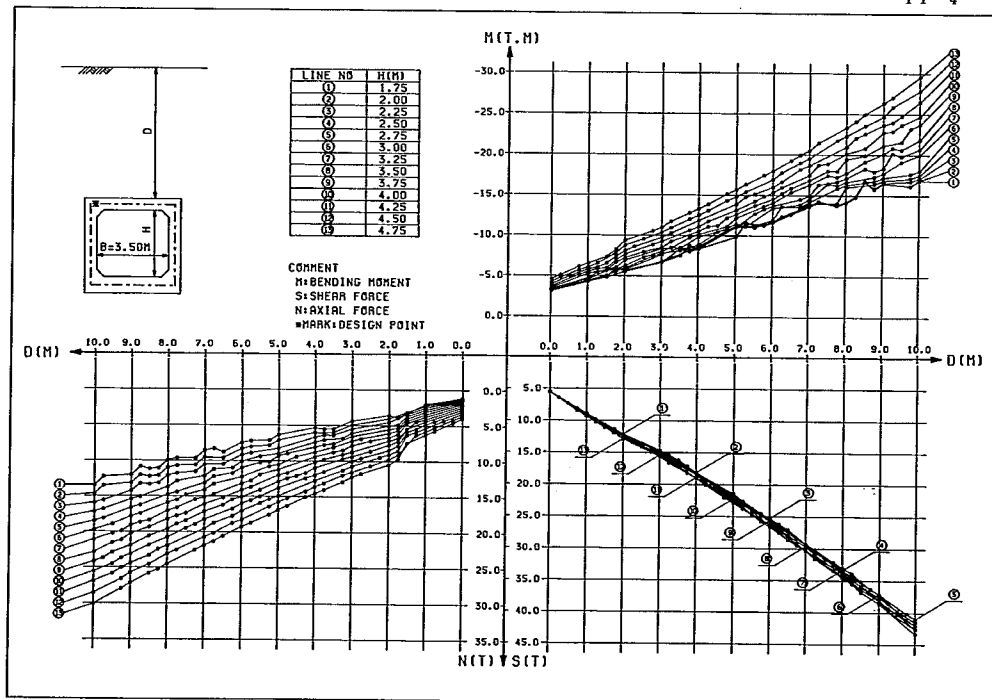
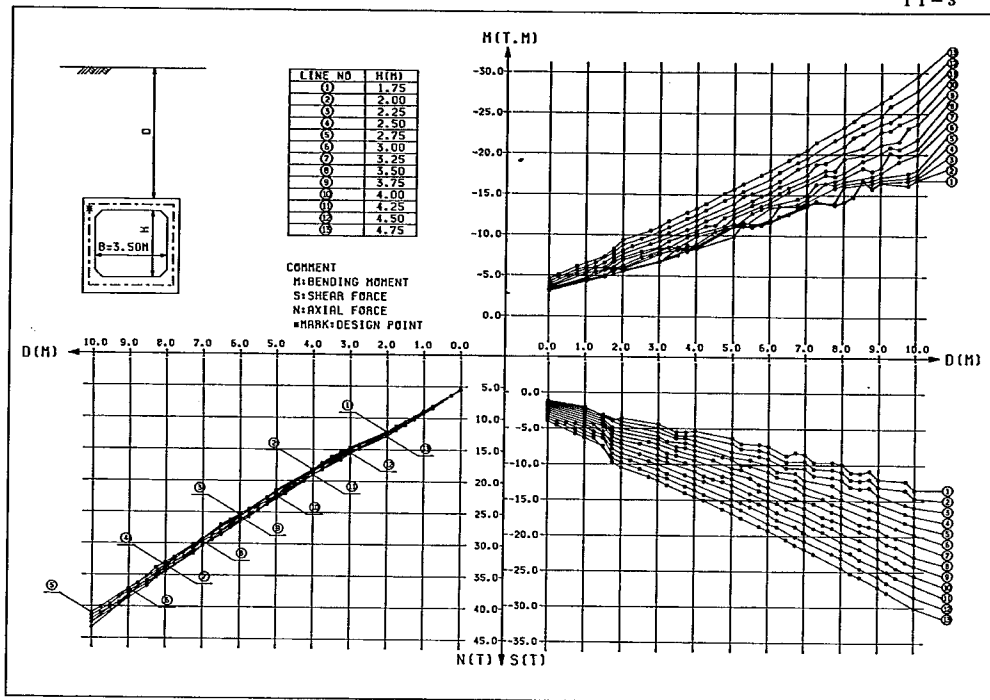
10-6

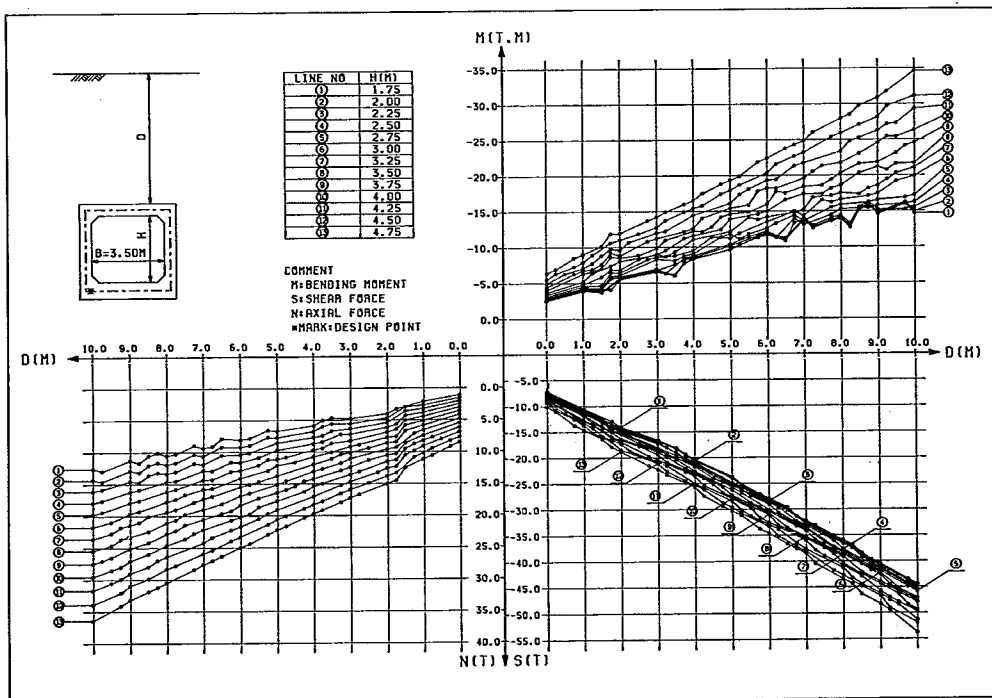
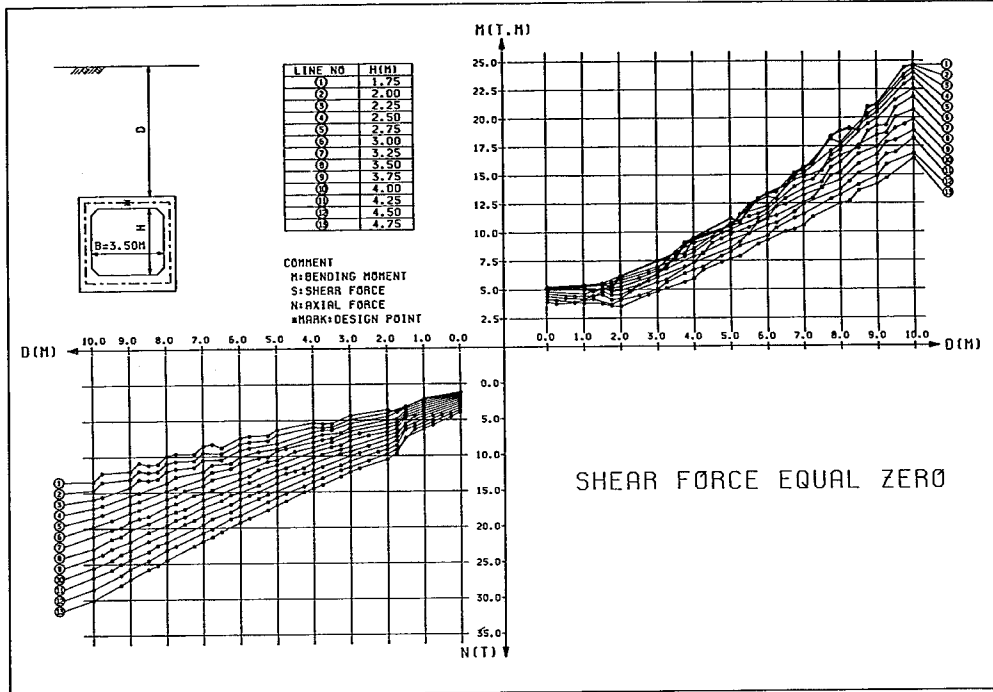


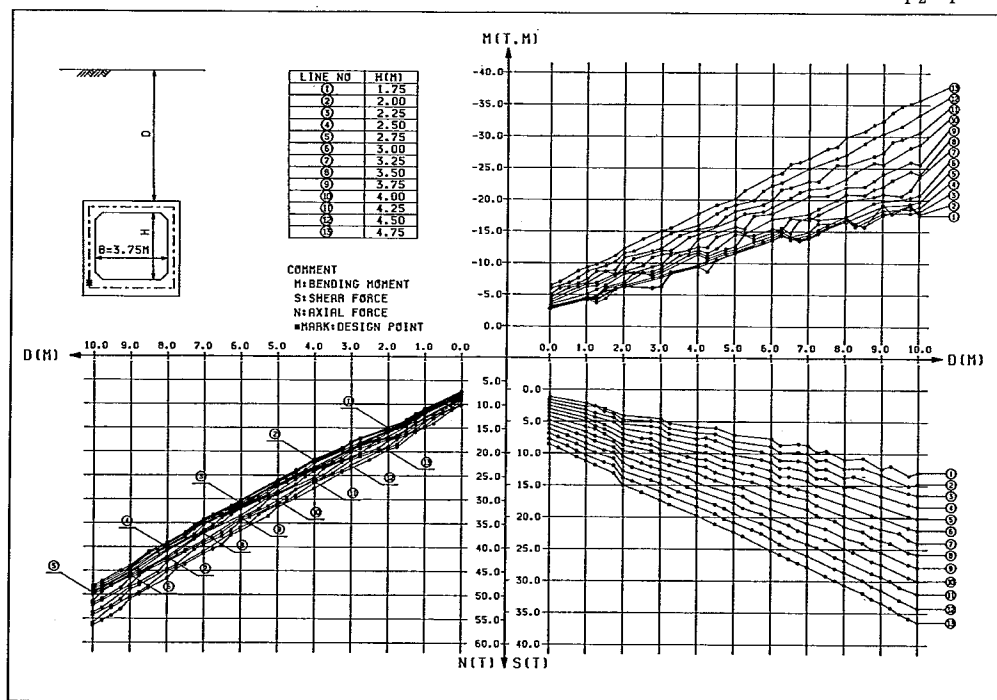
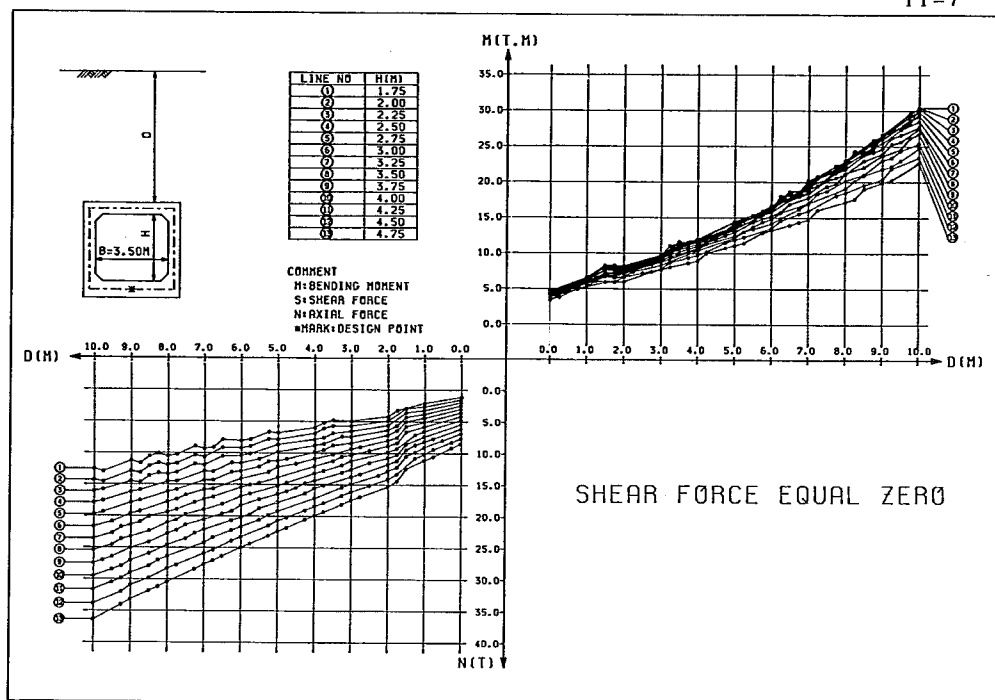
10-7

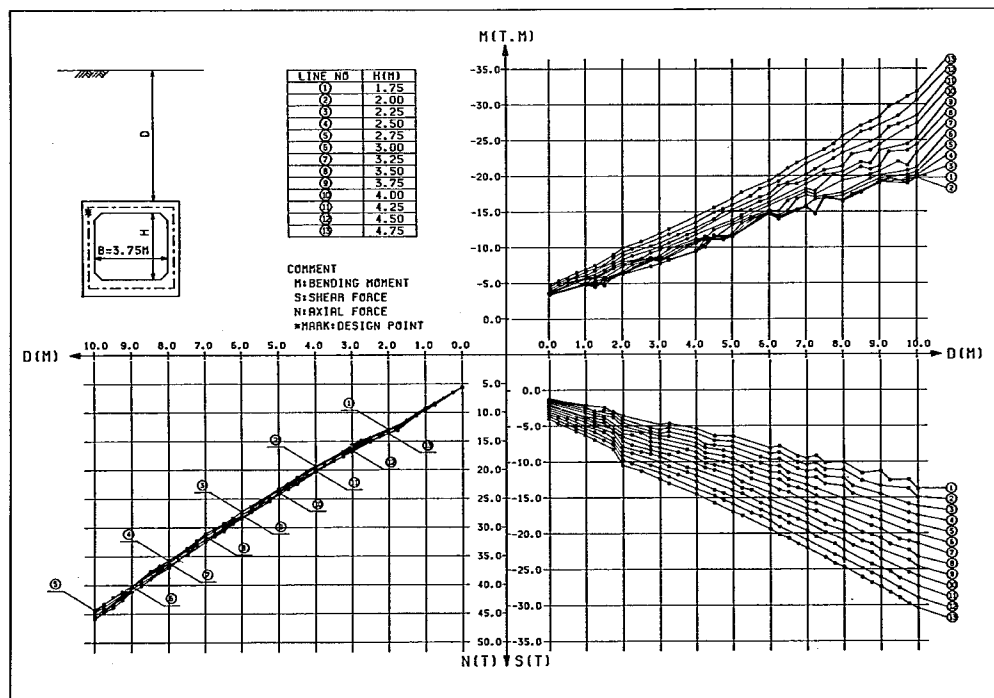
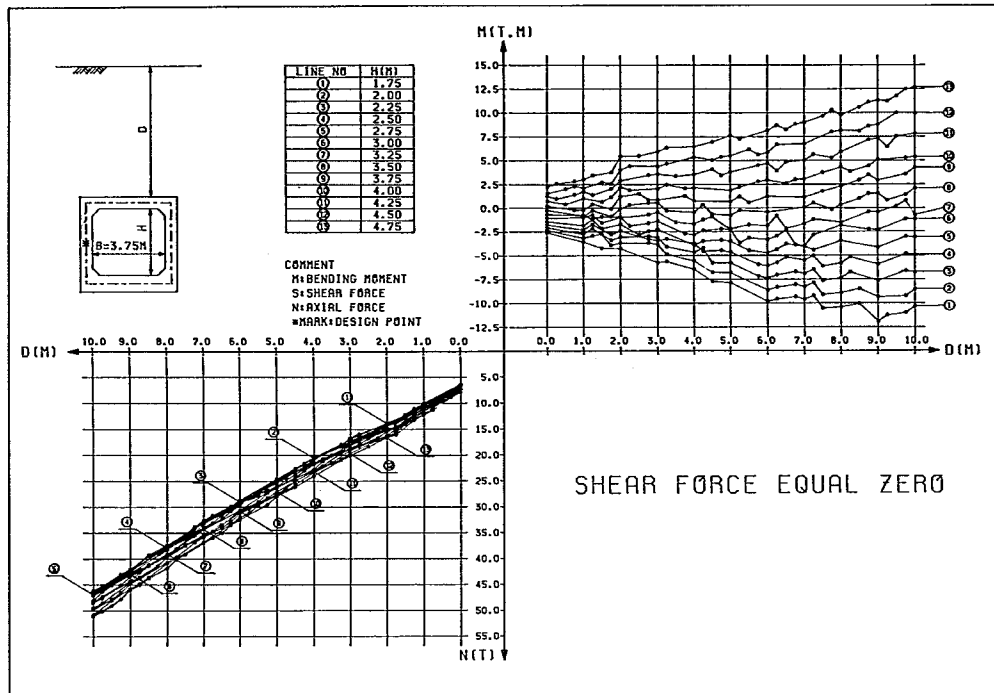


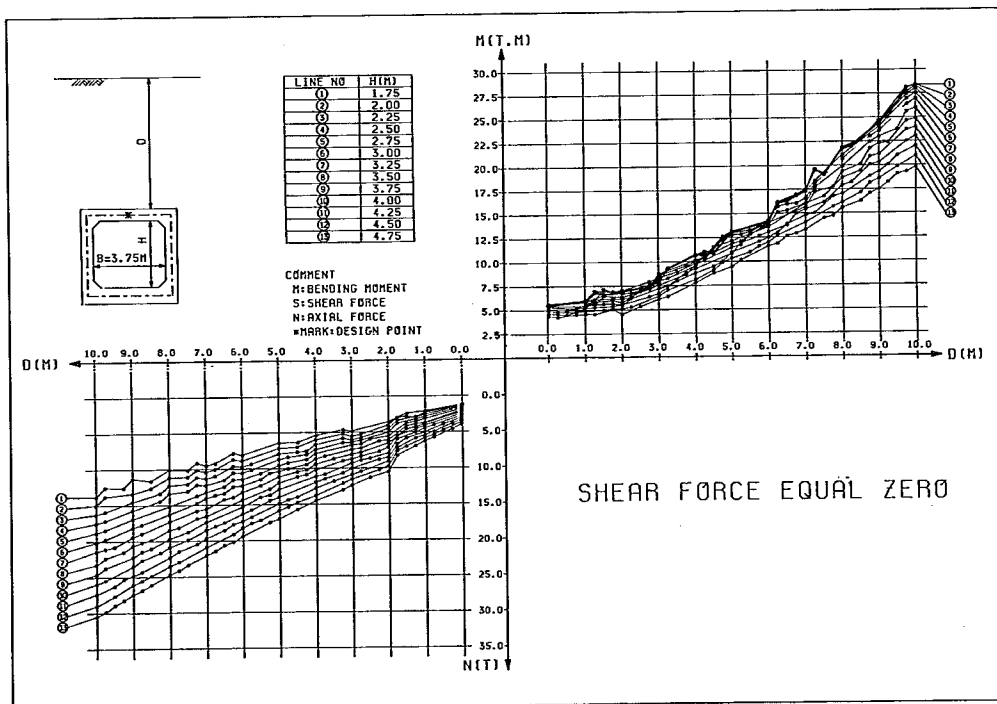
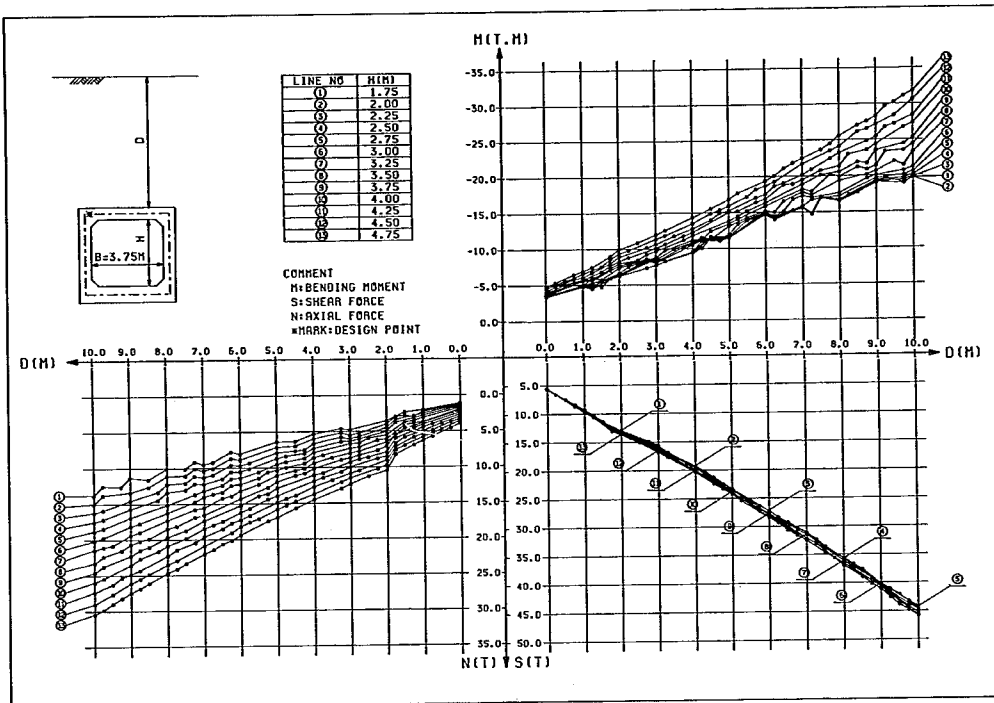


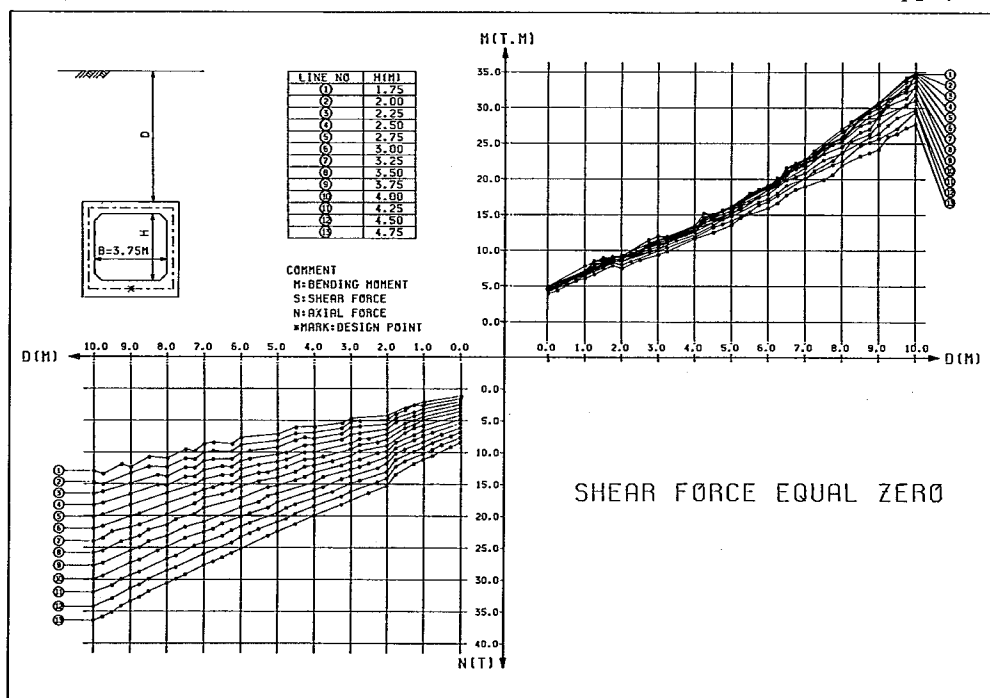
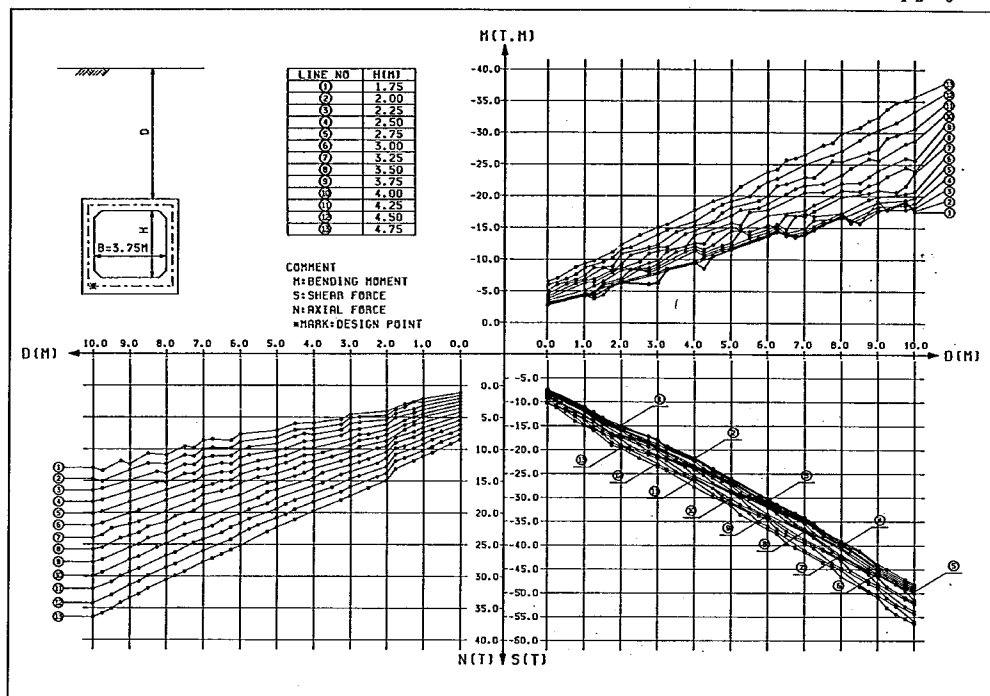


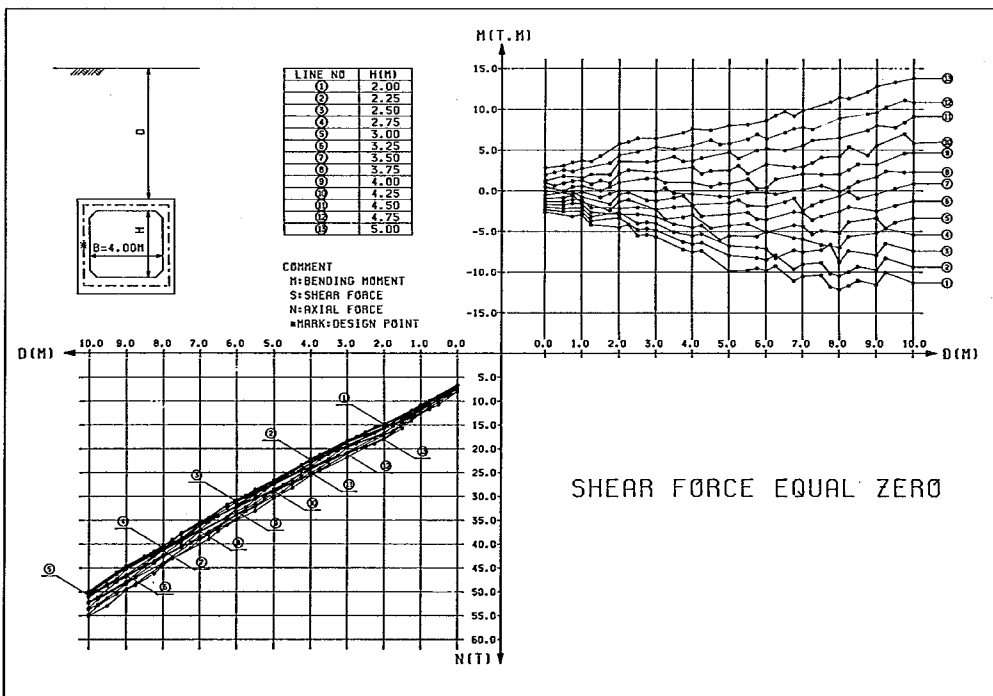
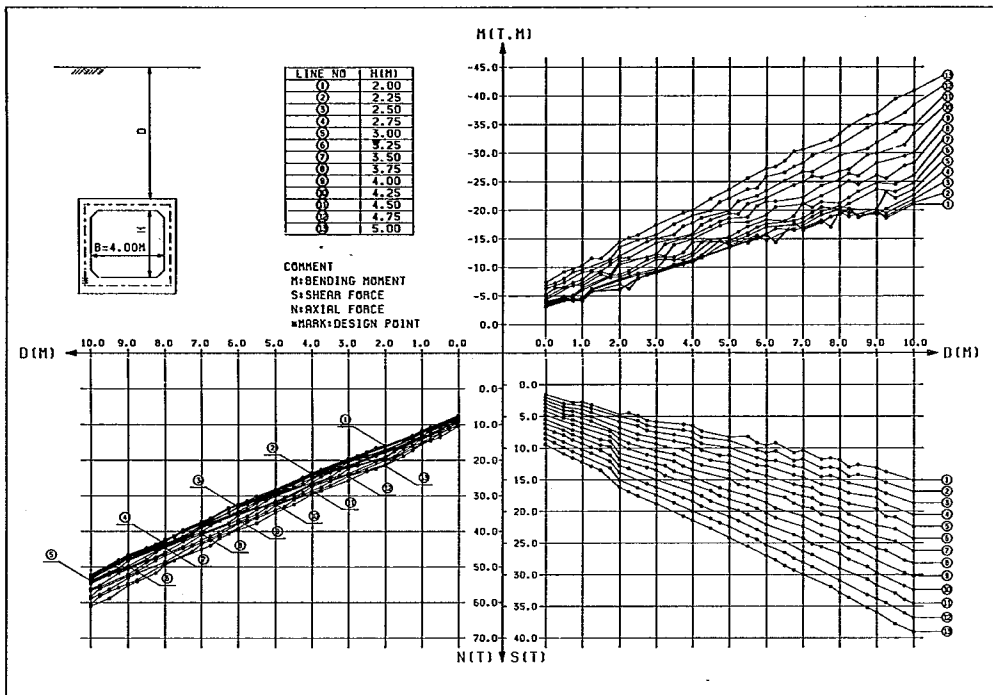


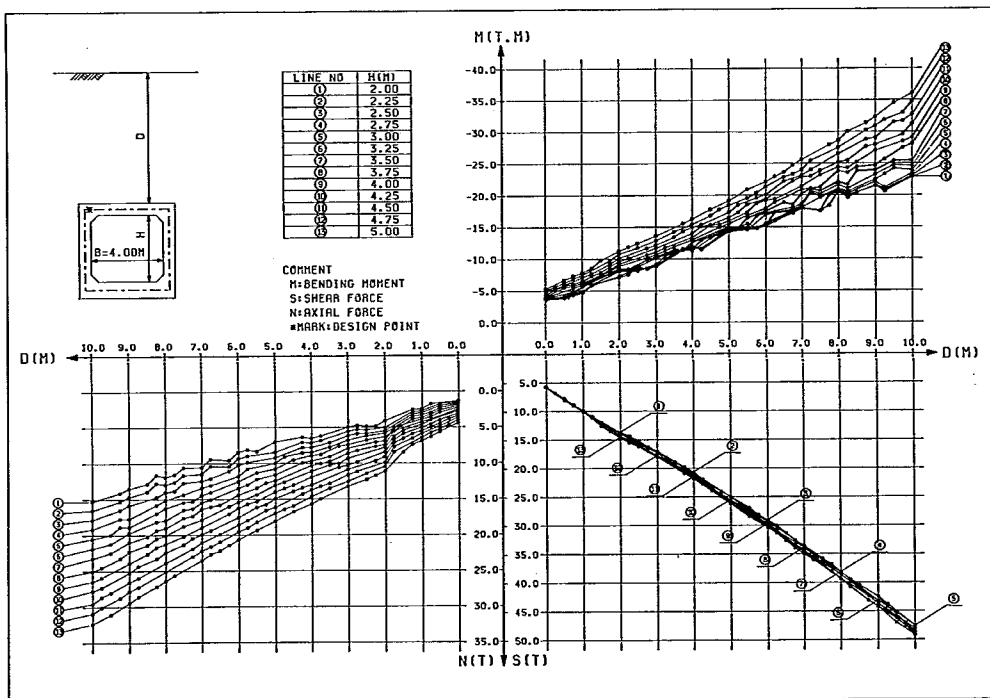
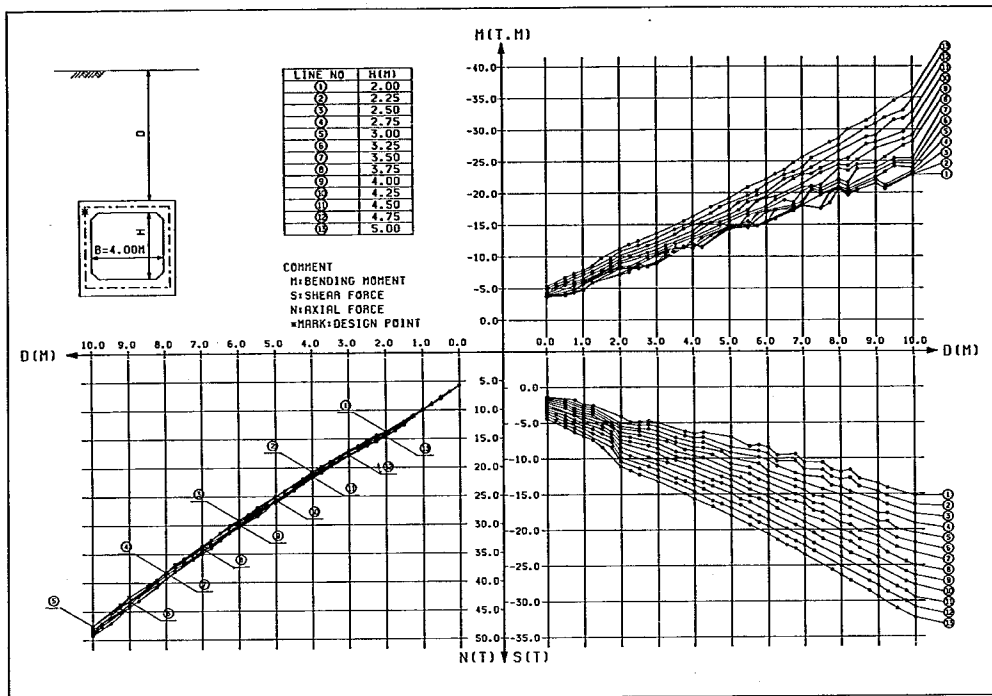


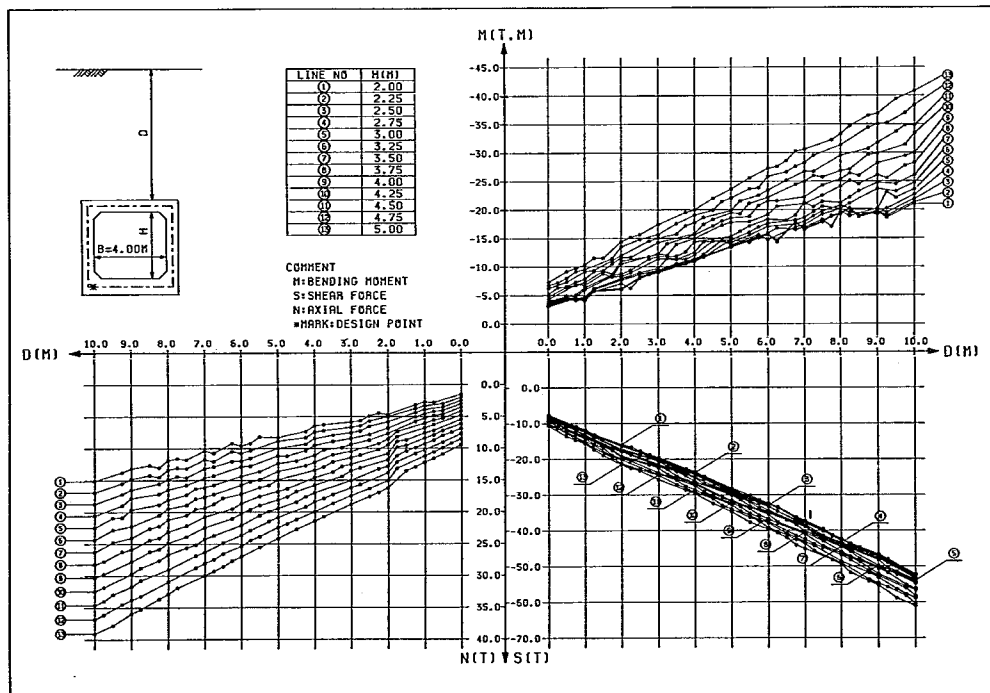
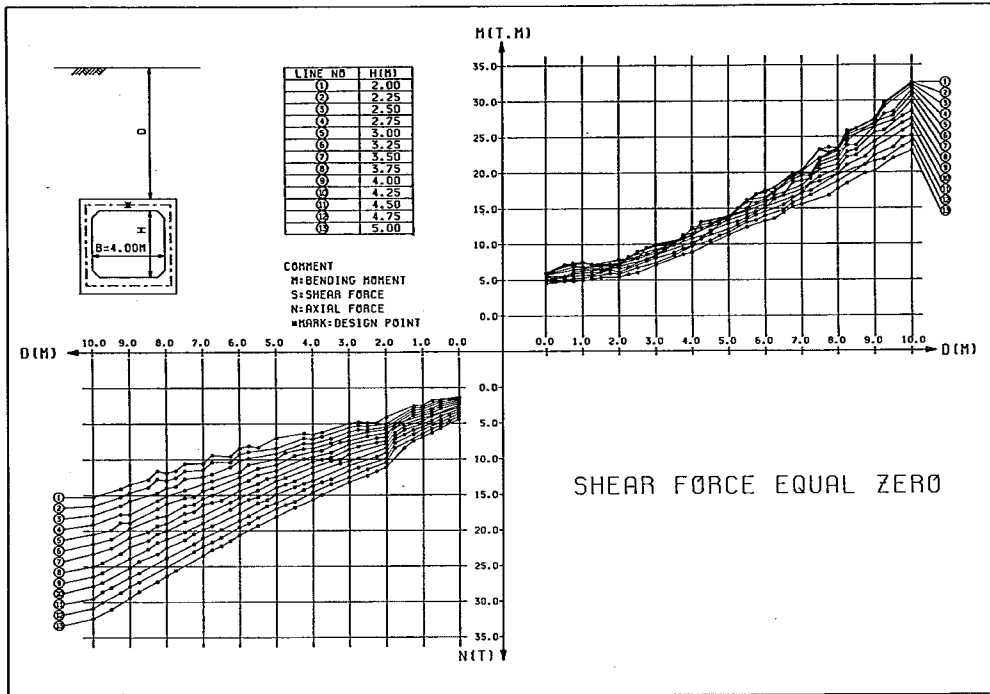


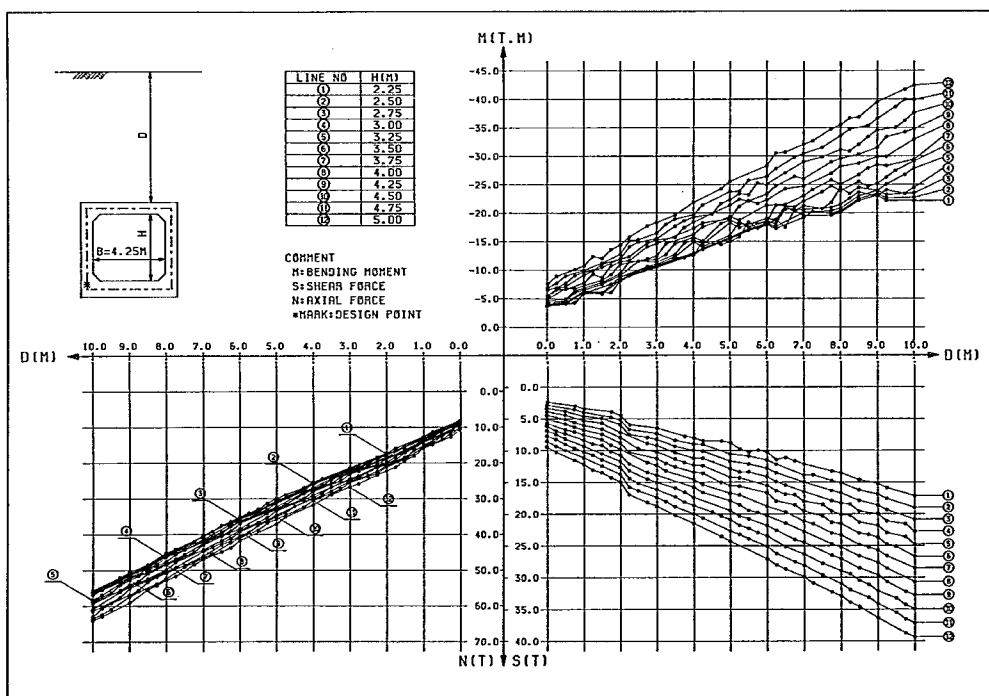
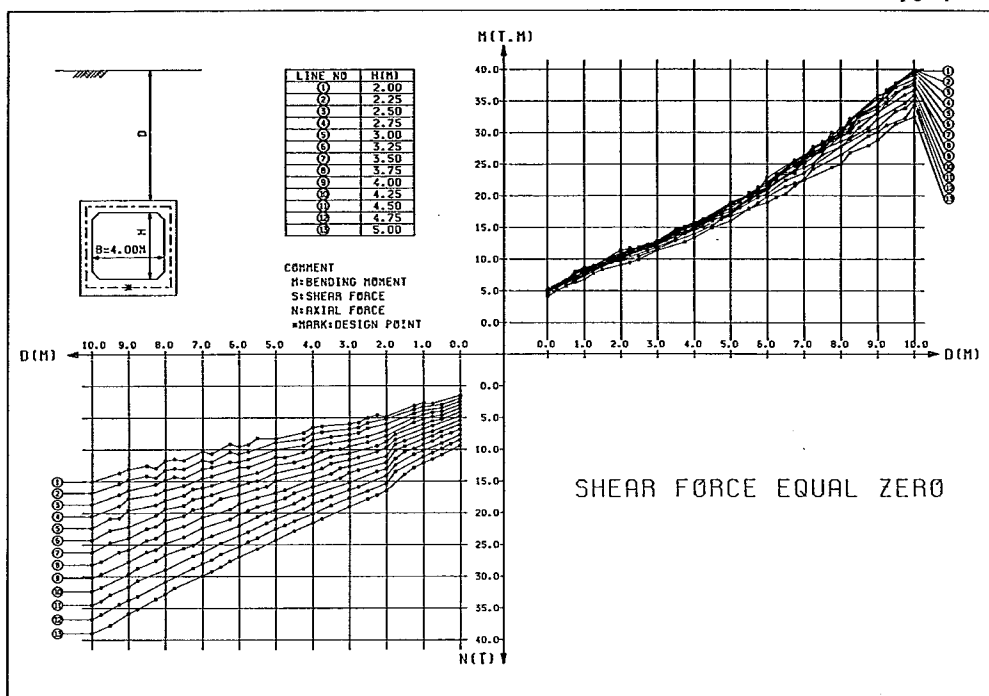


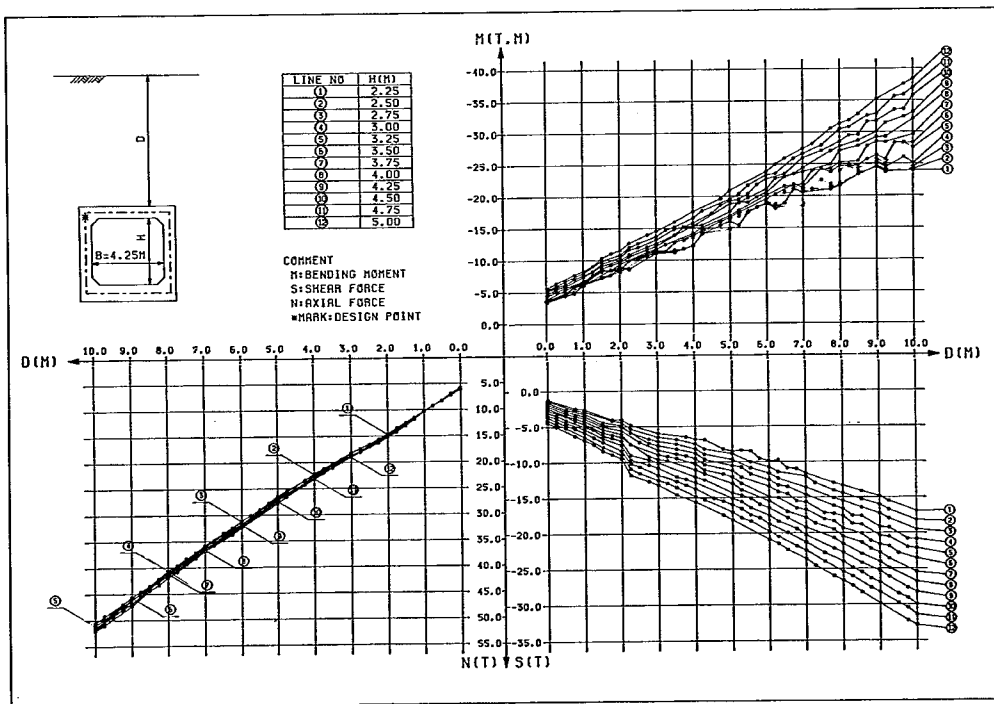
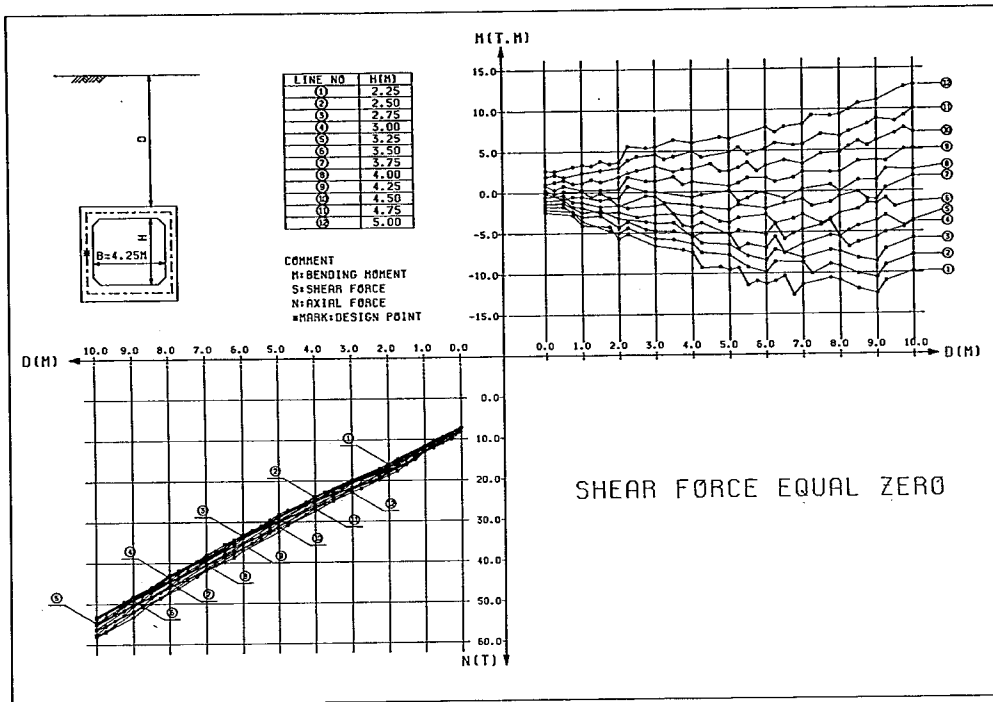


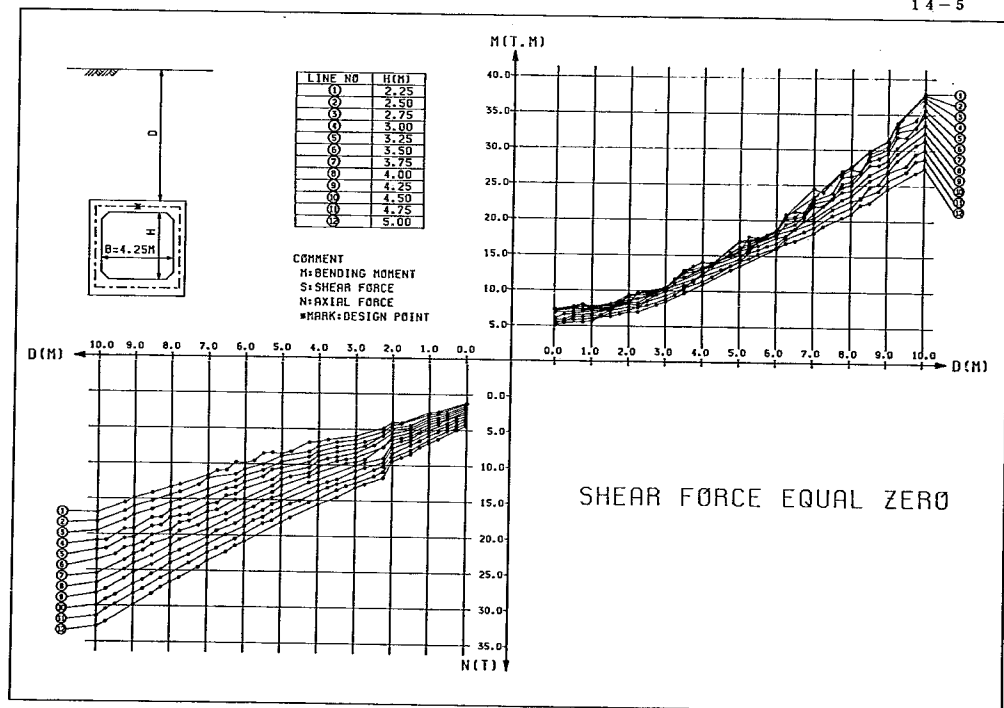
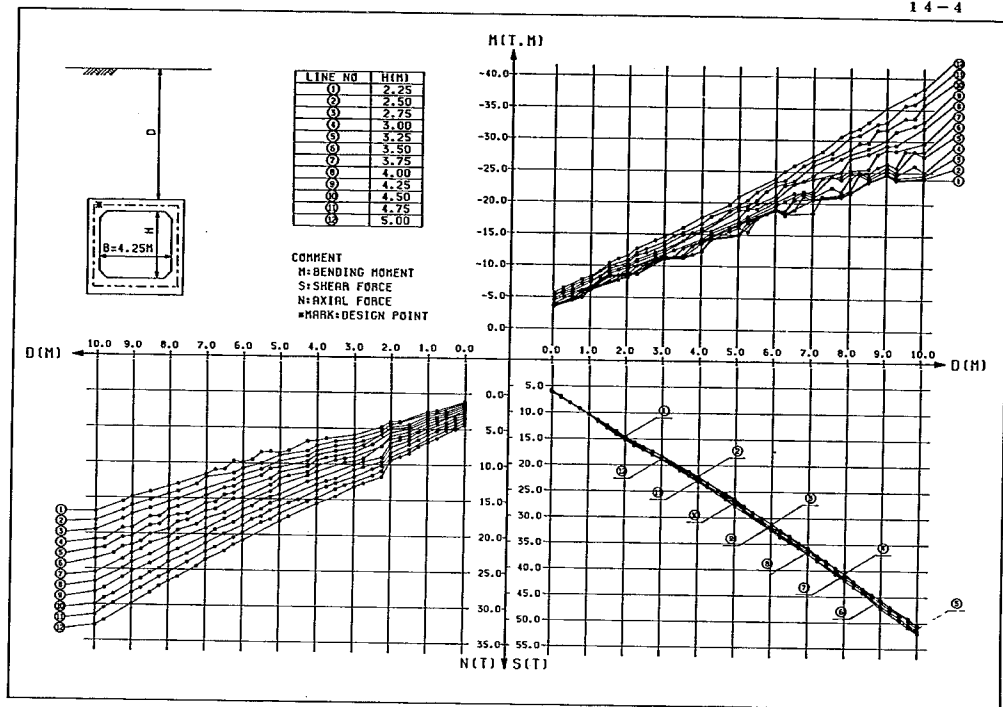


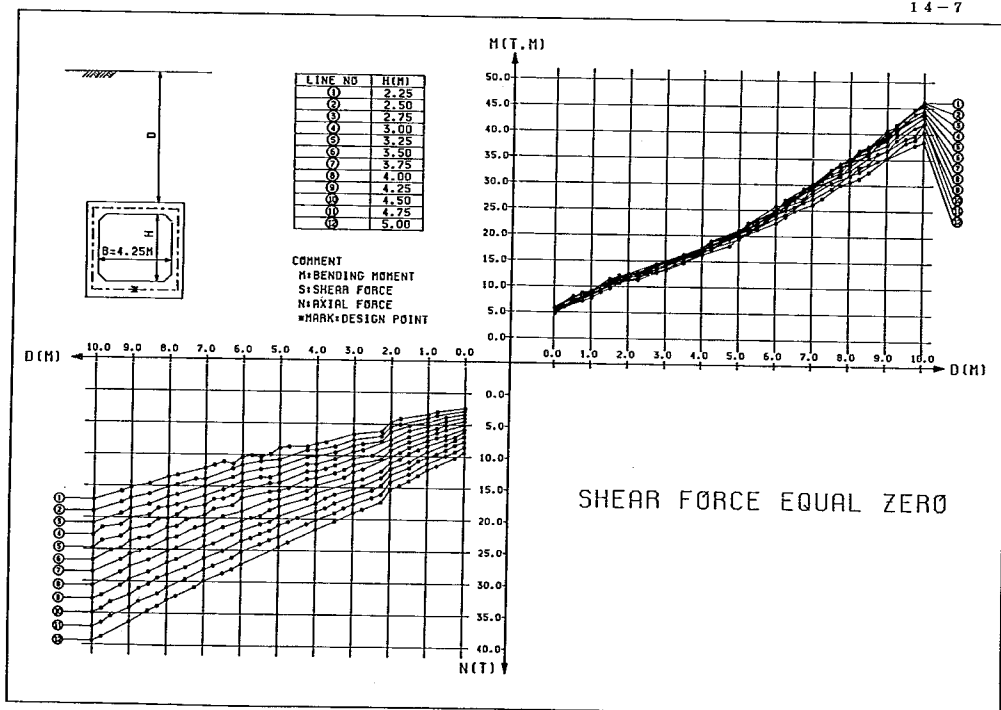
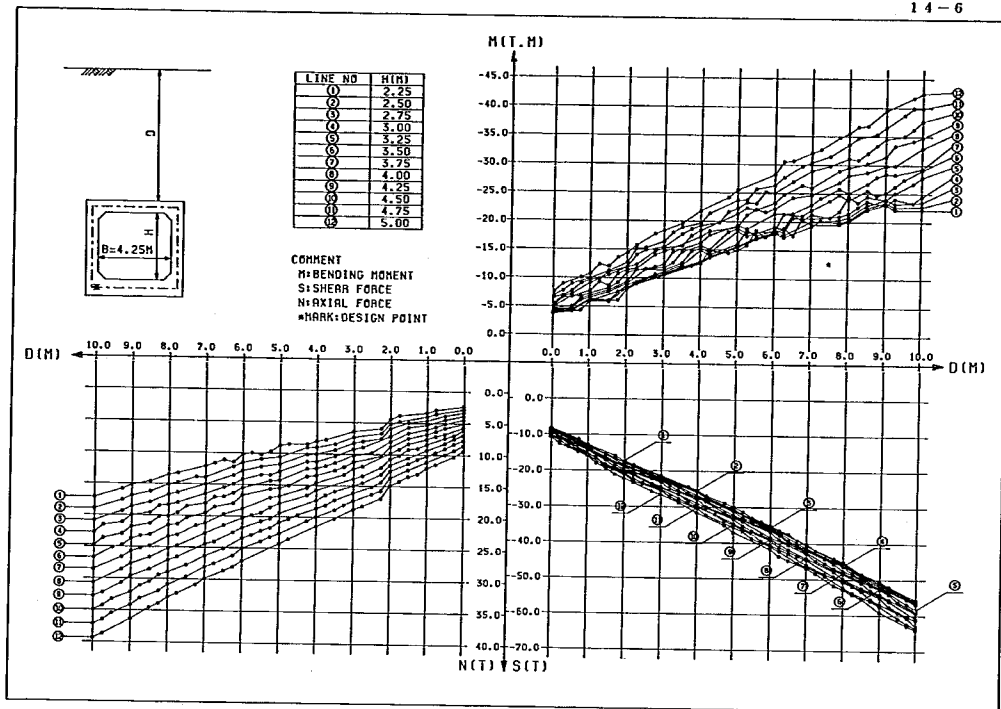


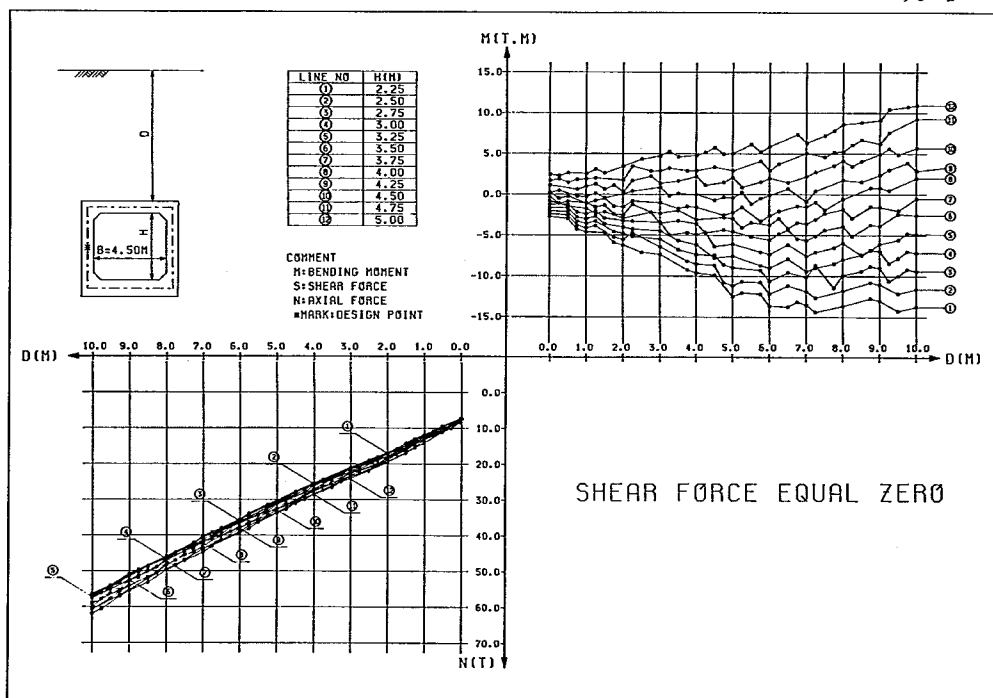
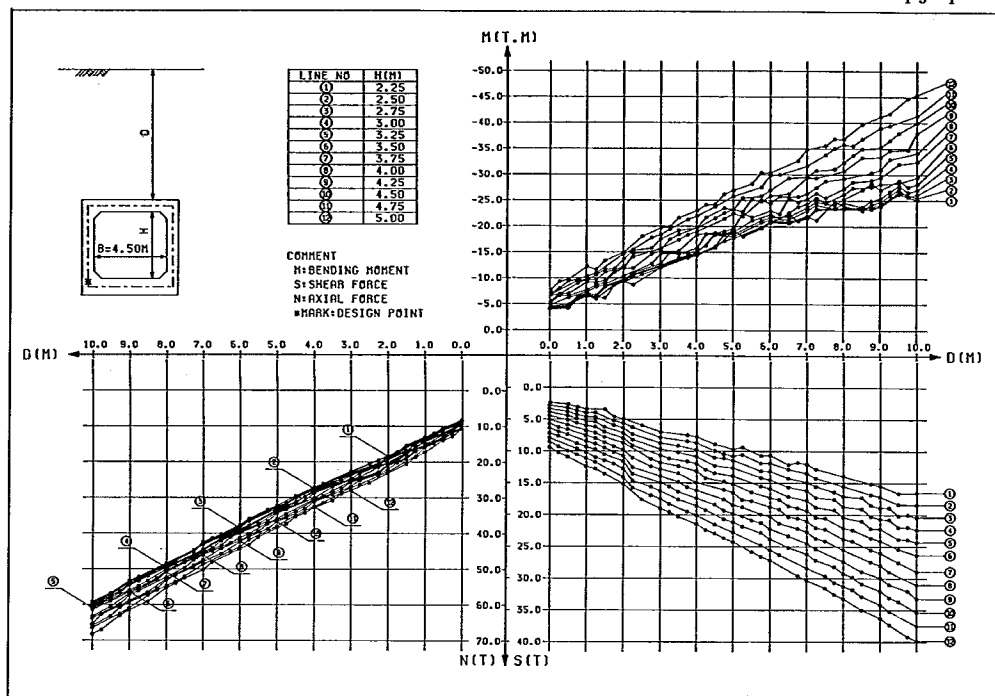


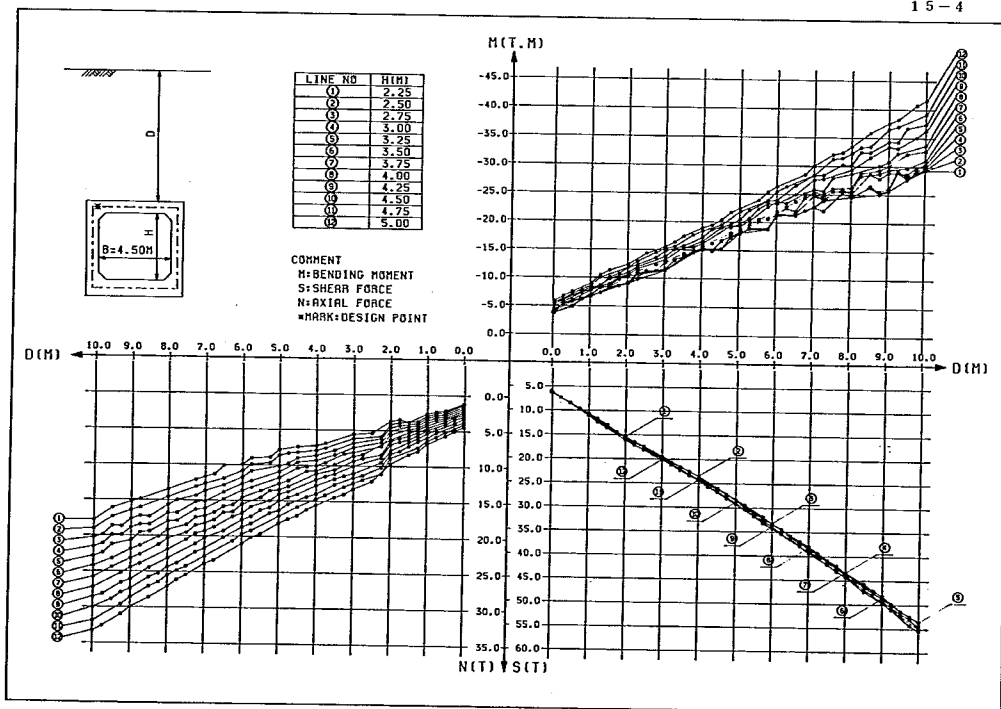
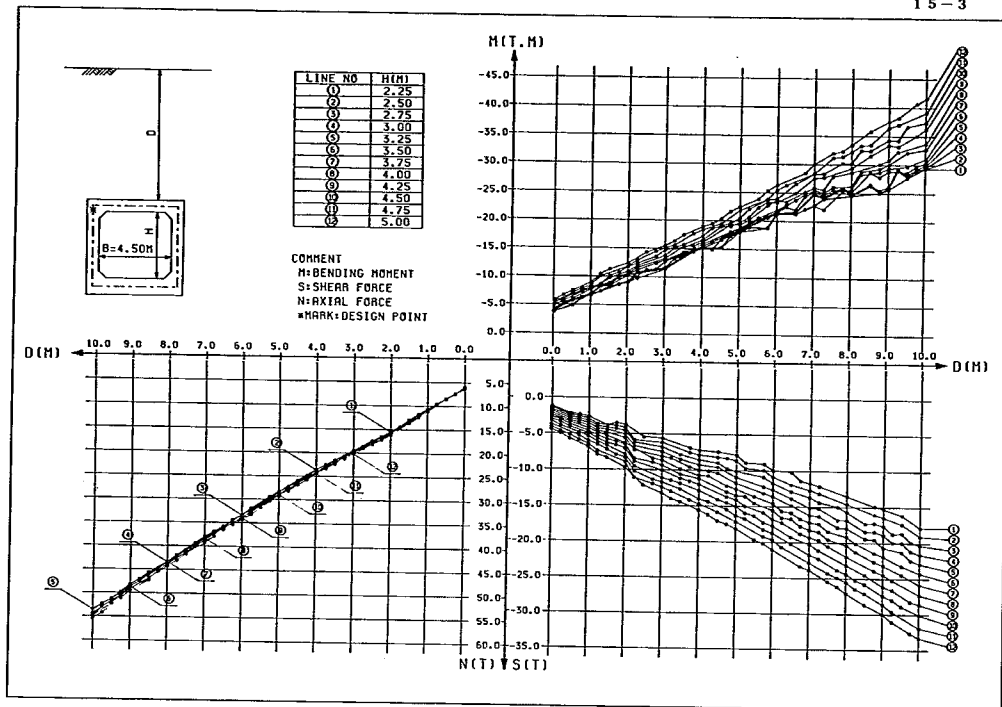


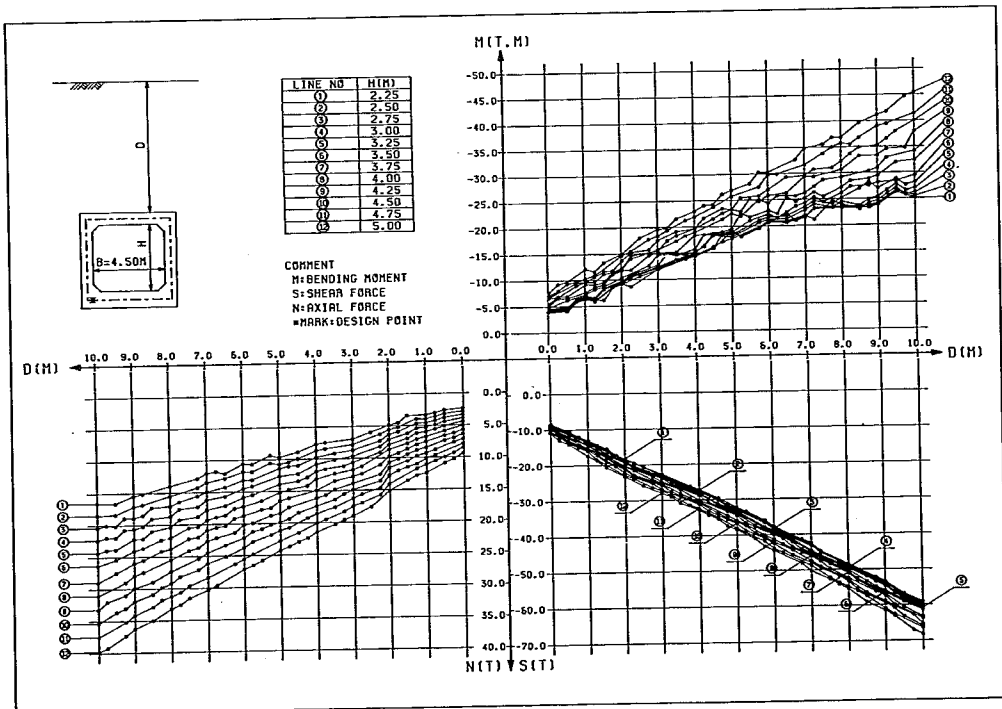
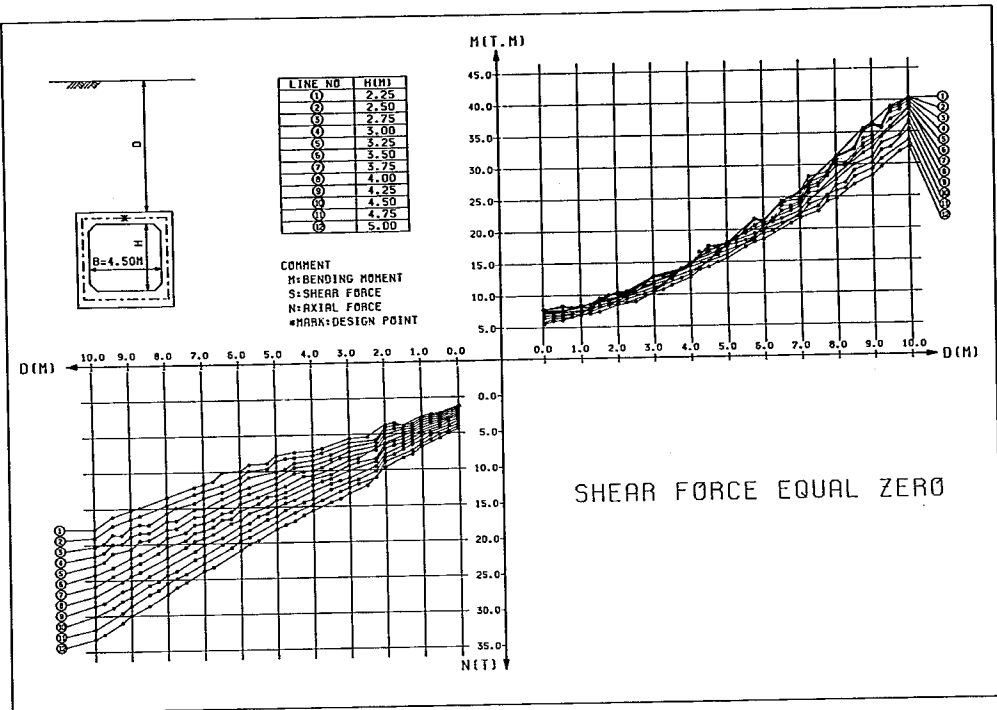


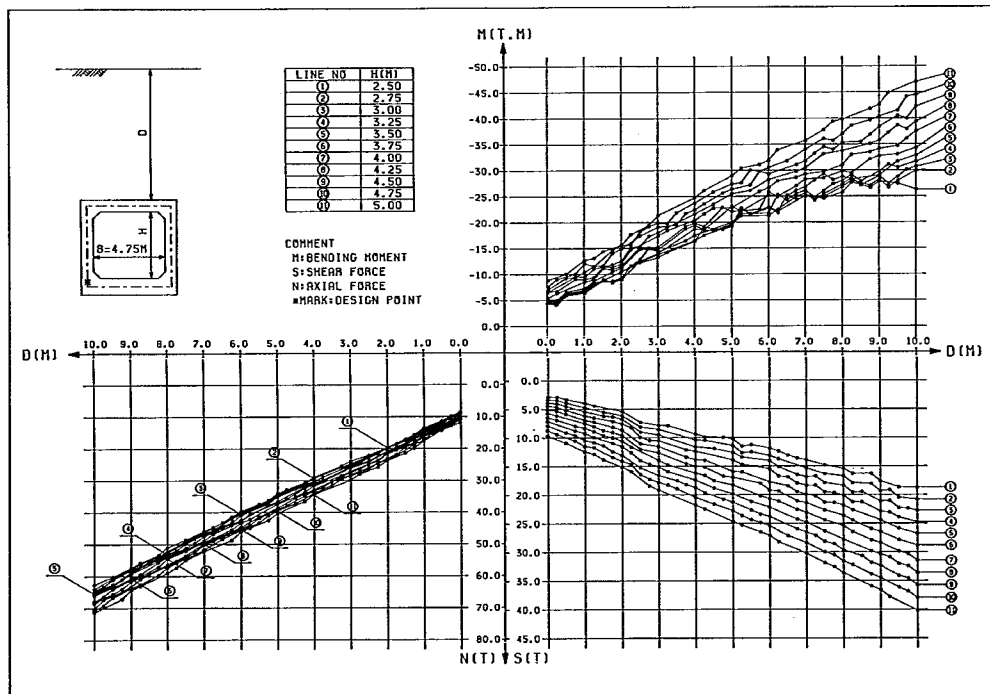
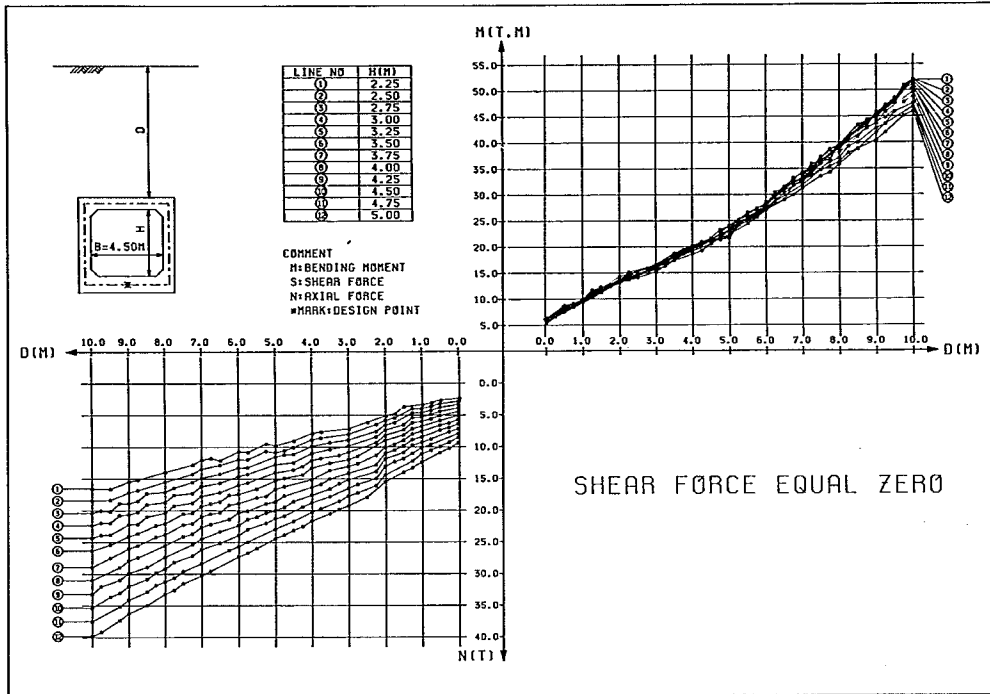


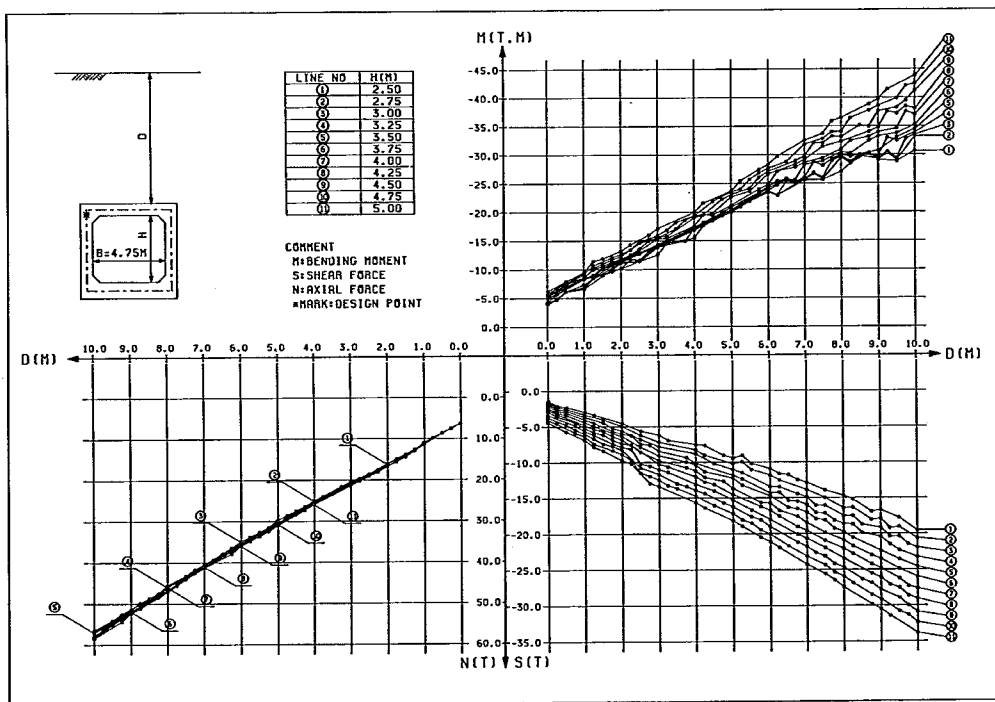
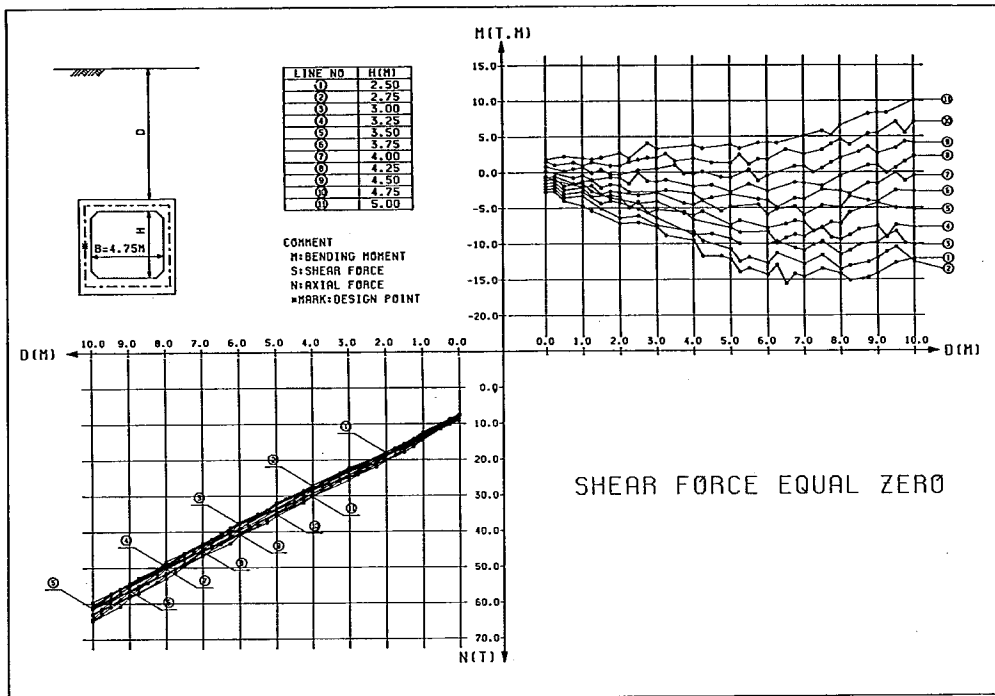


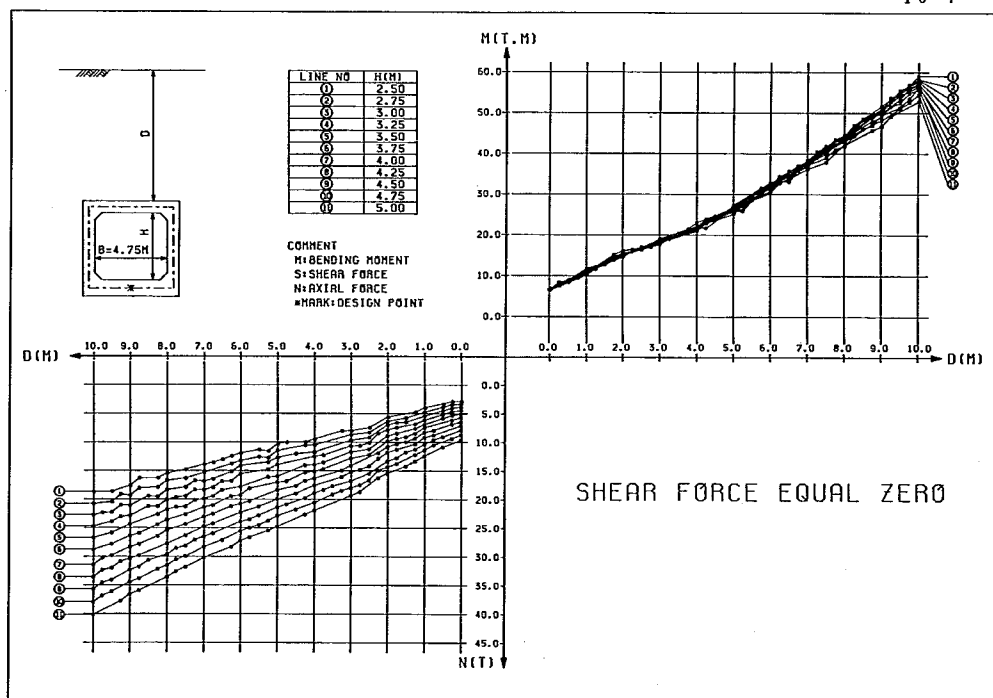
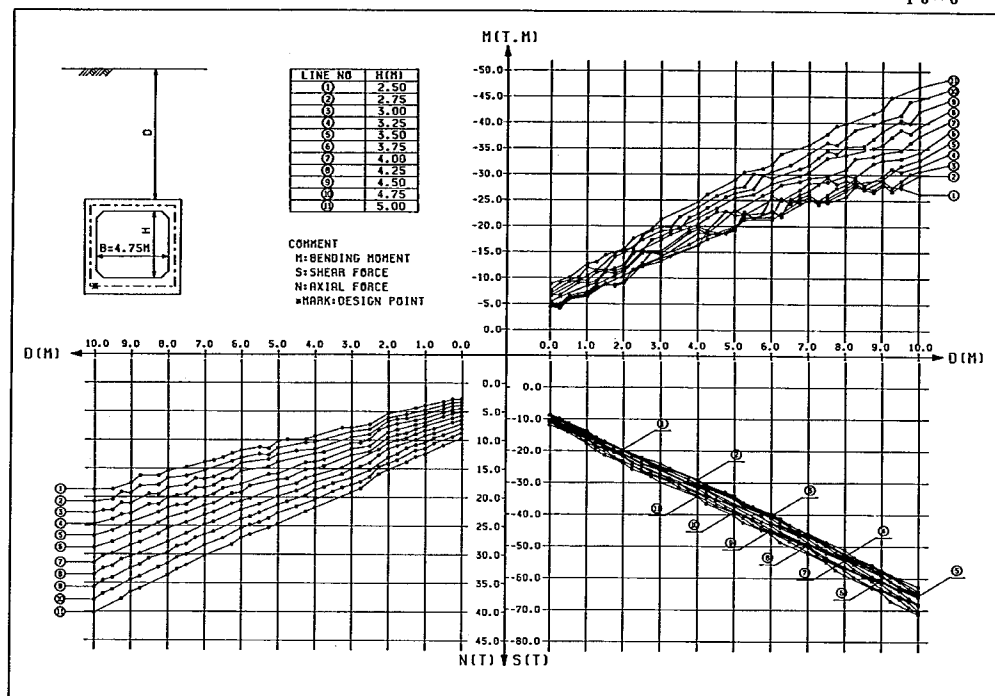


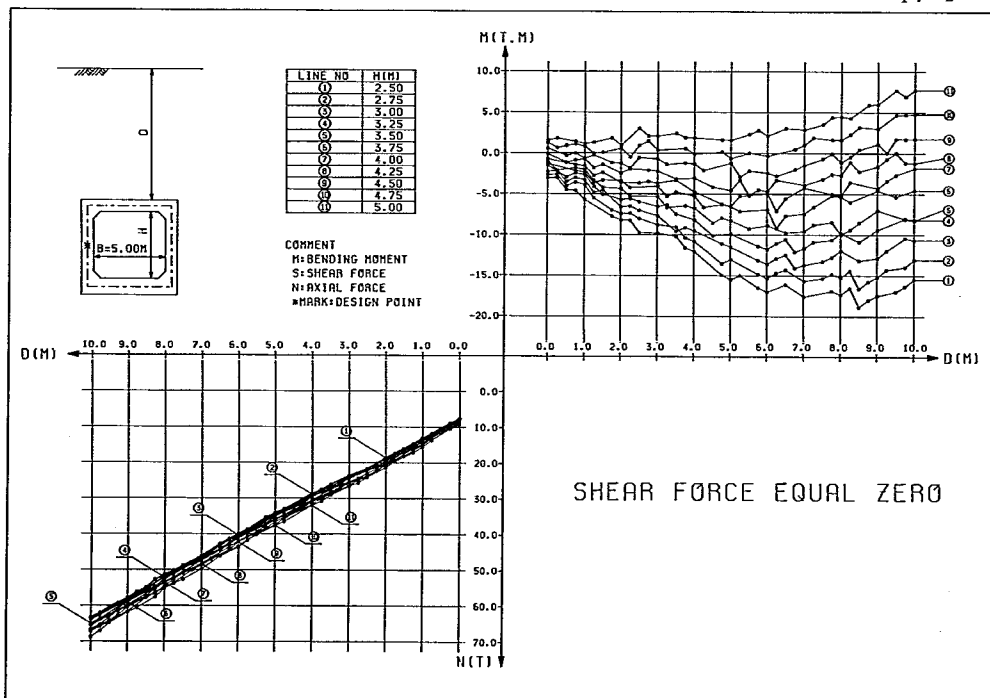
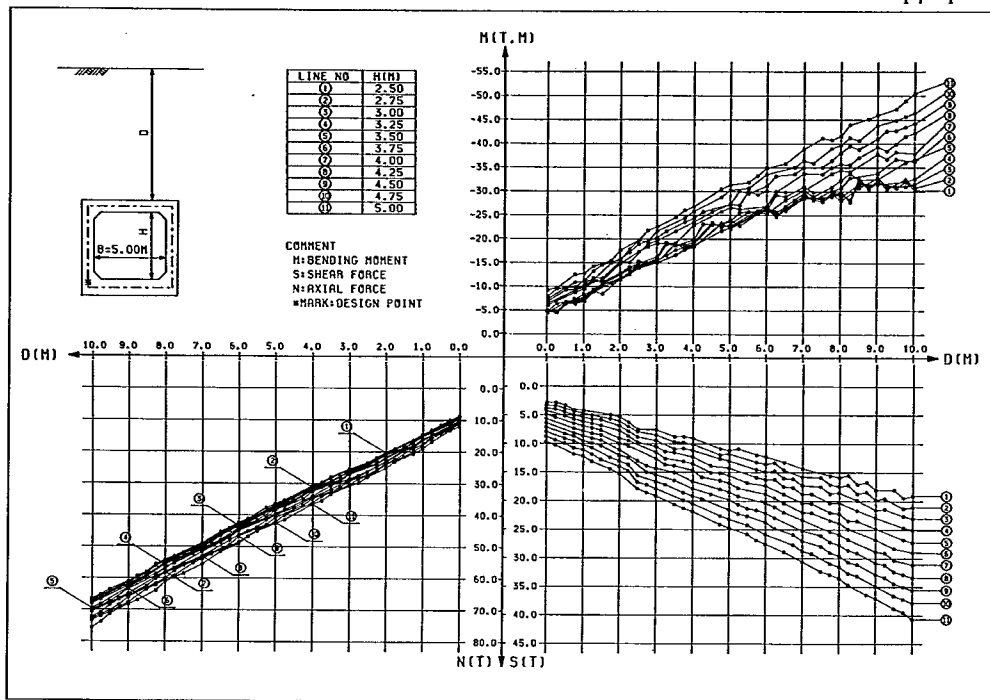


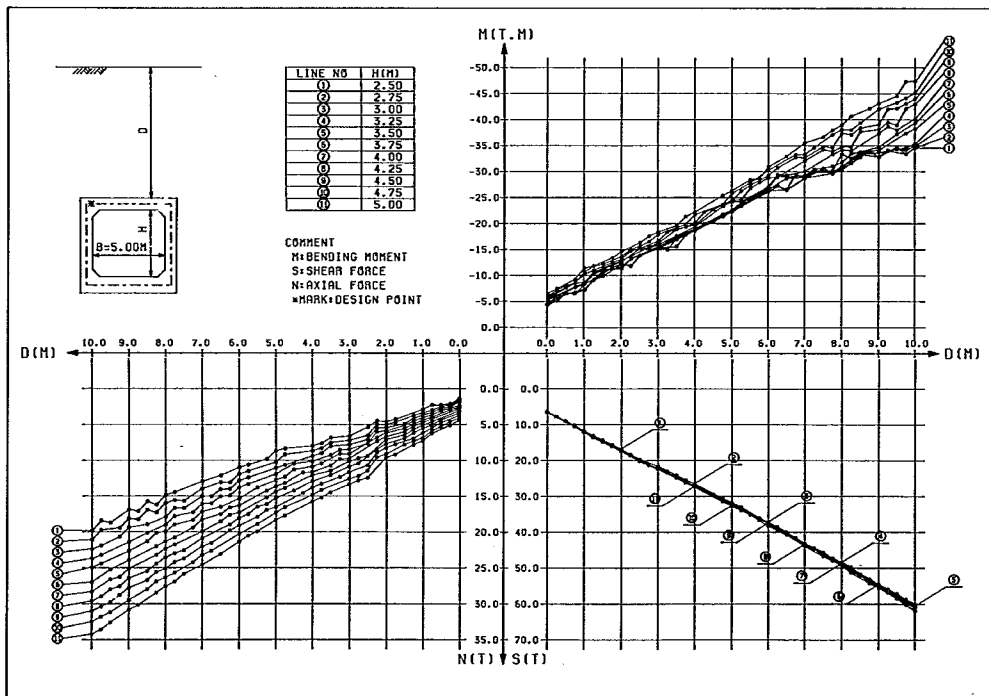
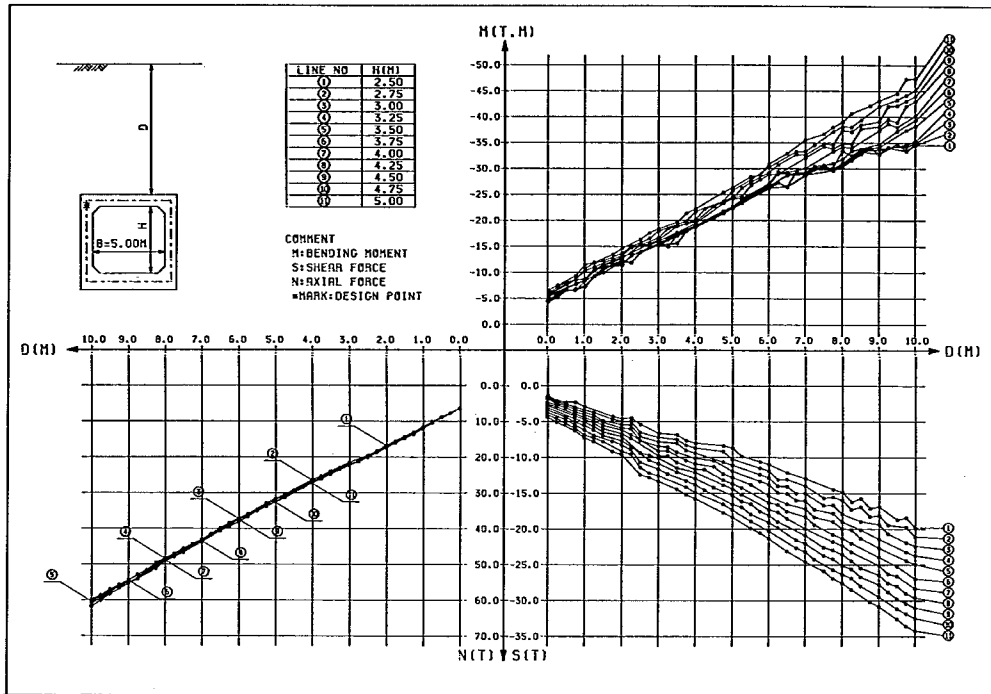


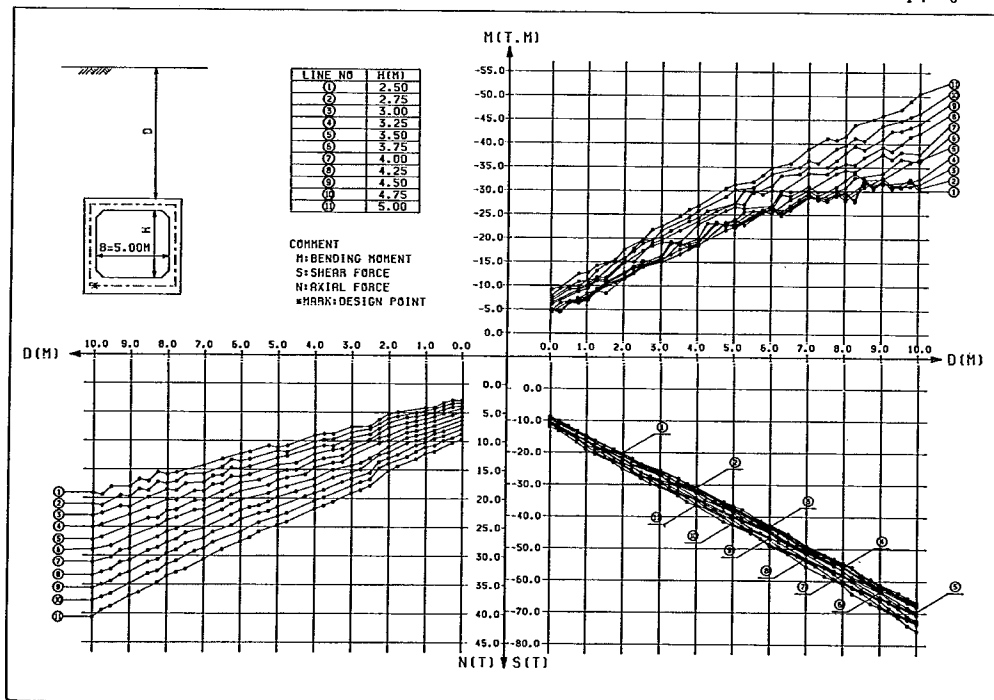
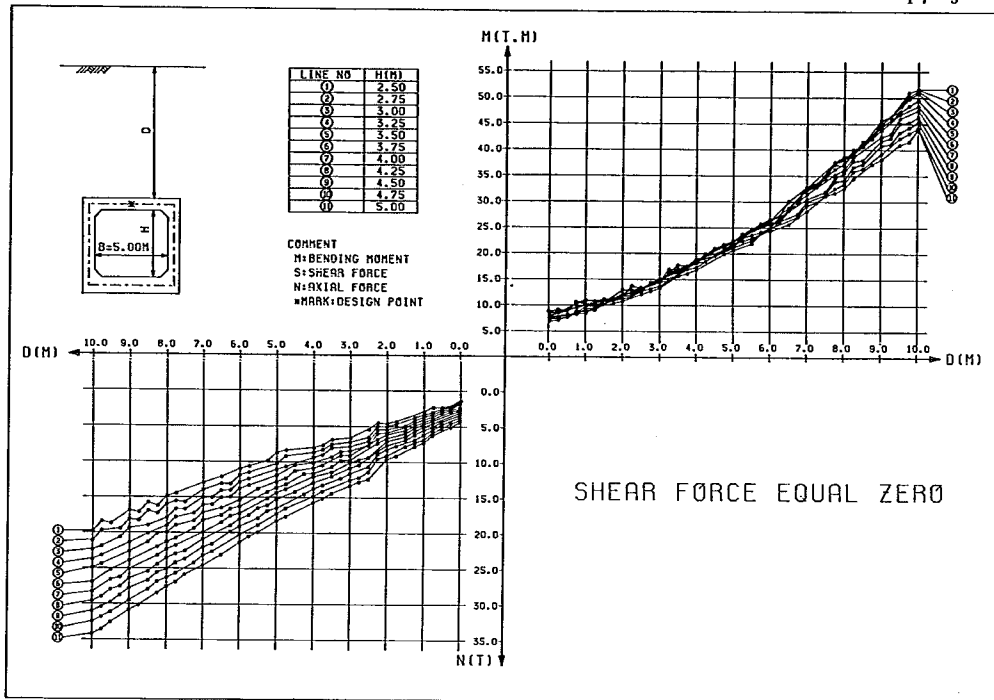


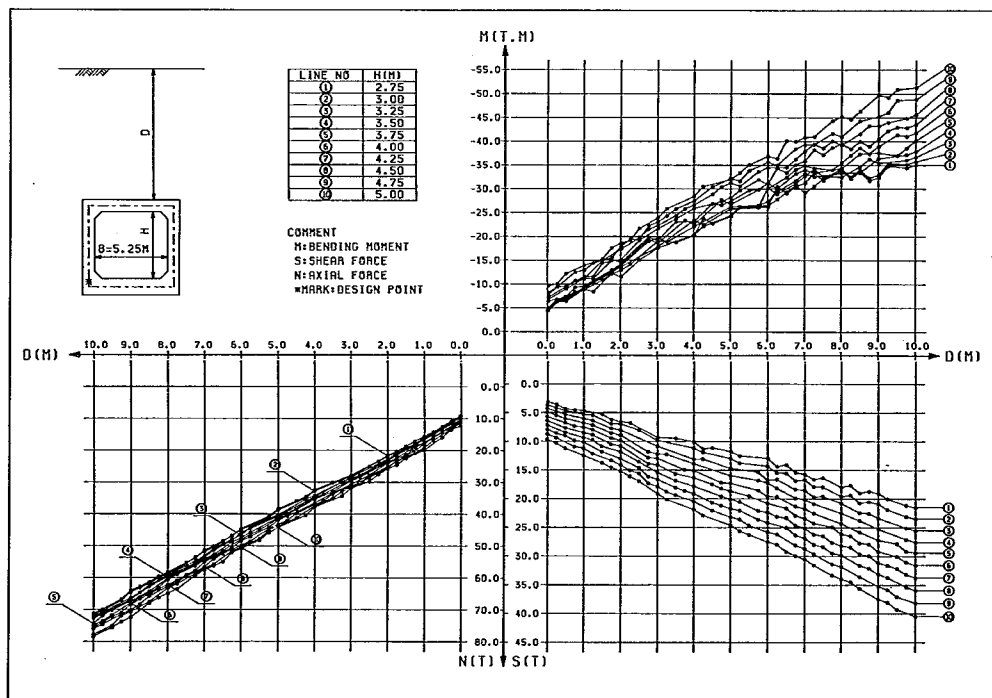
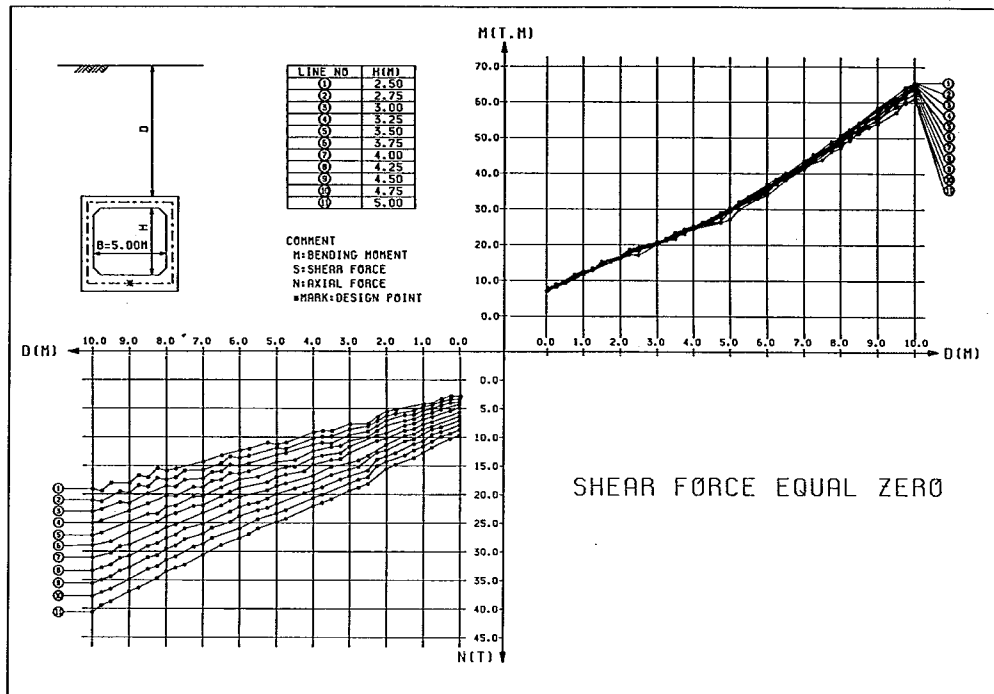


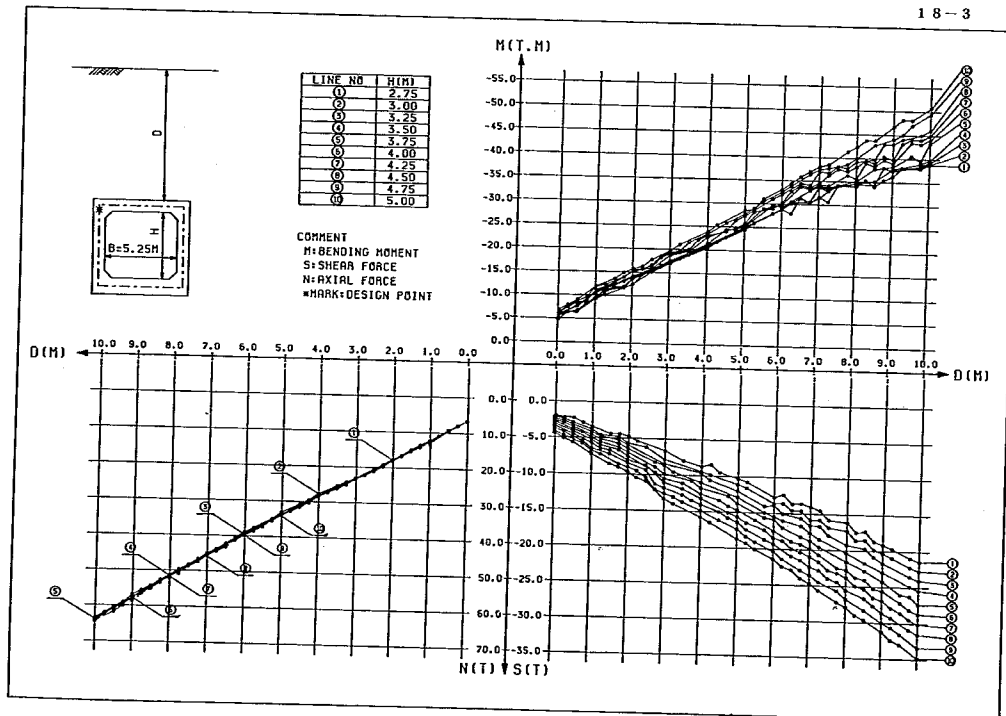
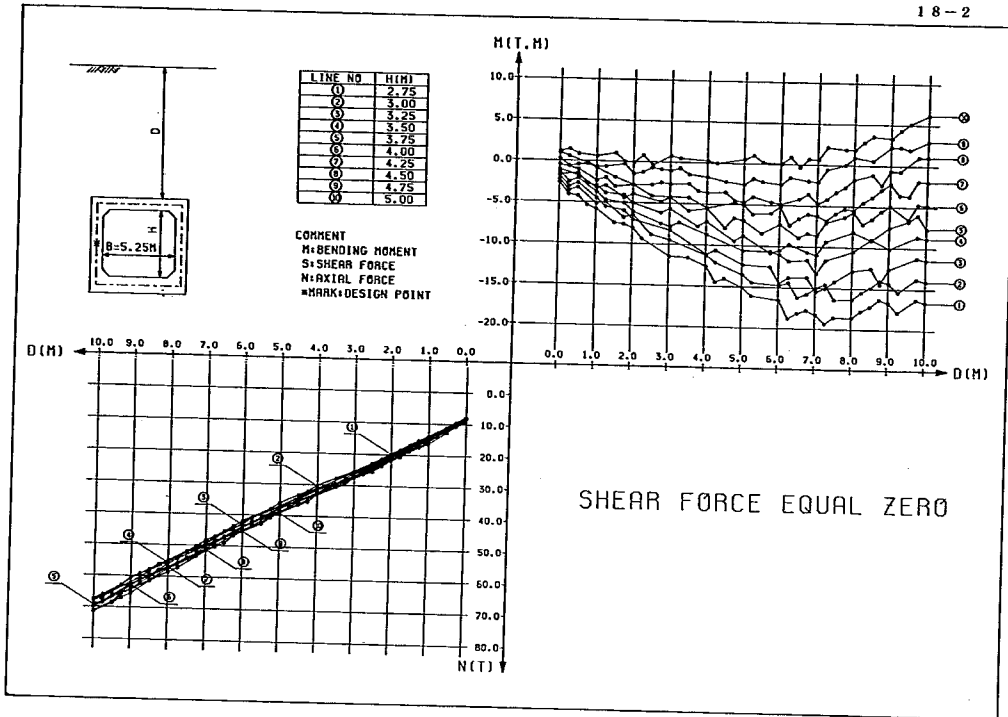


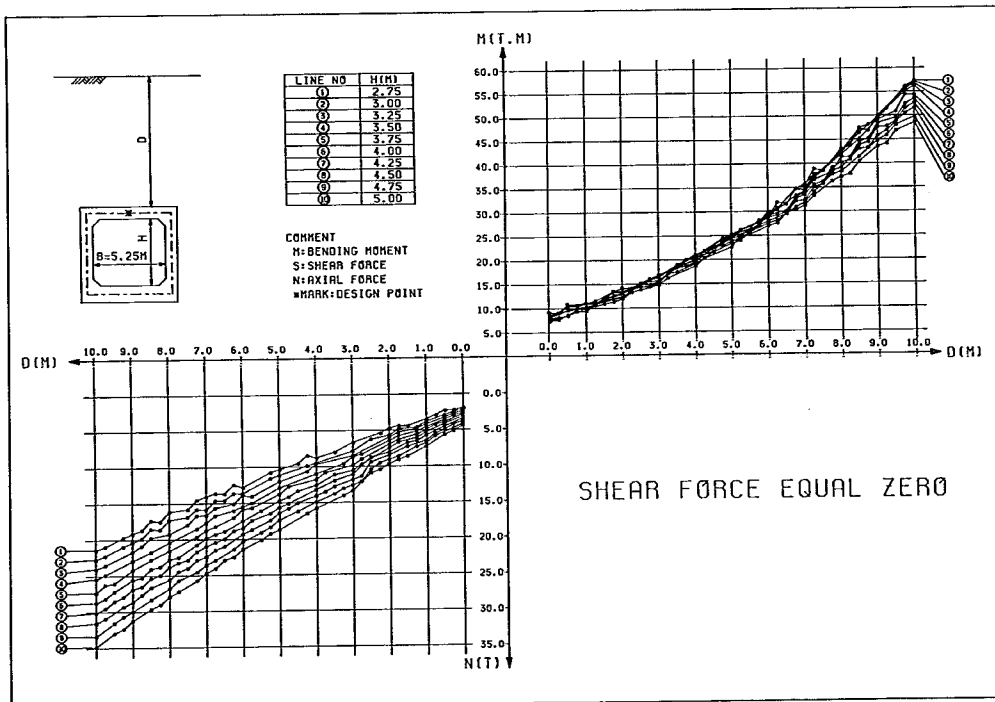
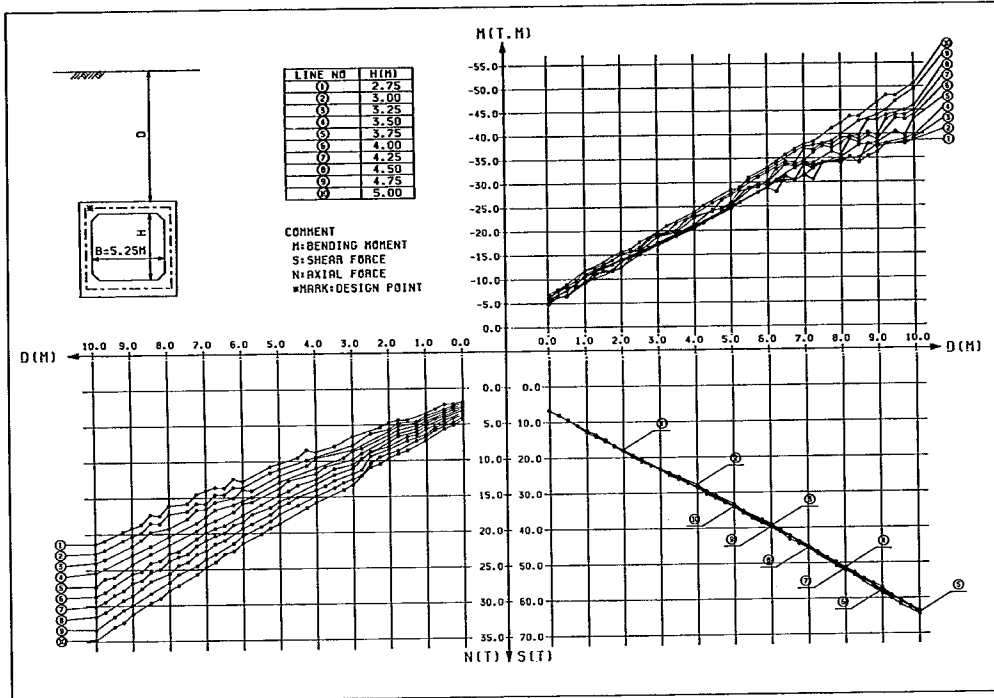


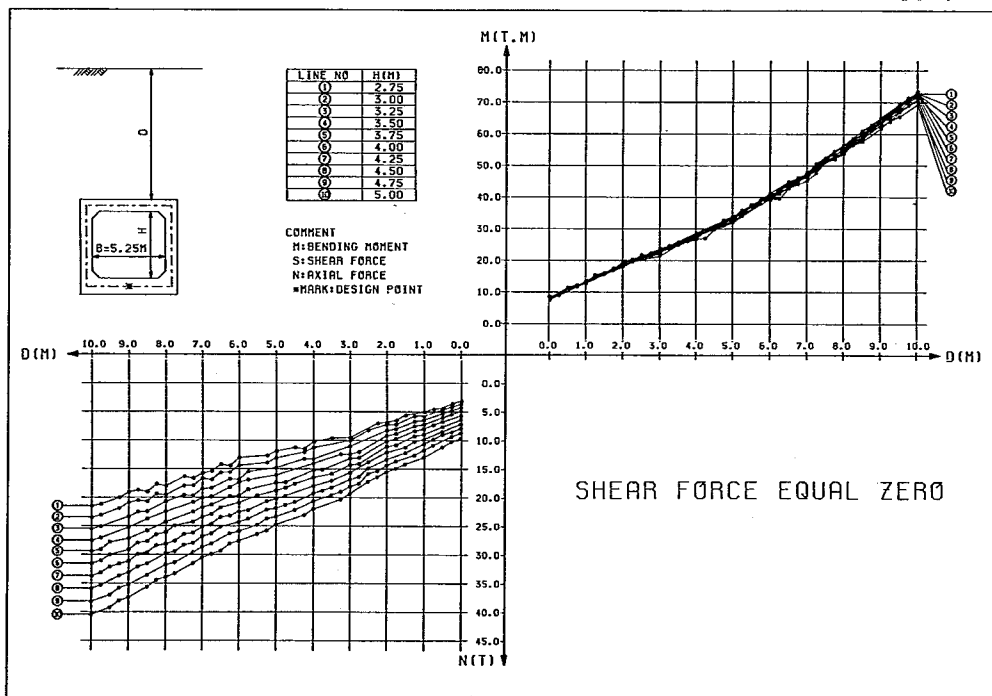
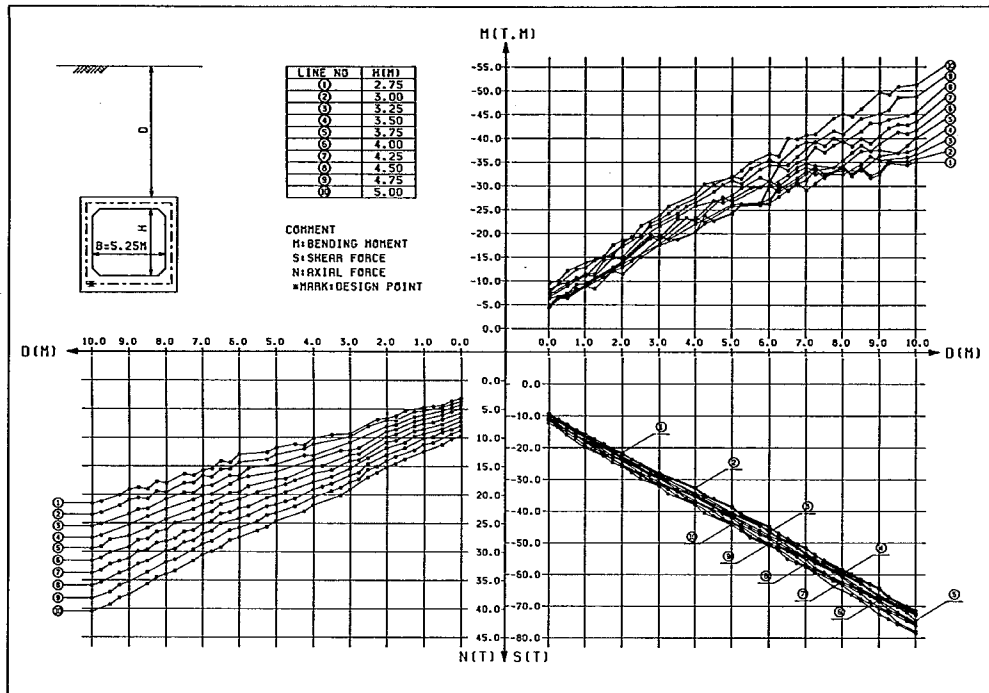


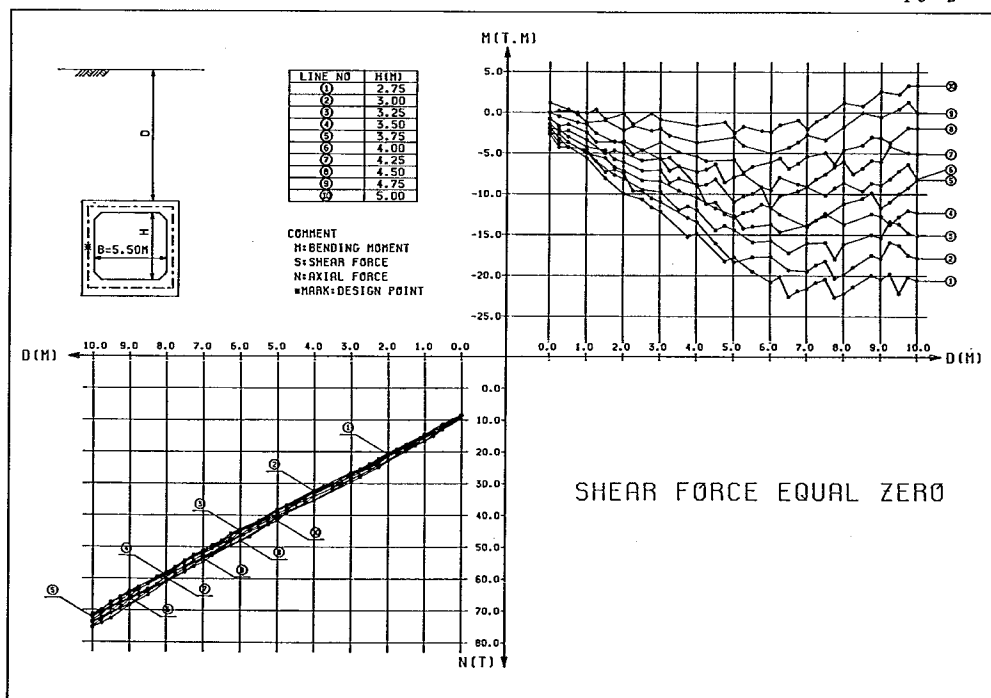
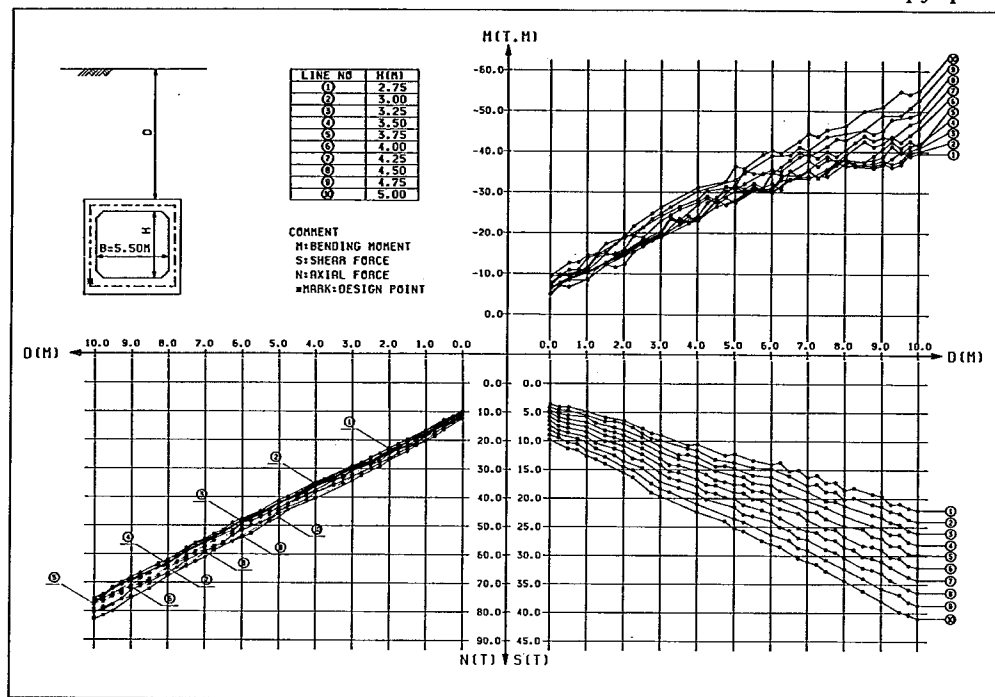


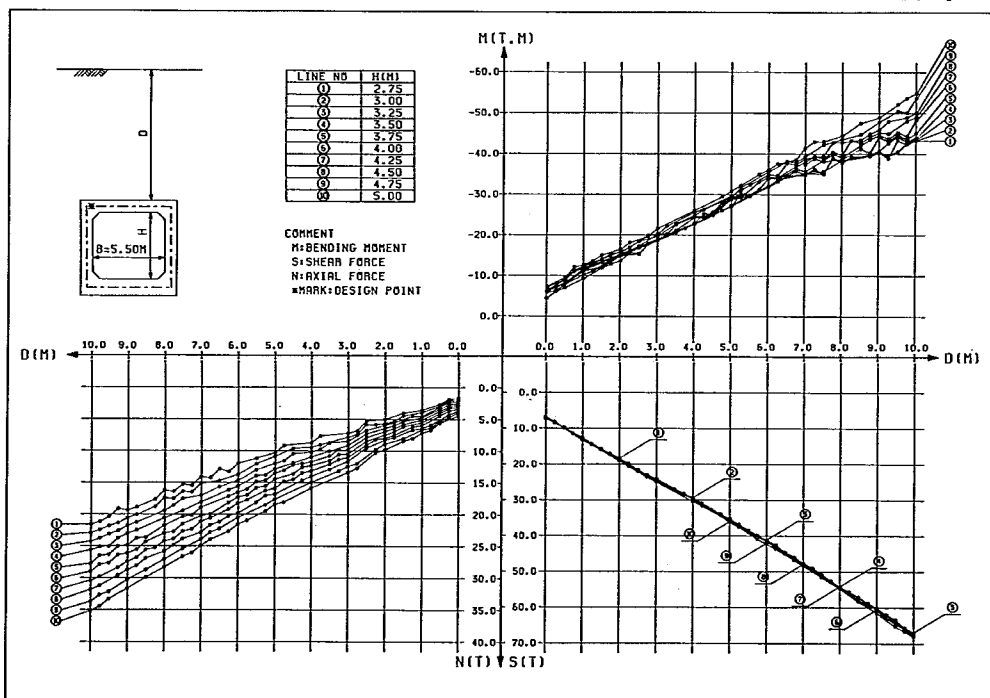
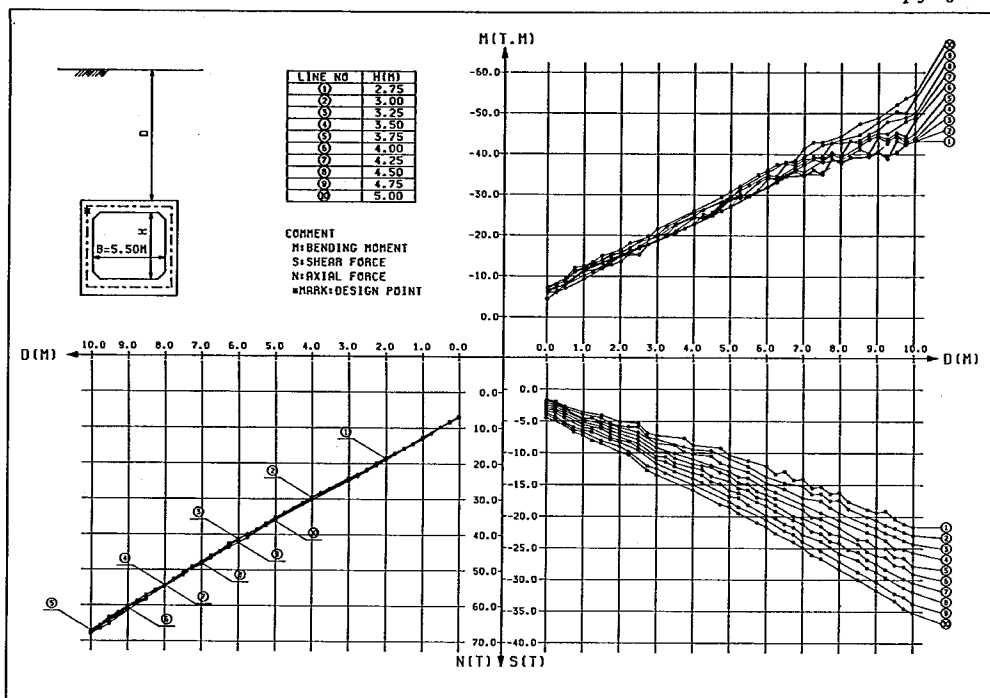


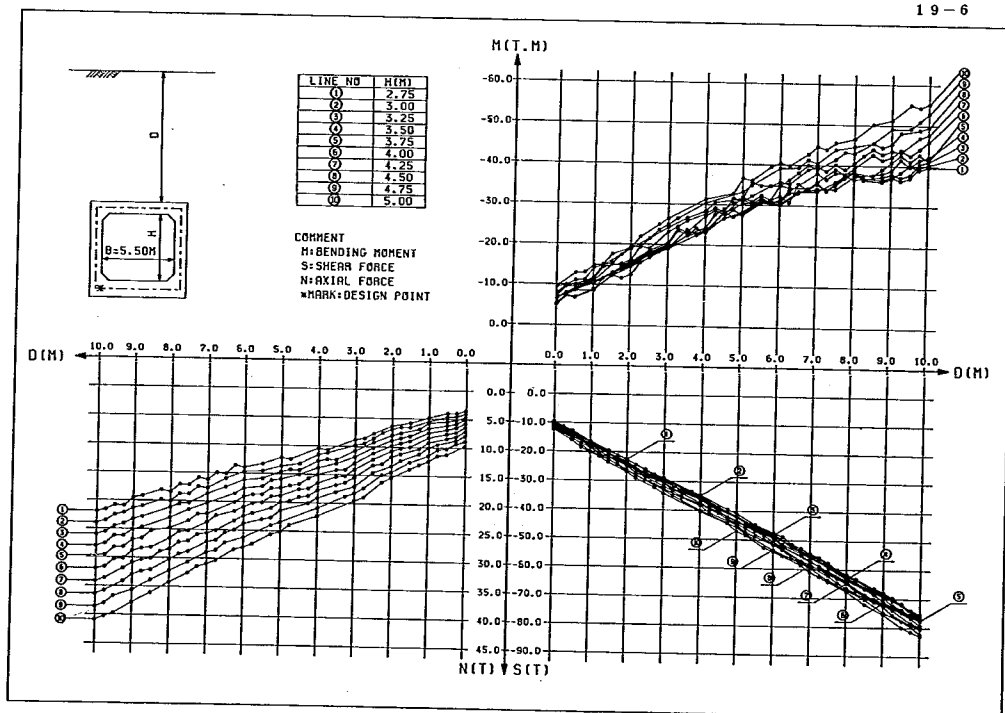
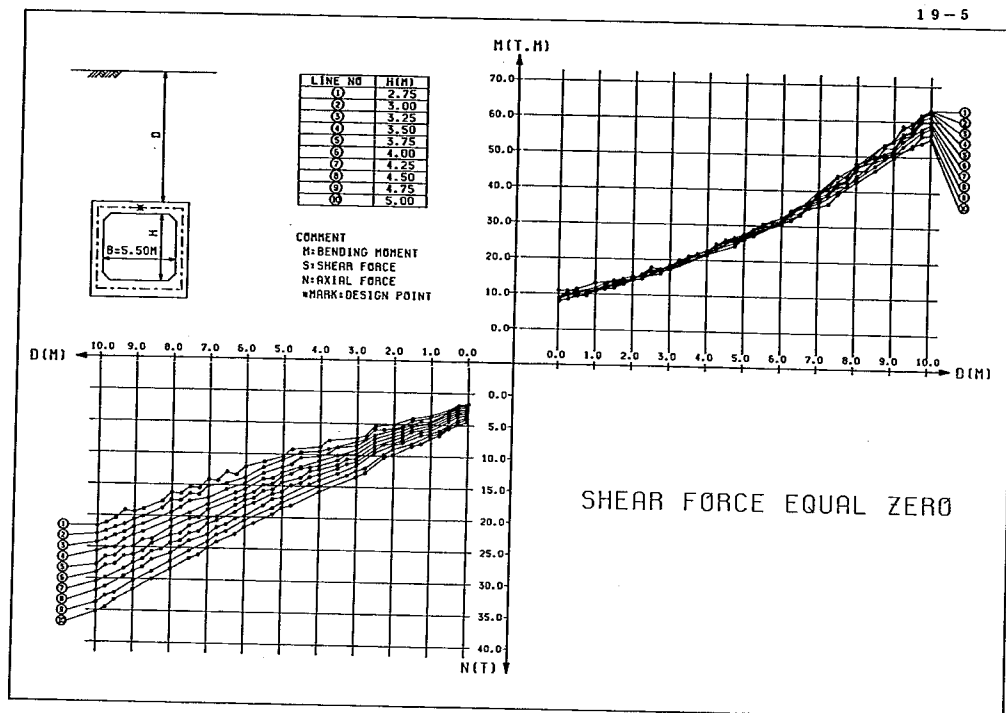


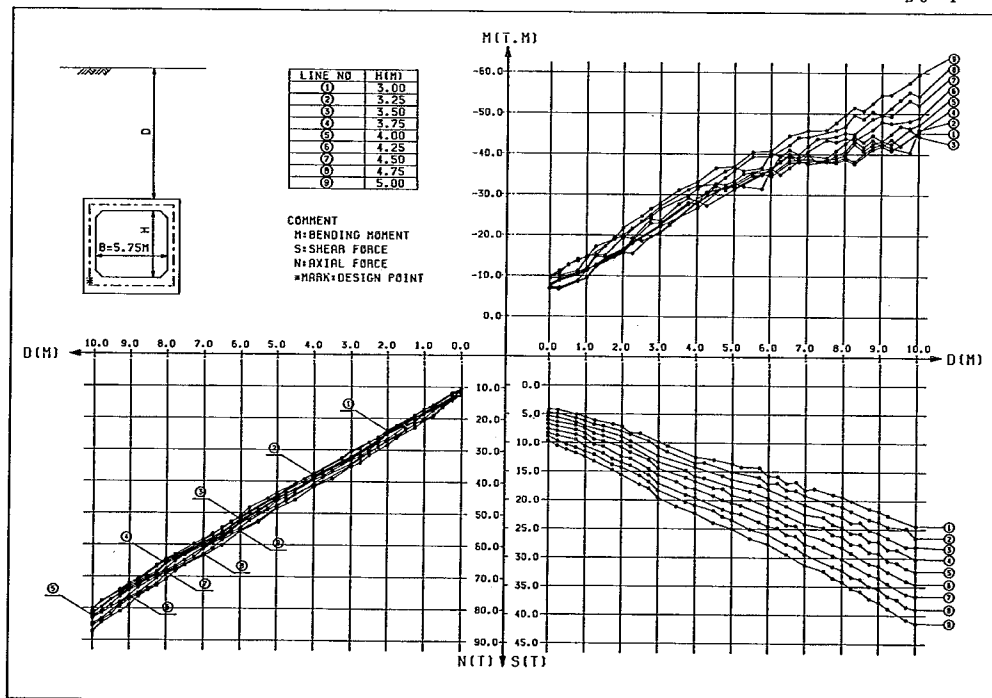
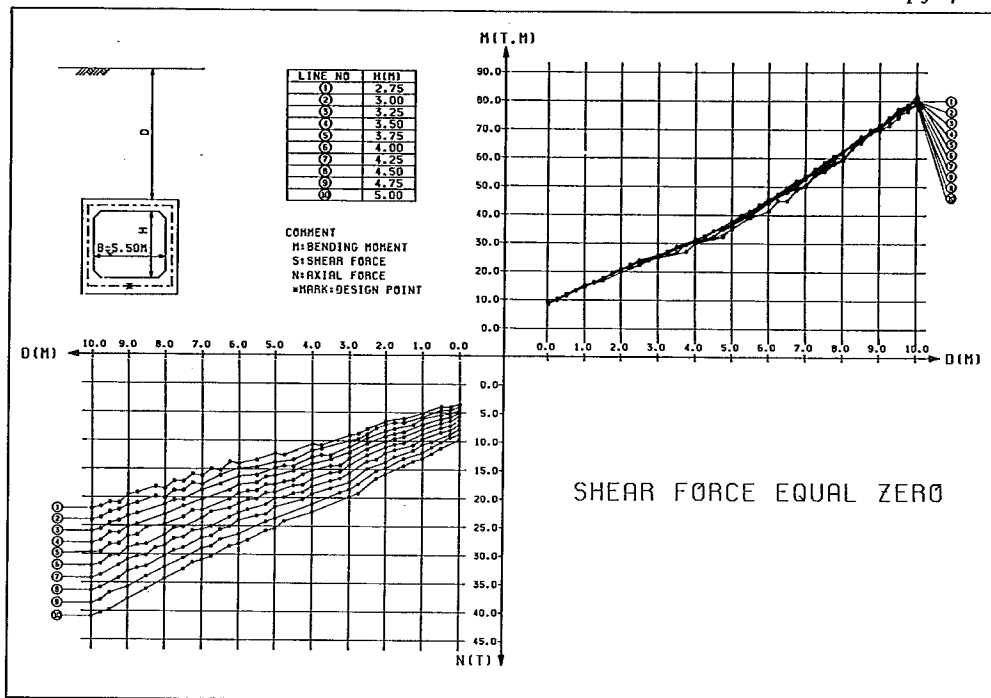


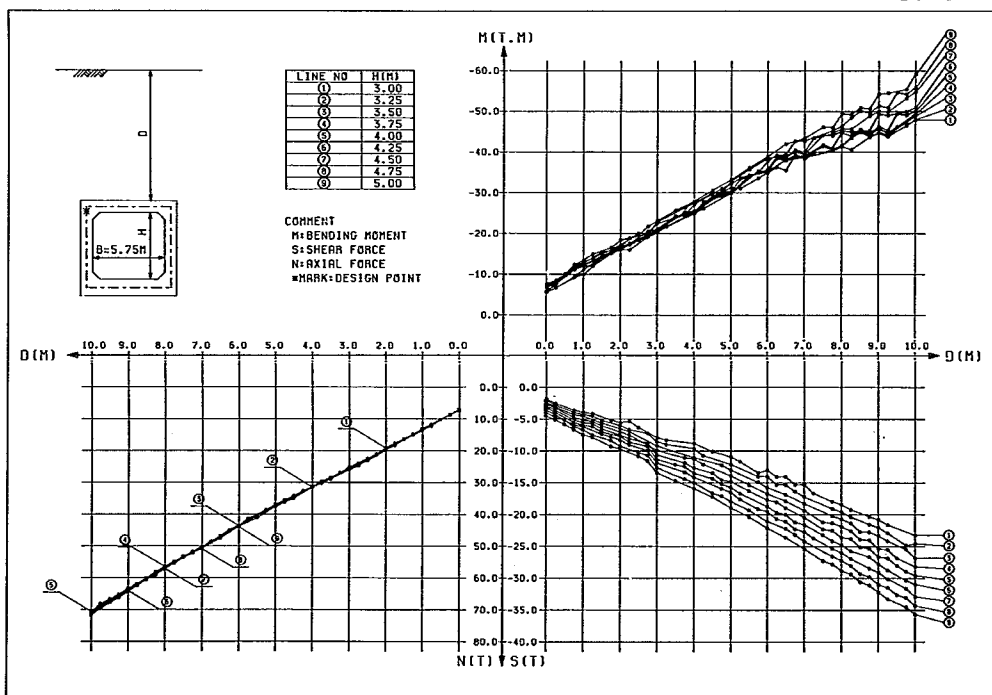
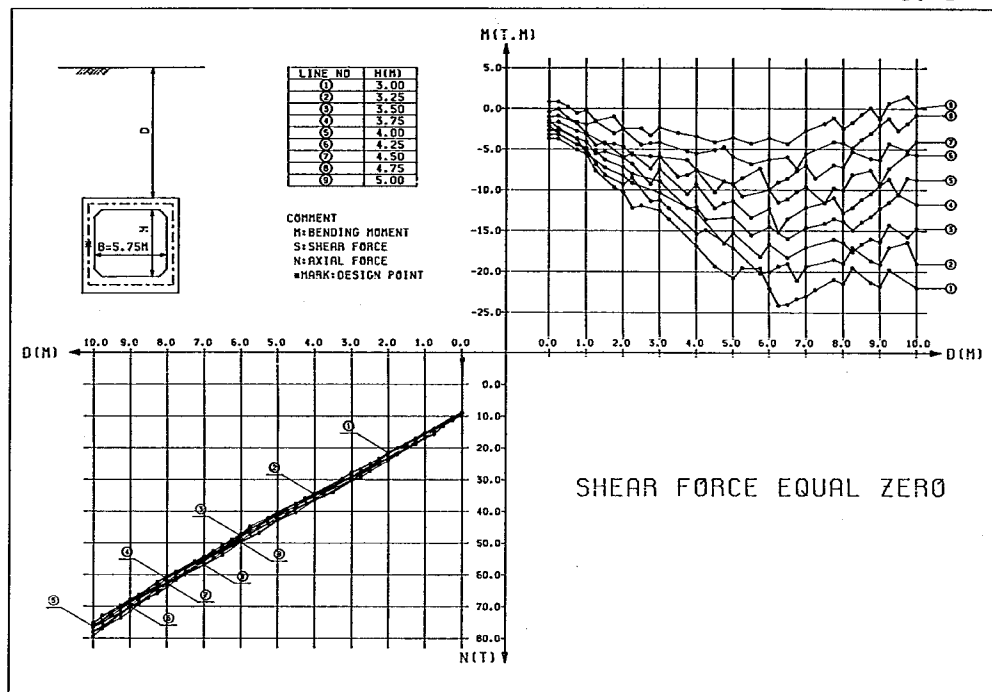




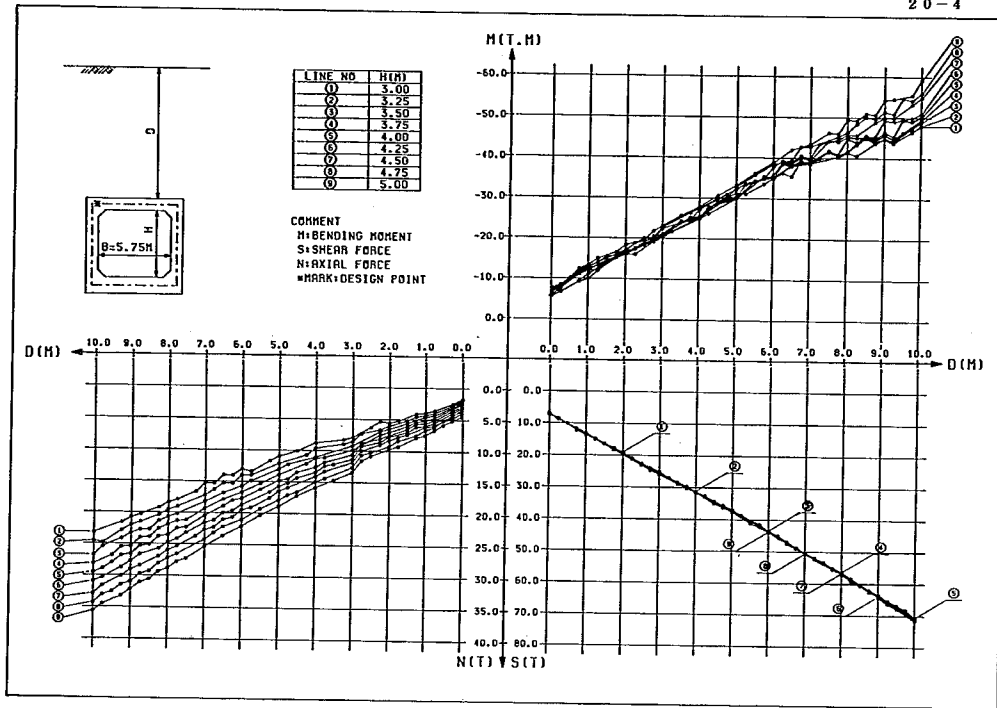




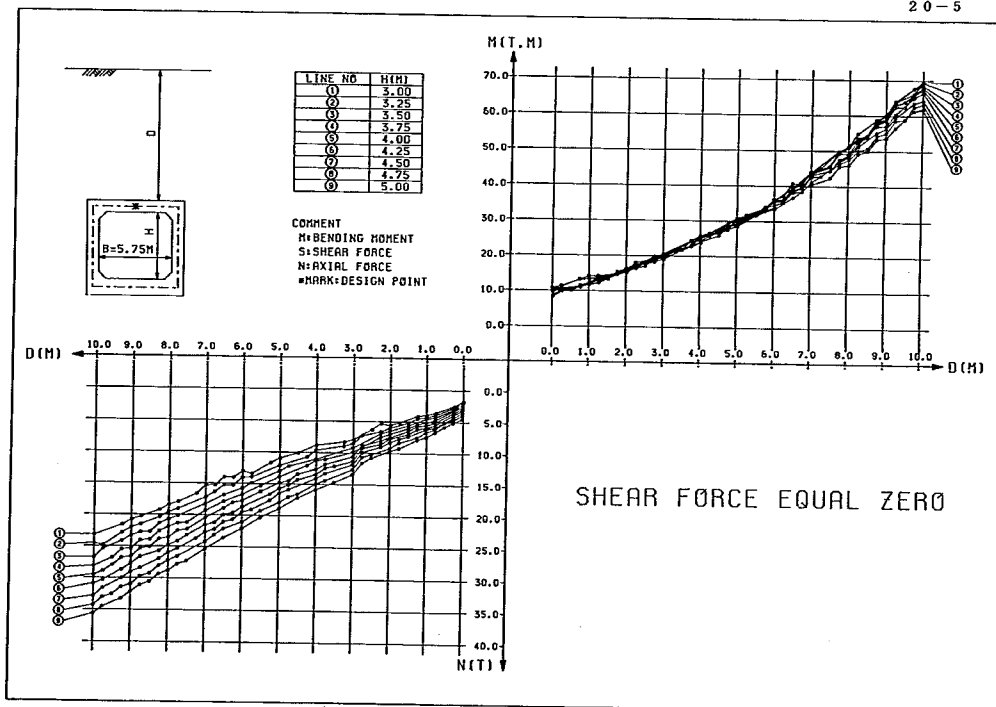


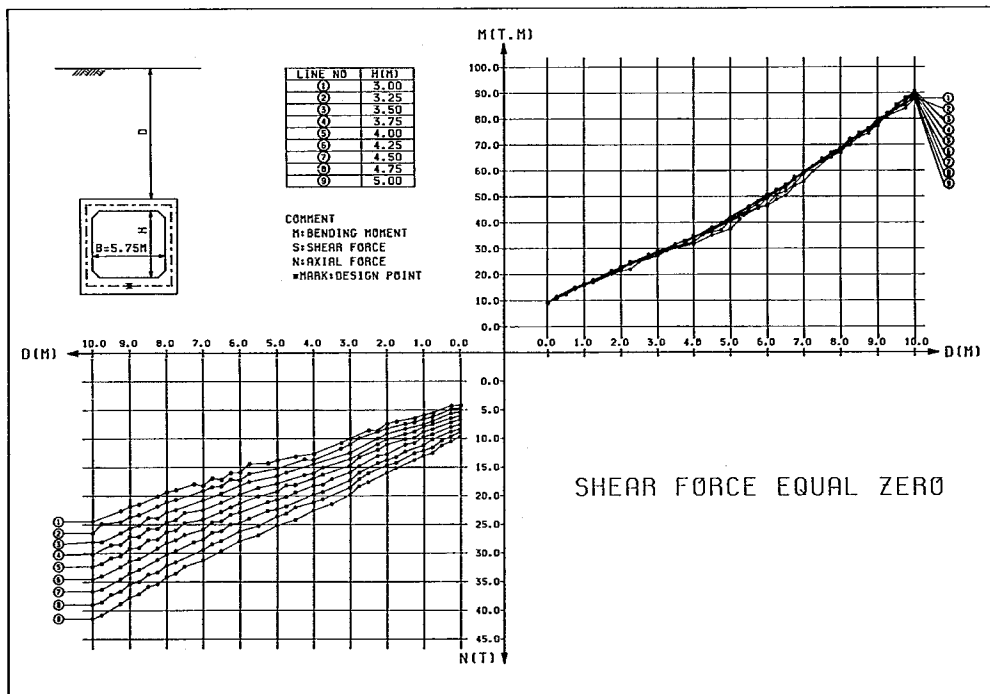
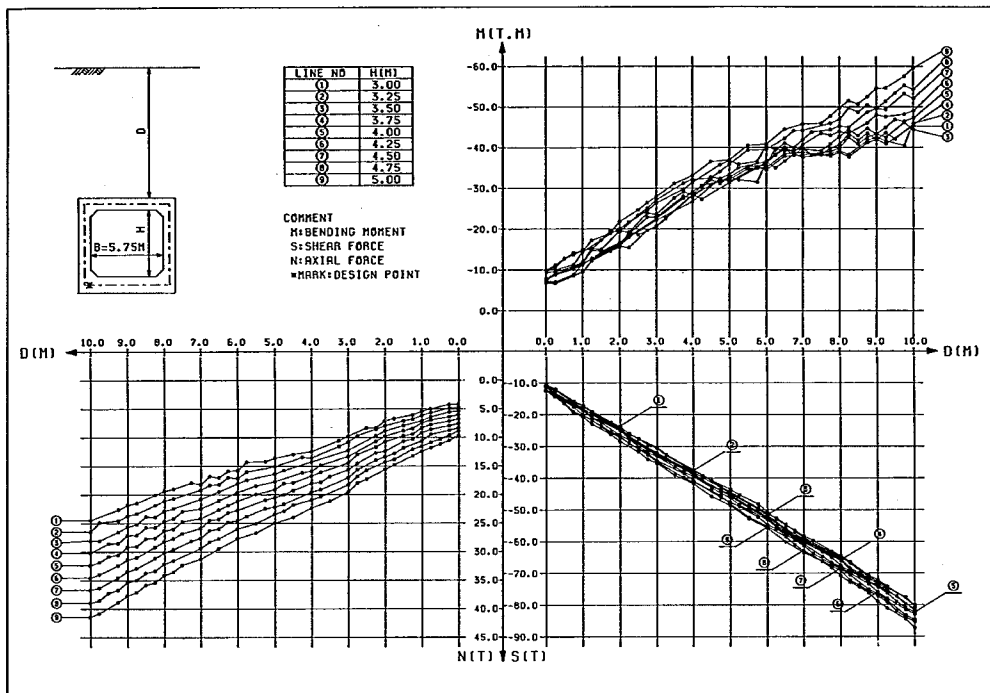


20-4

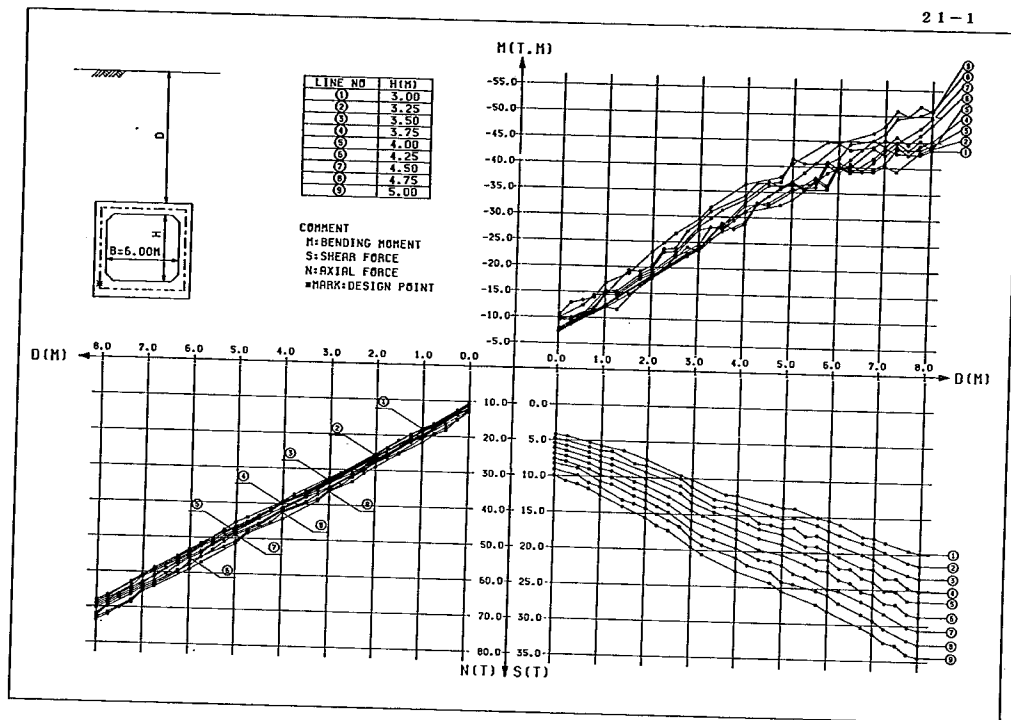


20-5

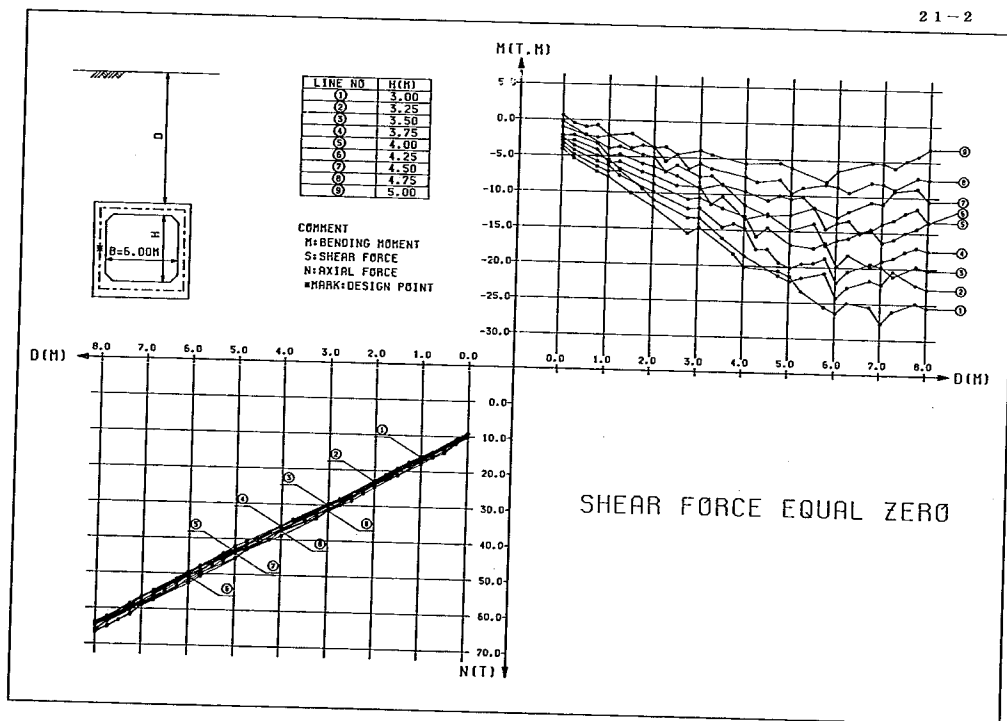


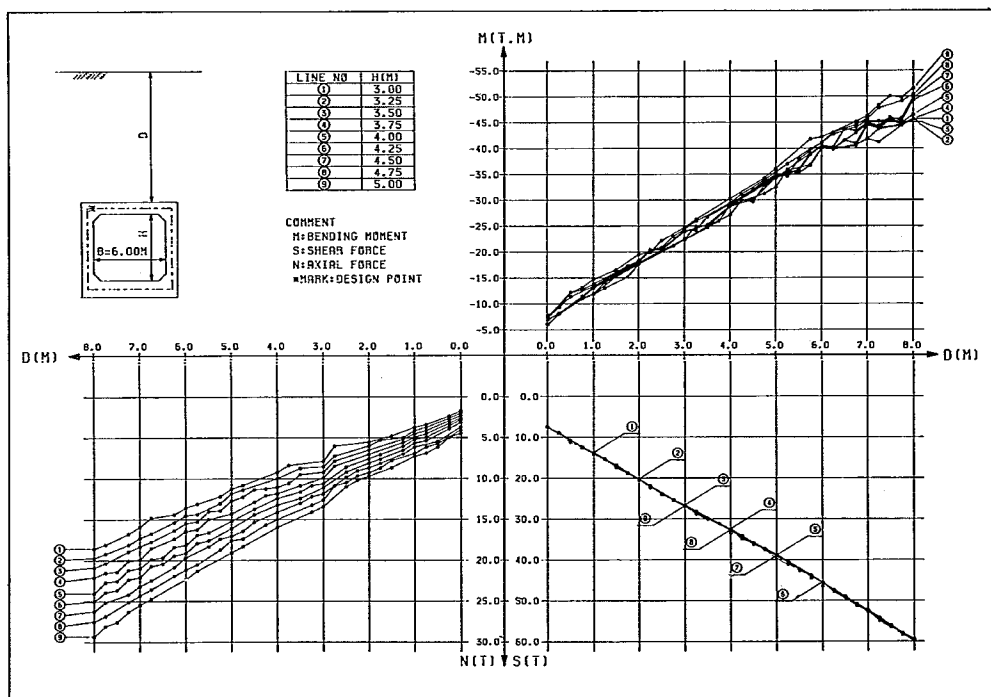
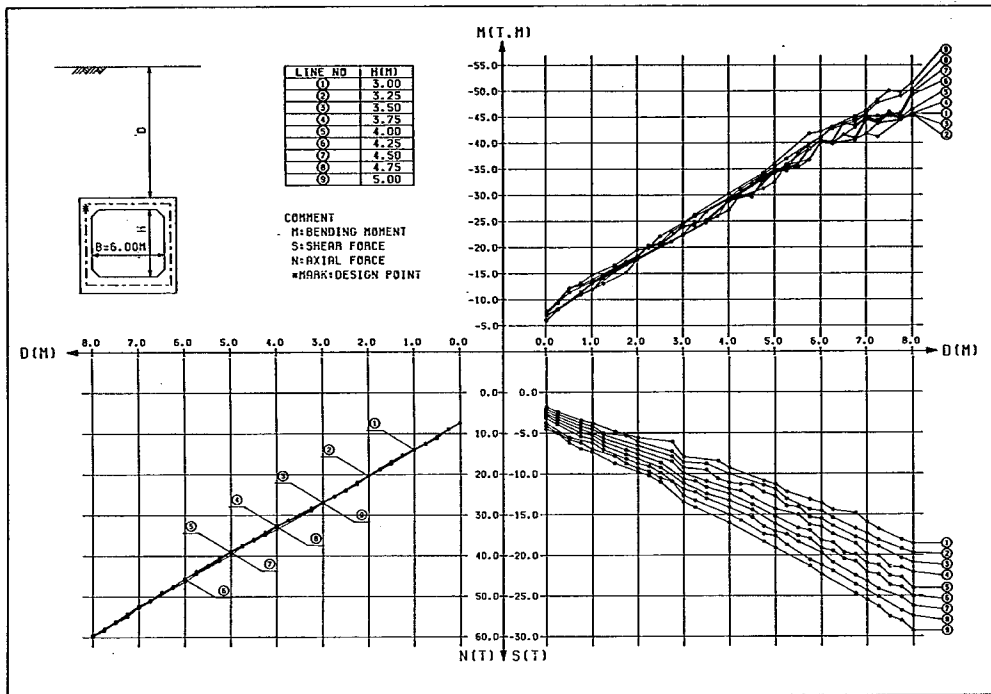


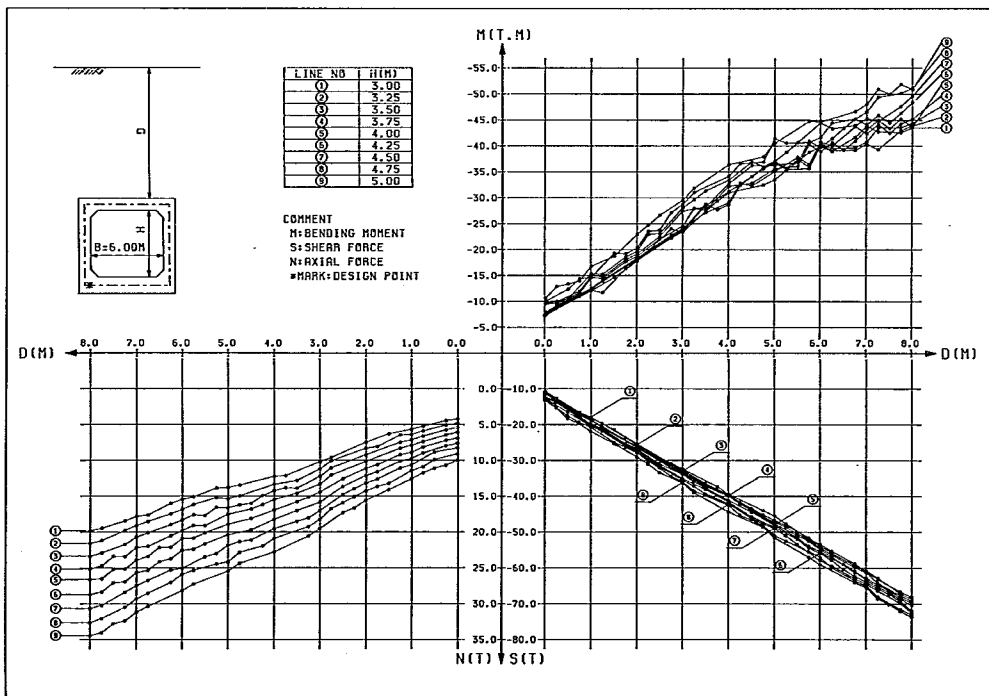
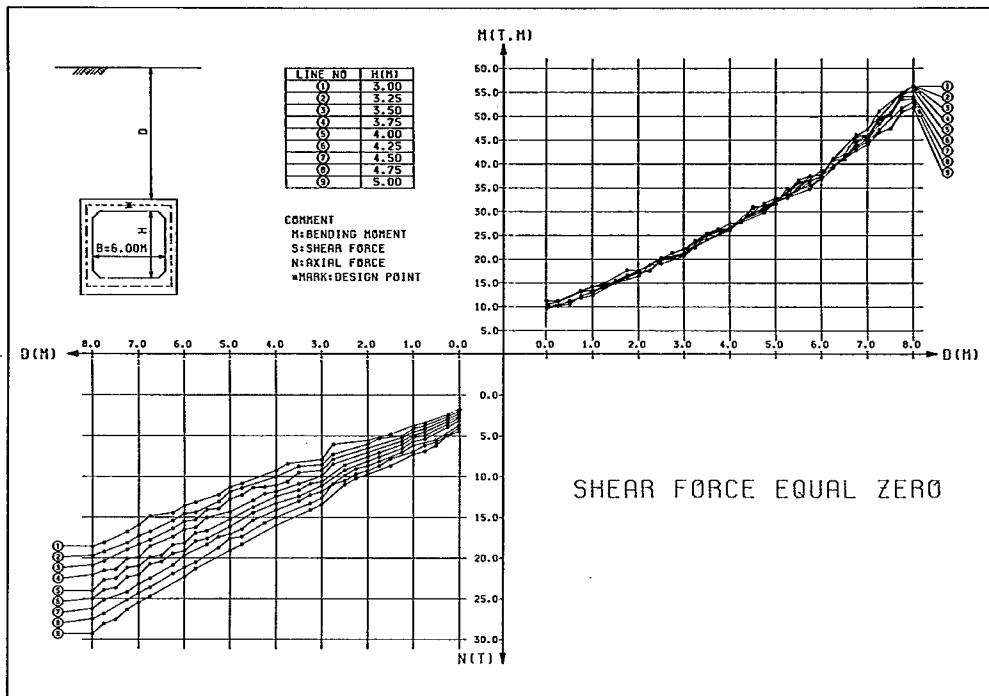
21-1

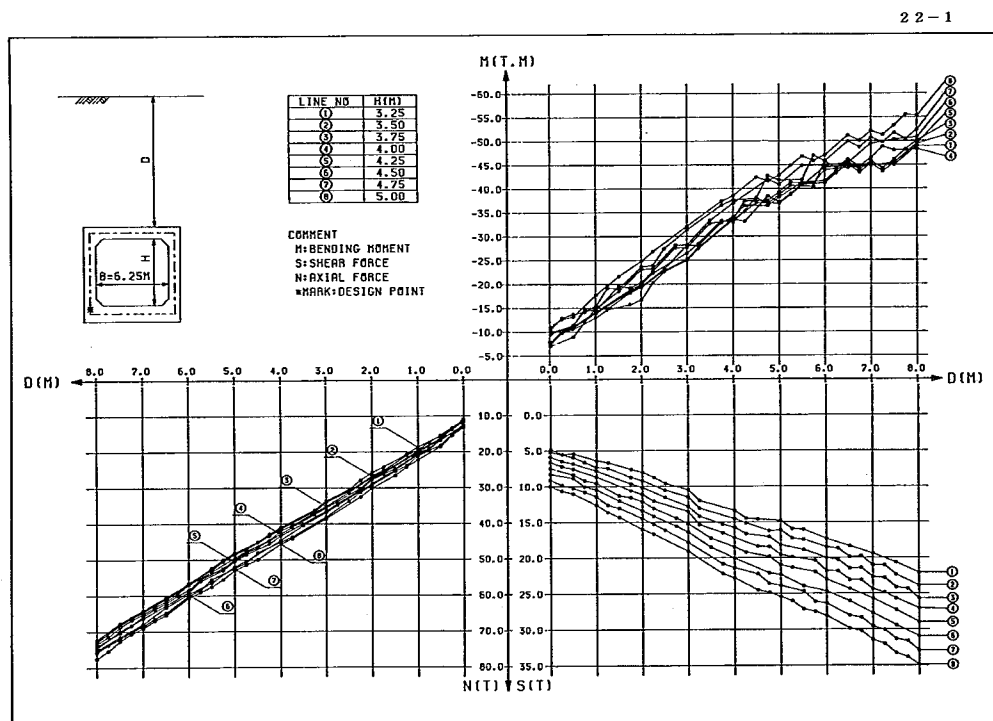
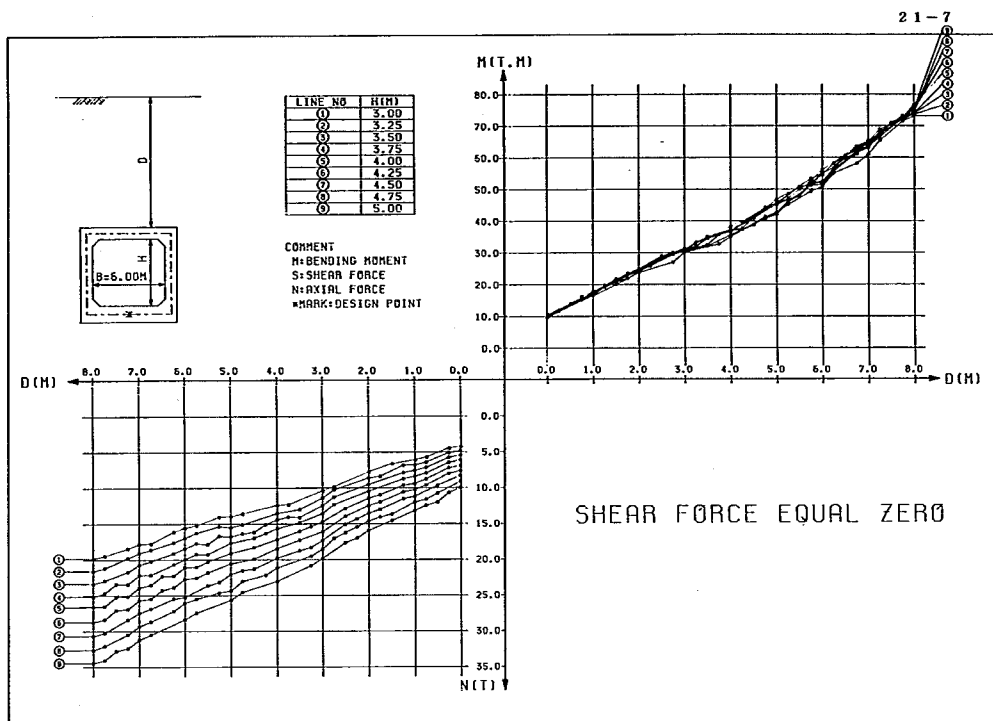


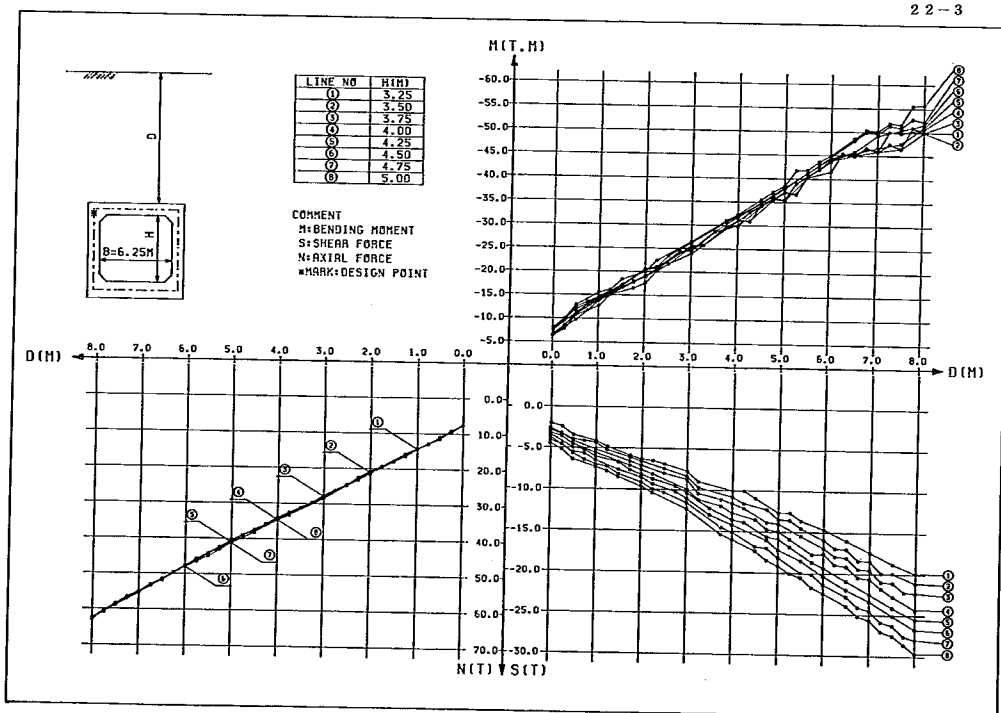
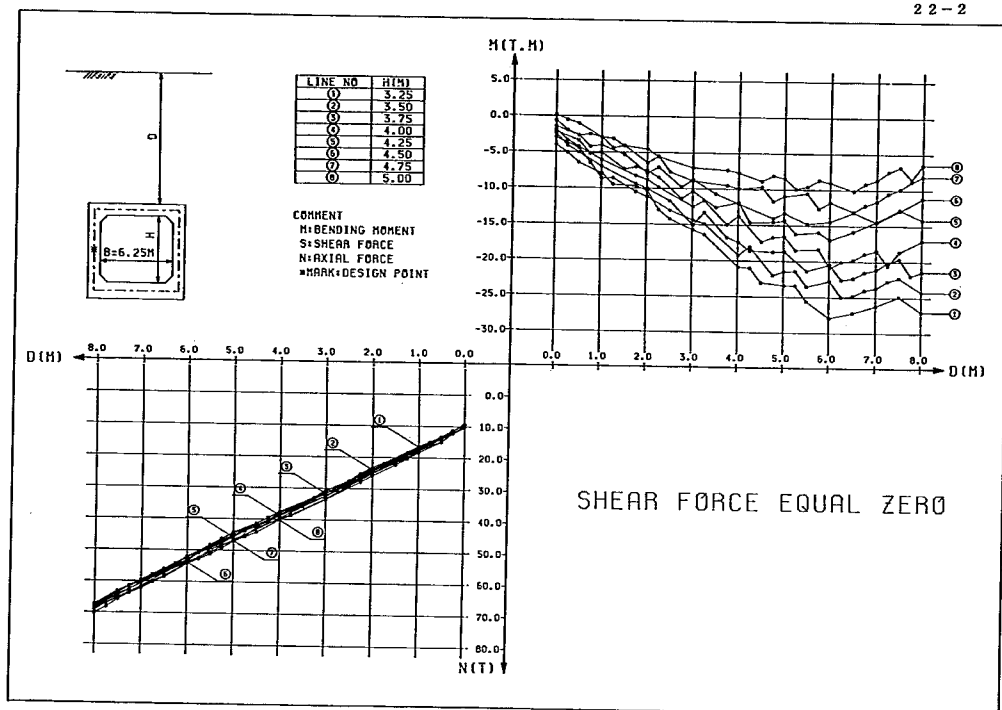
21-2

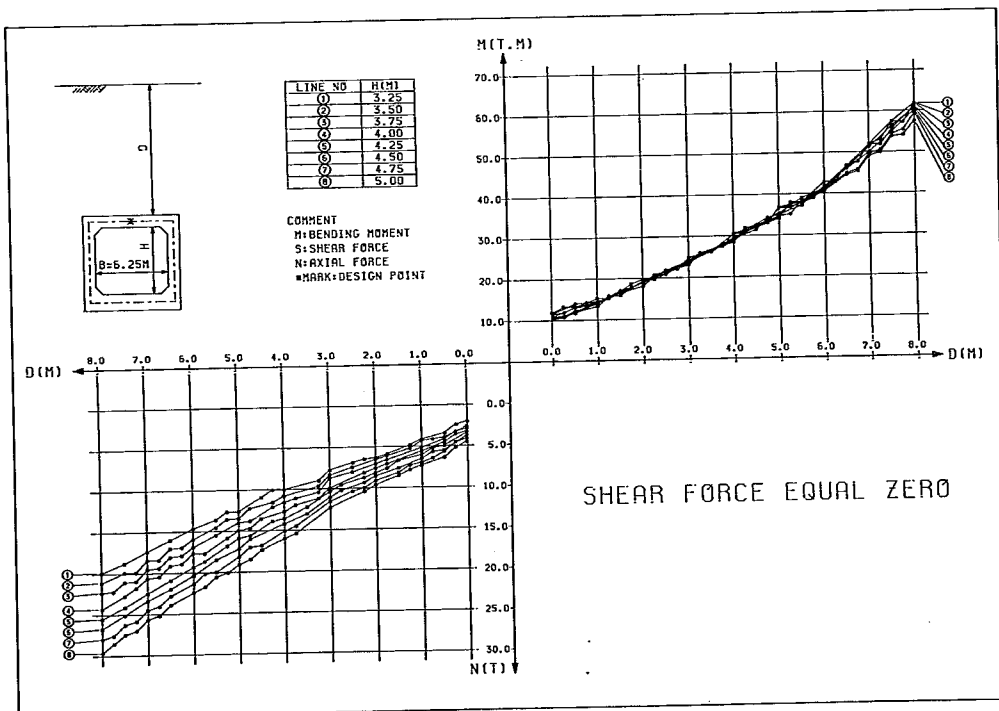
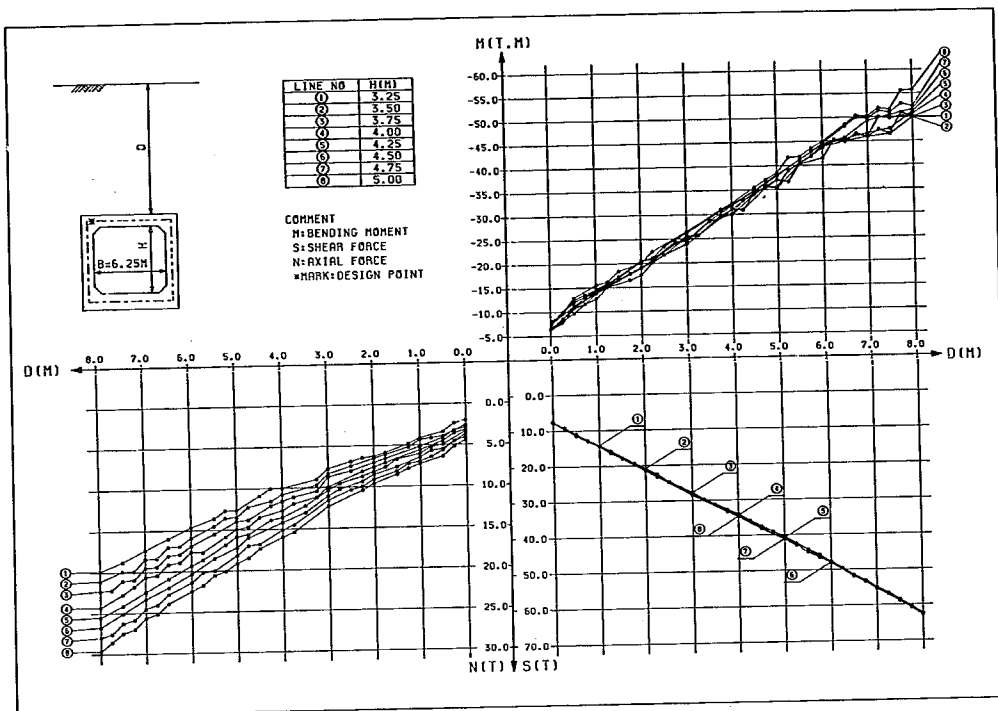


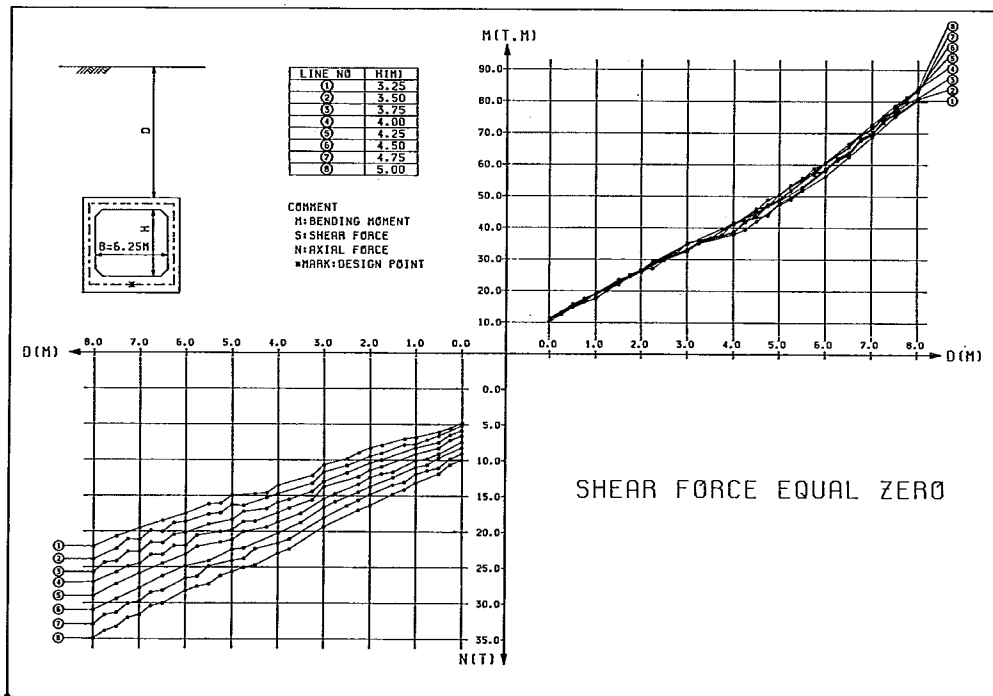
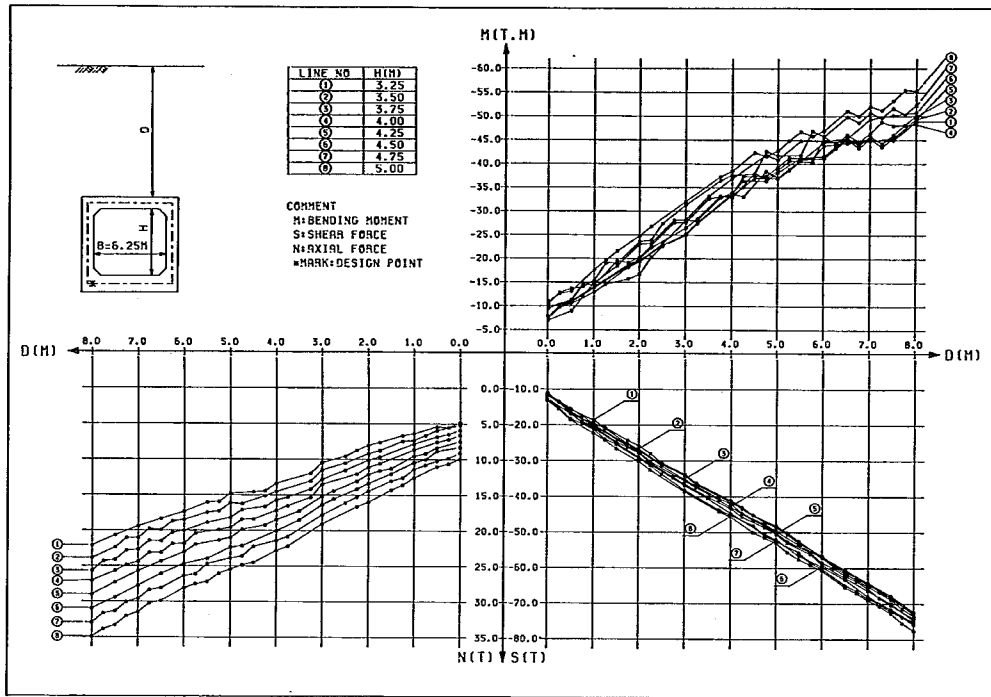




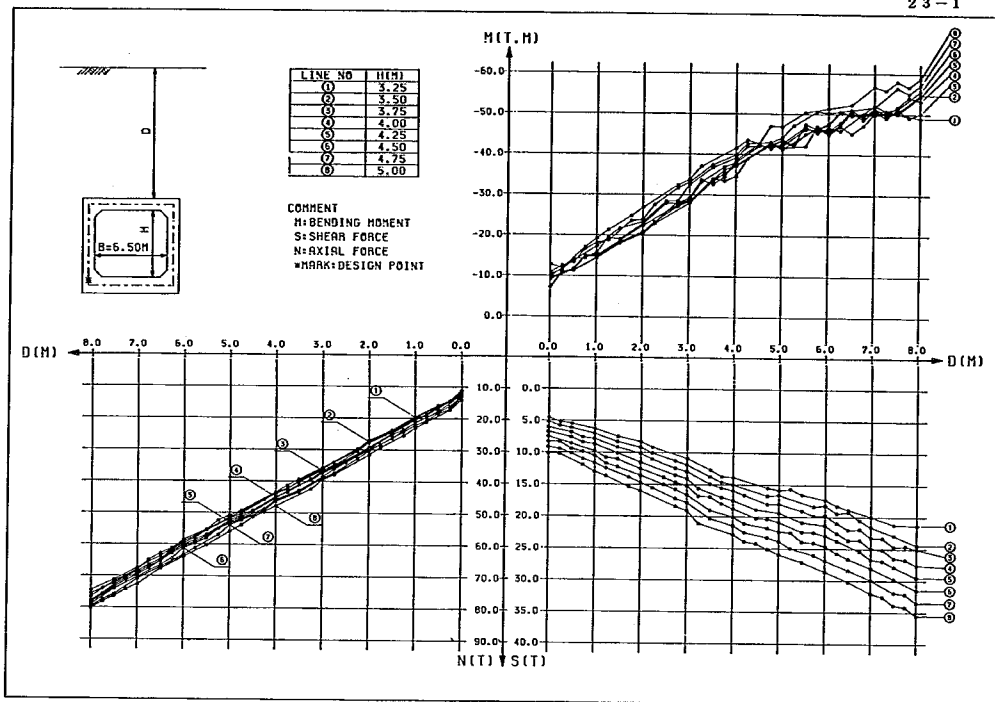




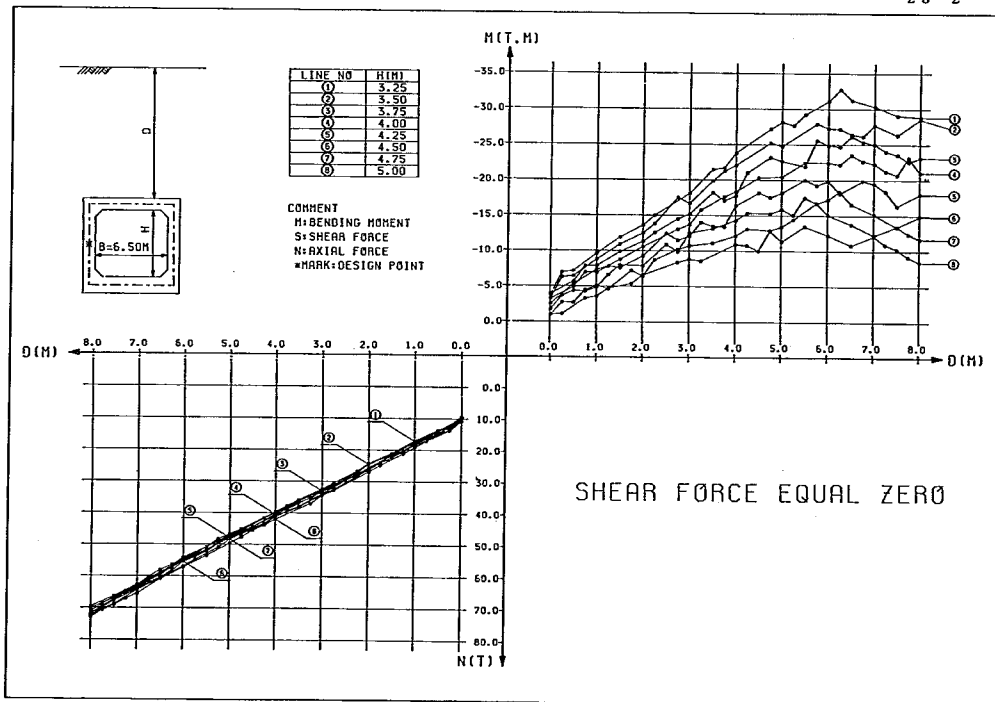


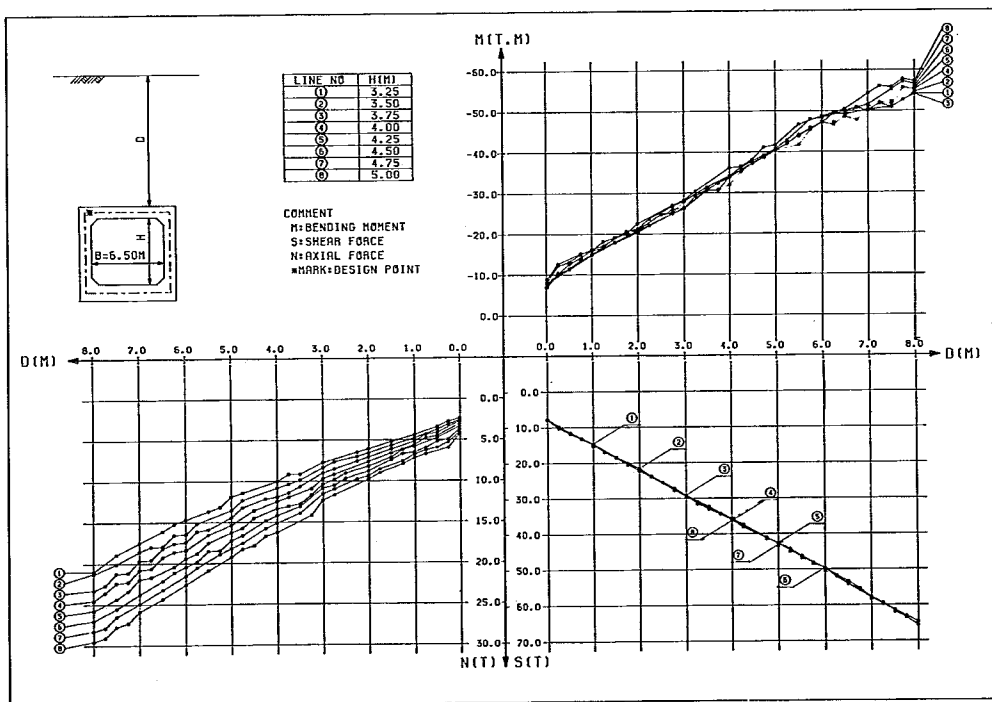
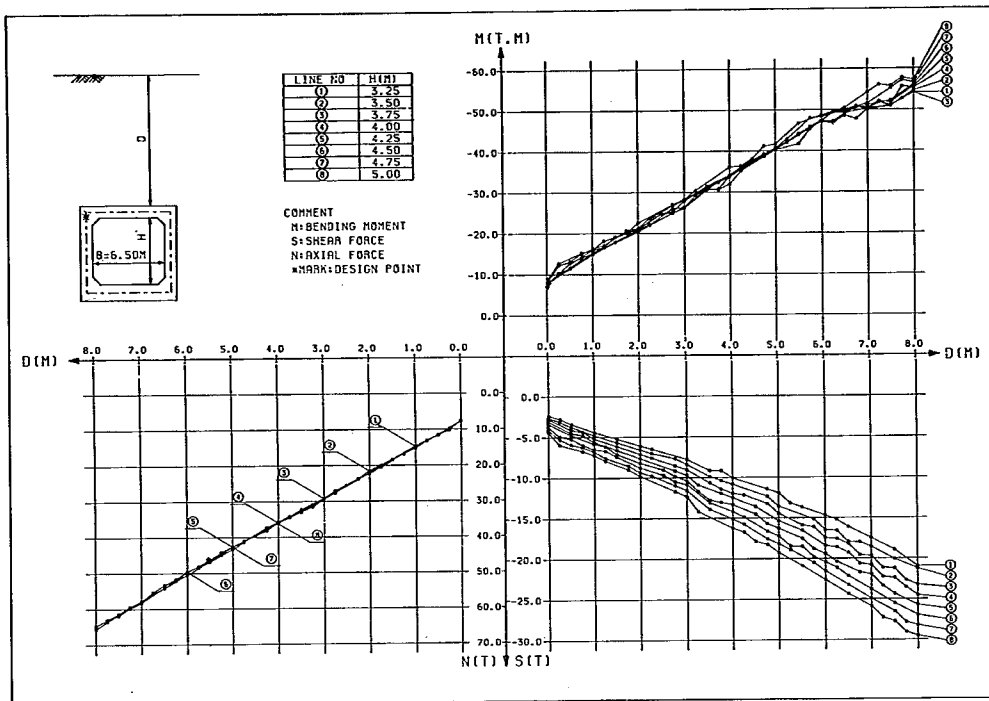


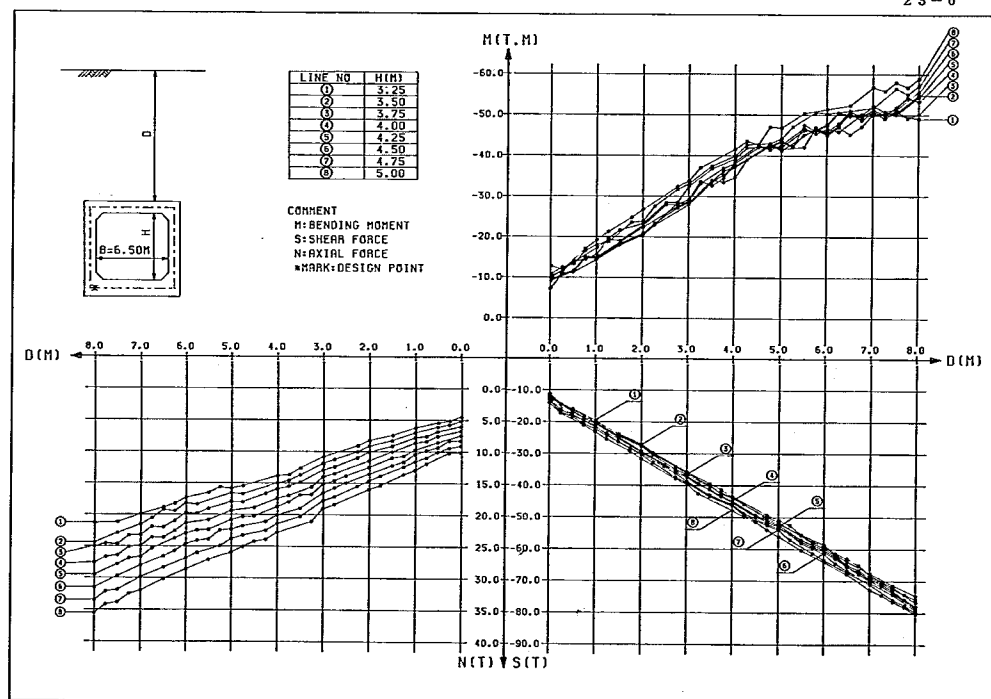
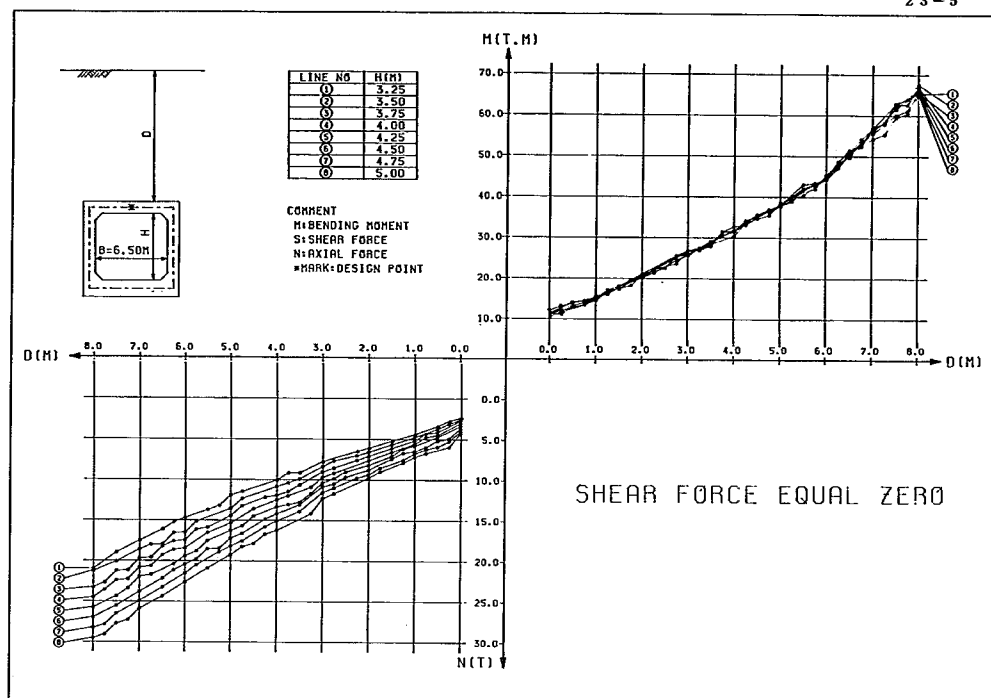
23-1

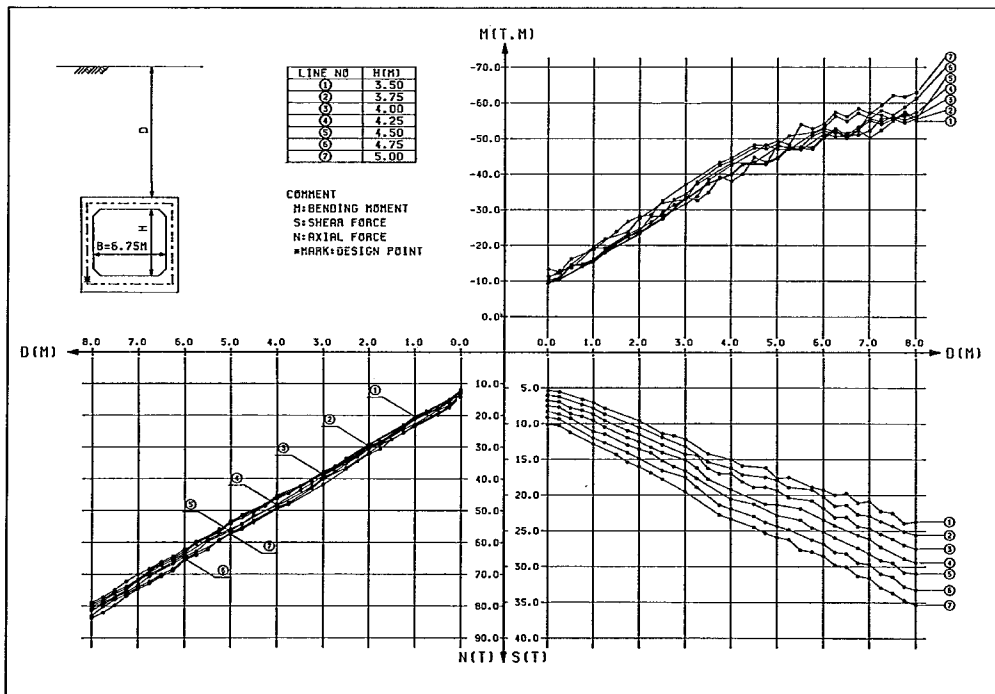
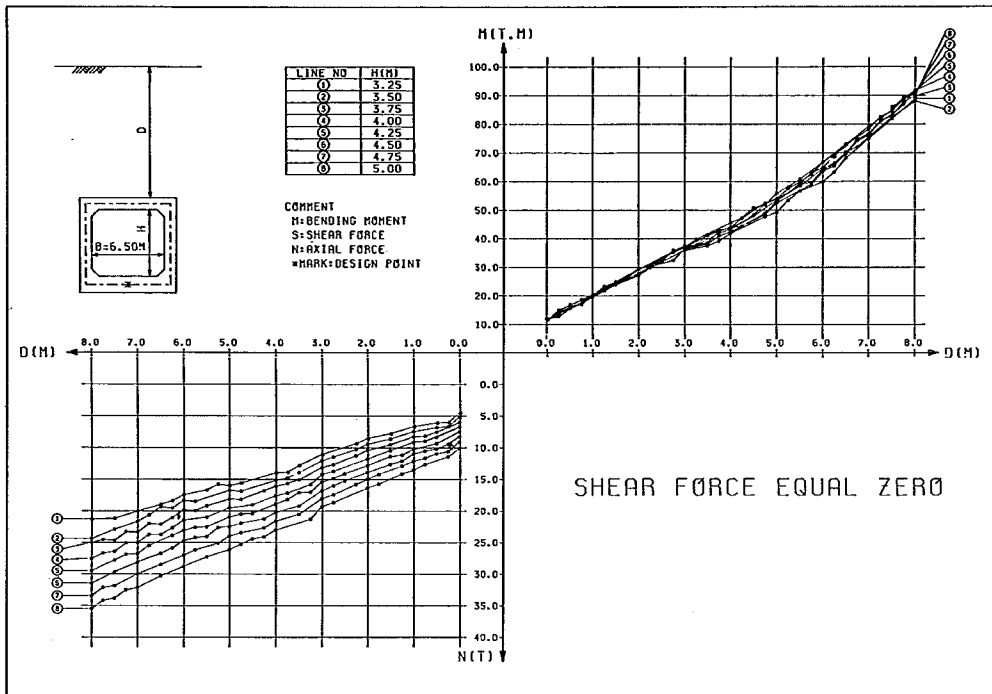


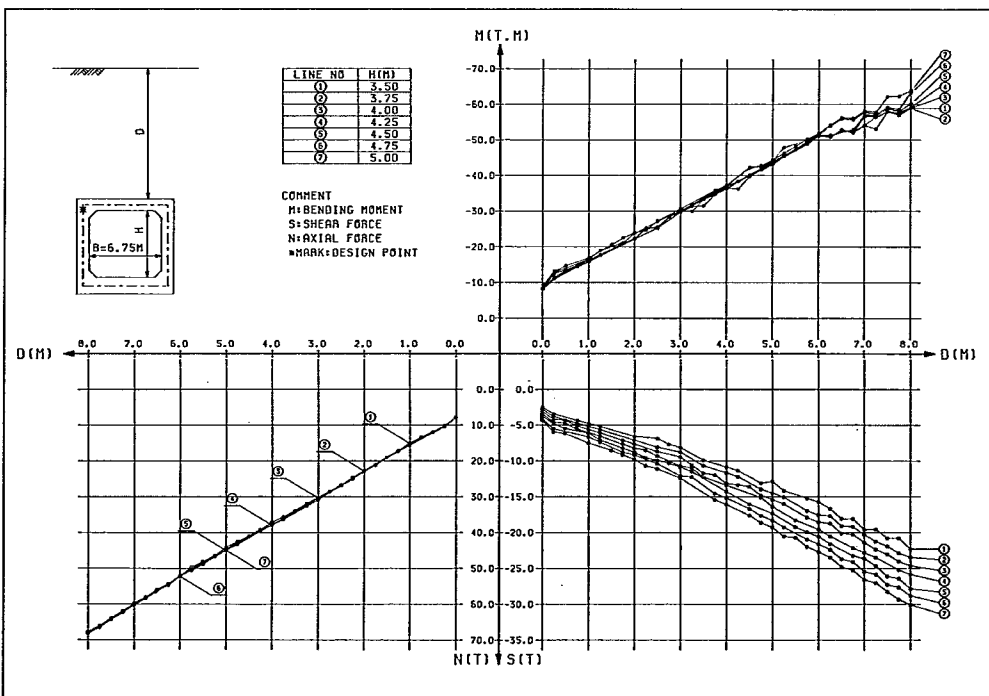
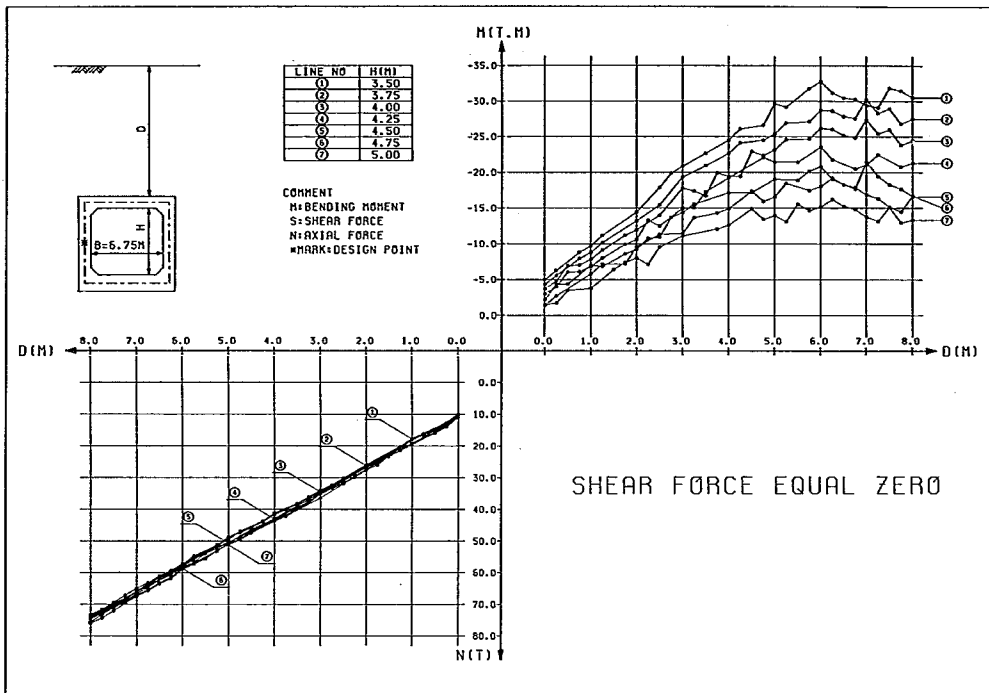
23-2

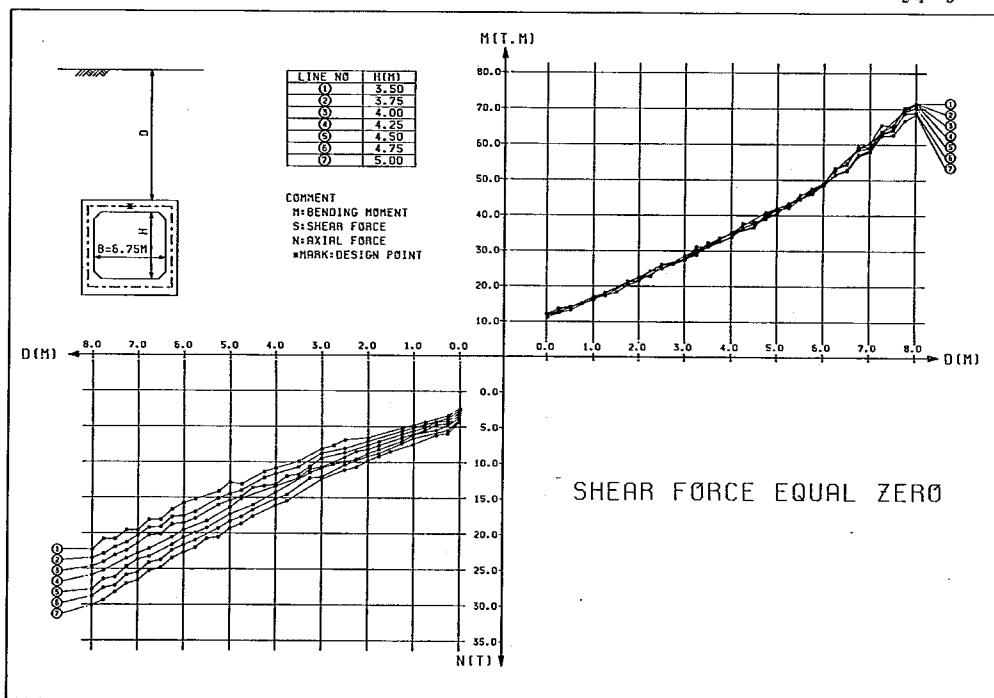
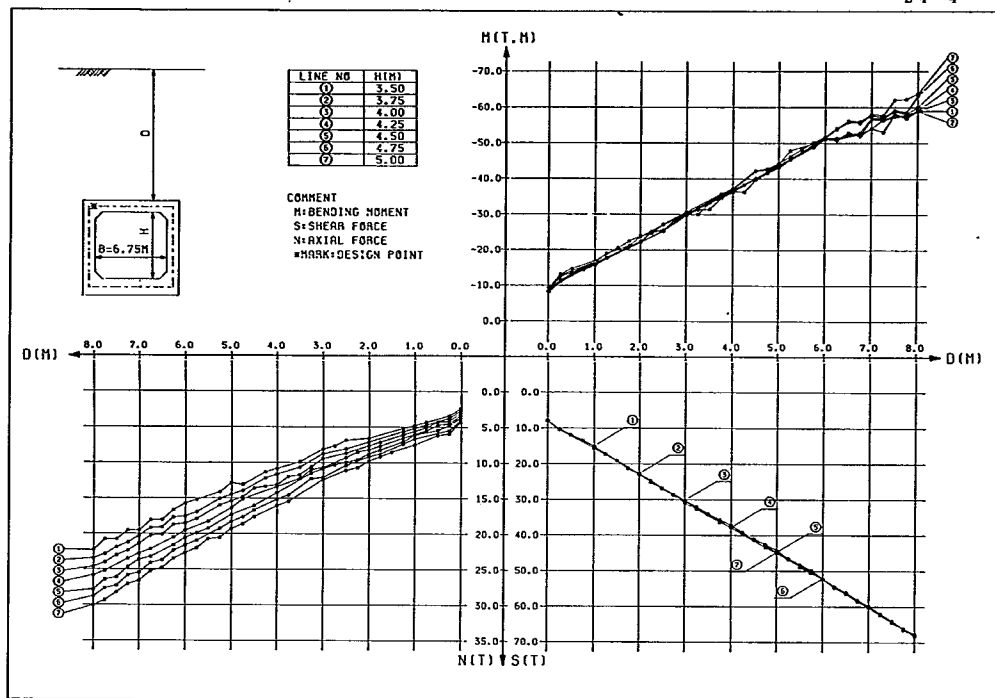


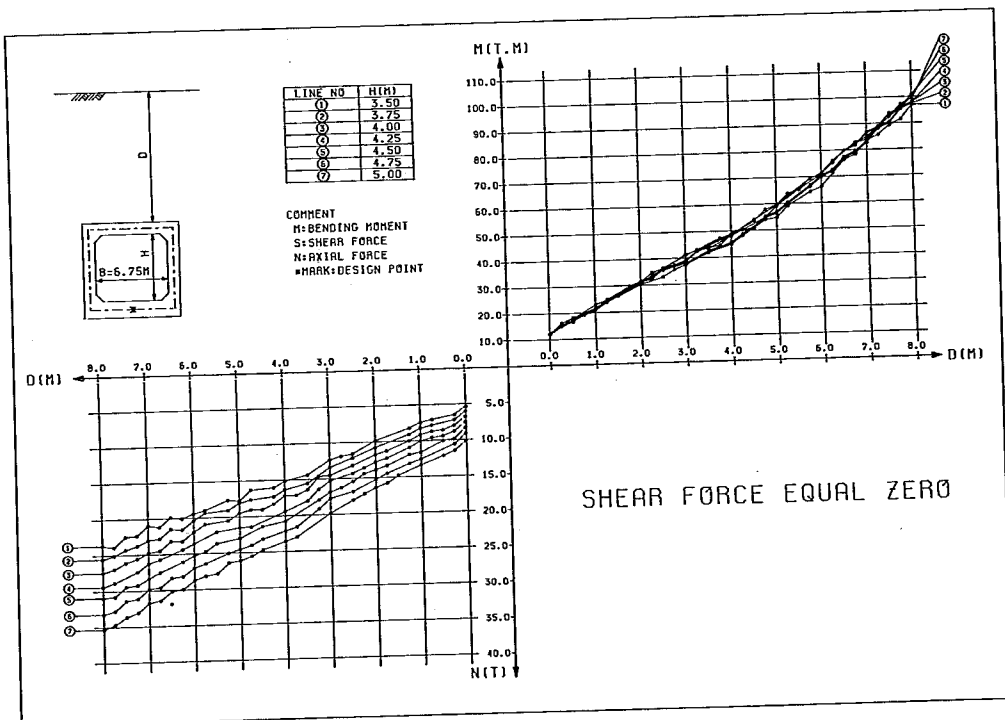
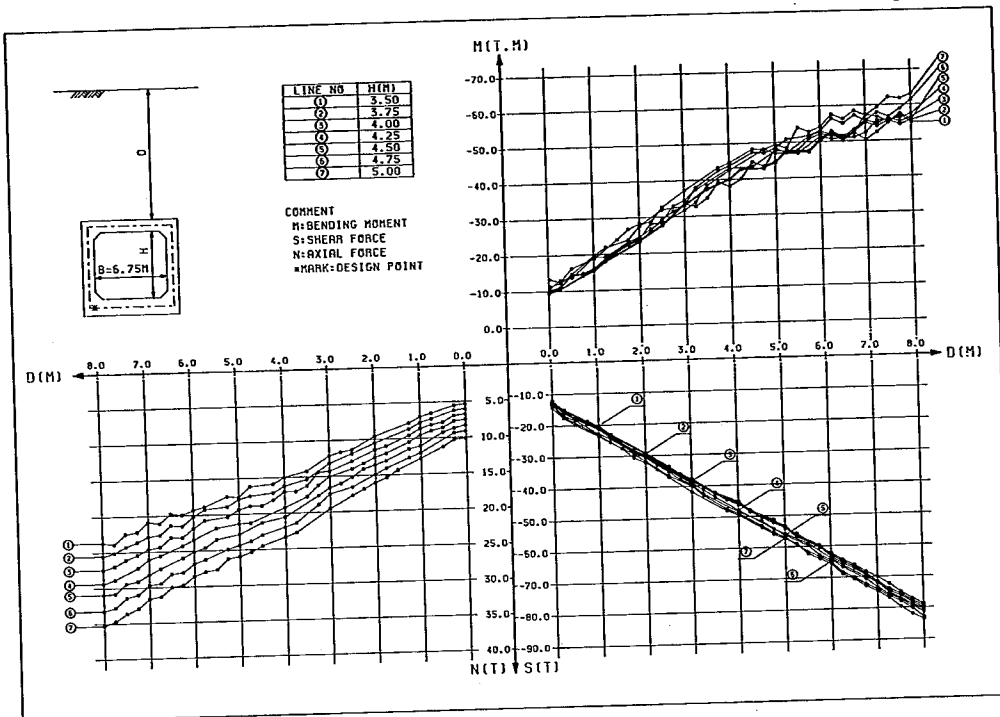




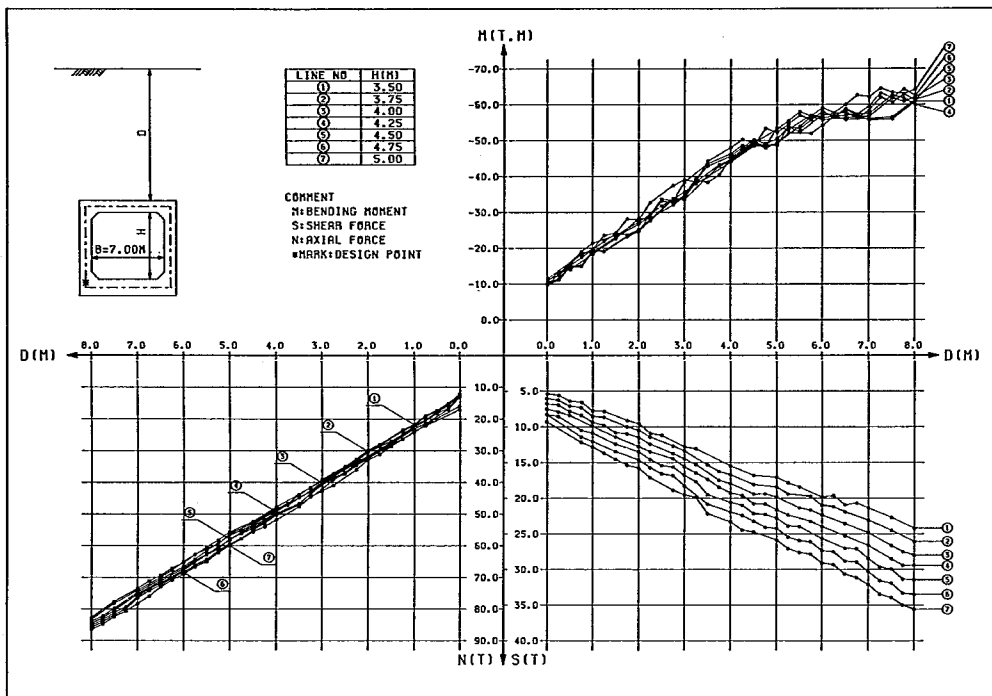




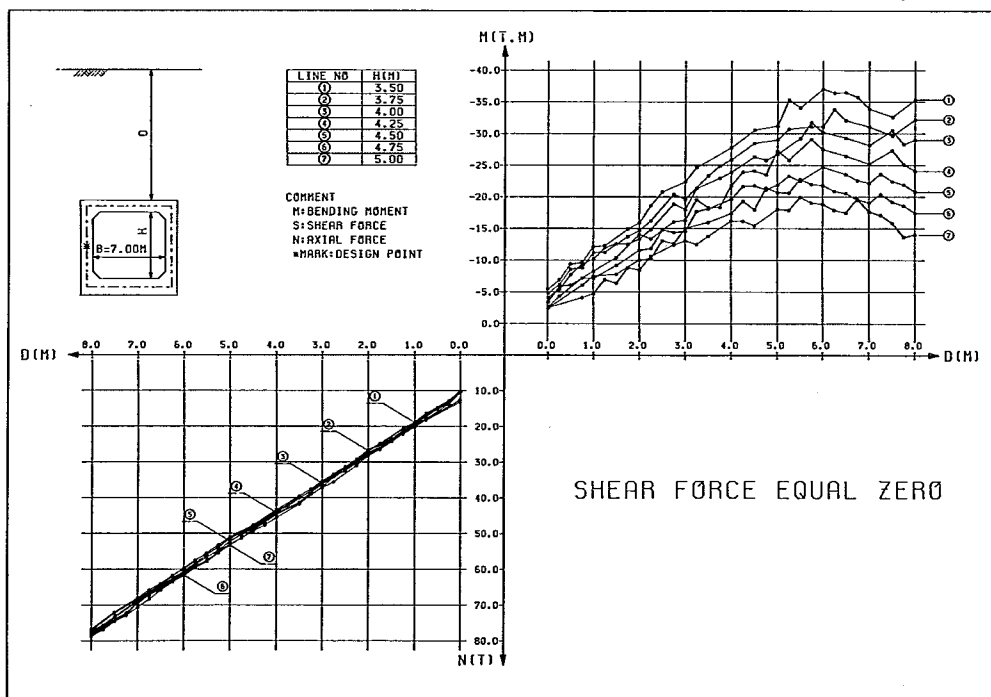


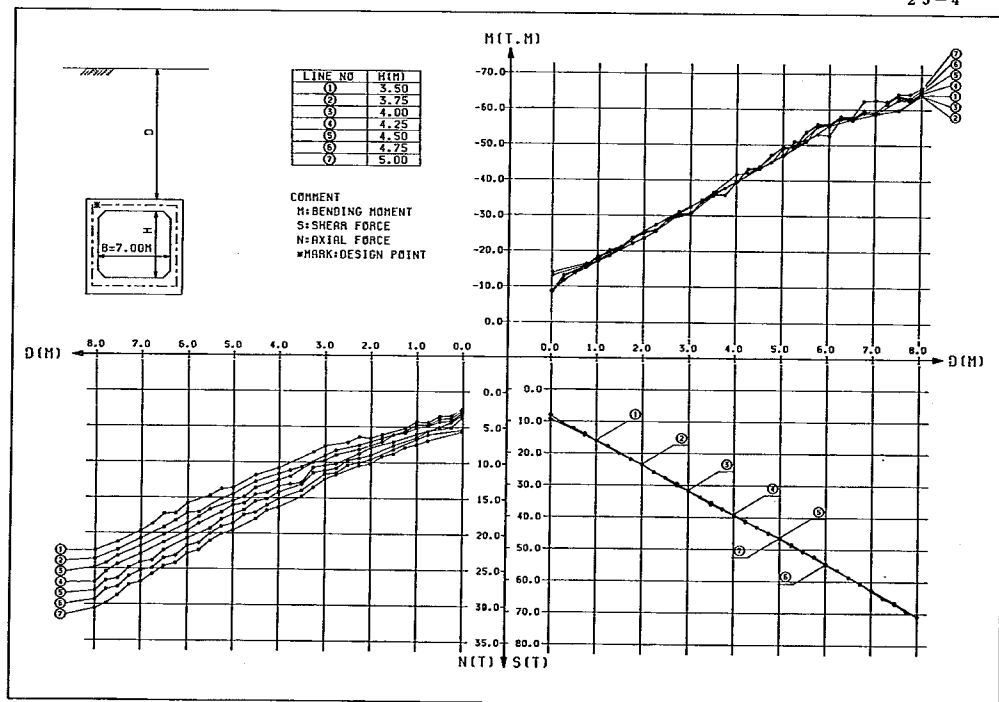
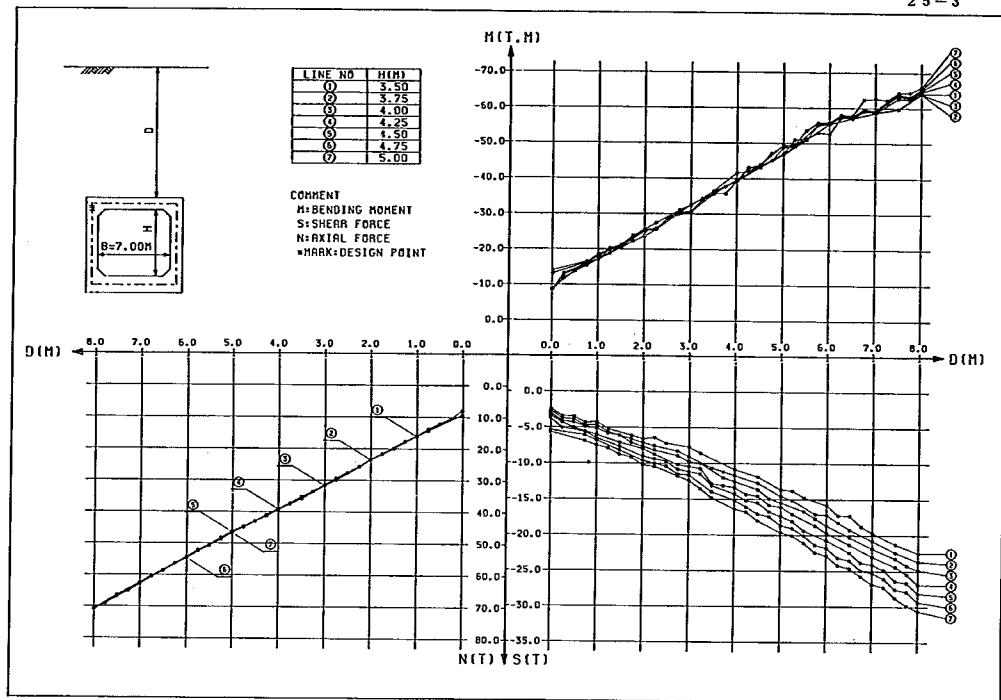


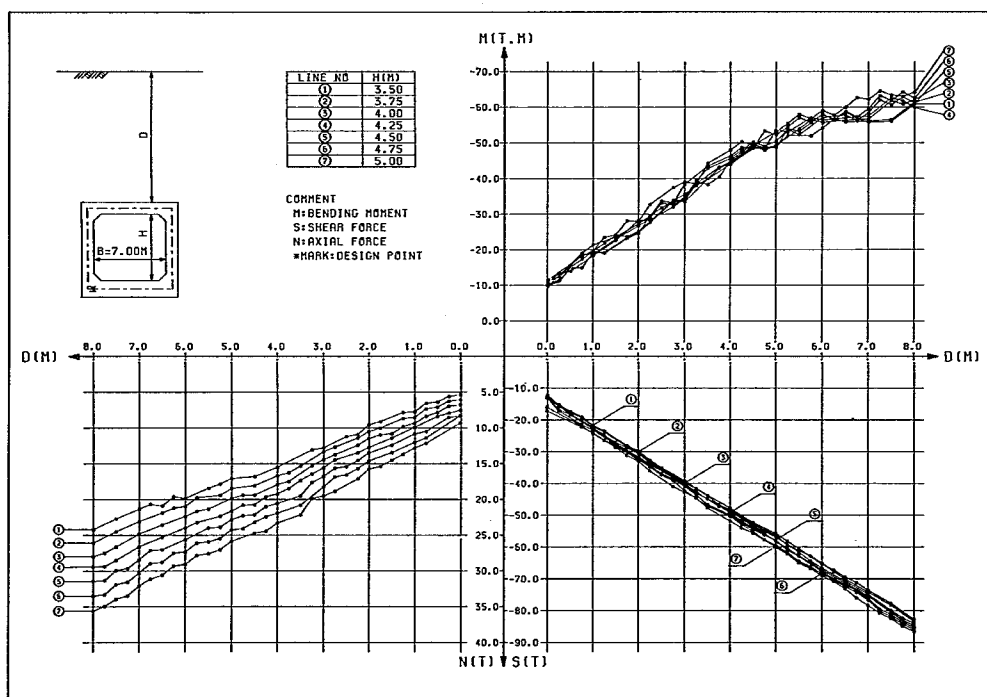
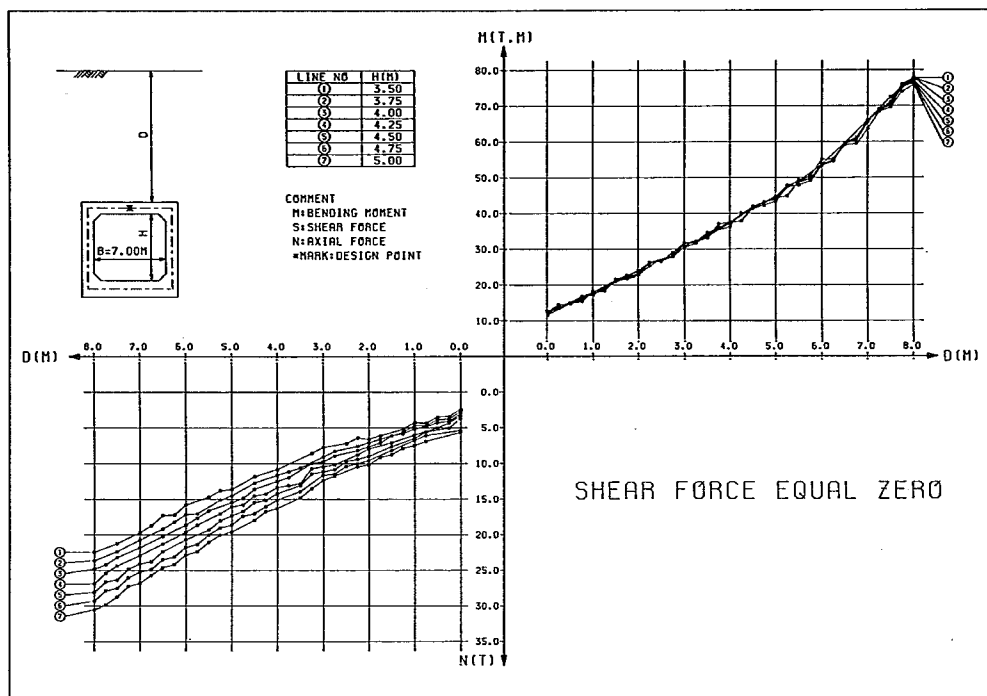
25-1



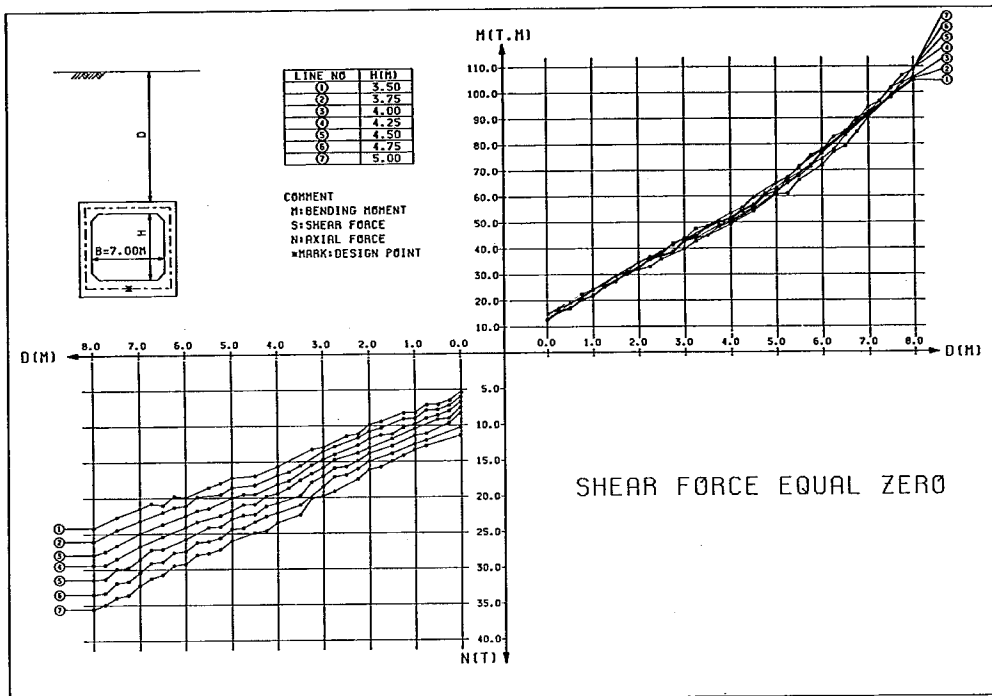
25-2



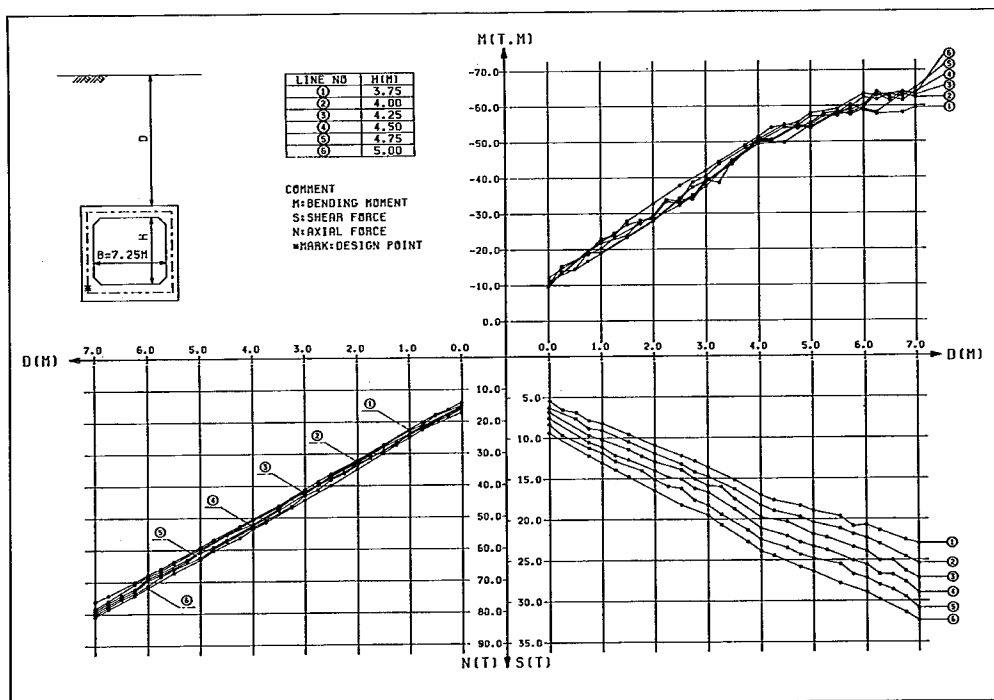


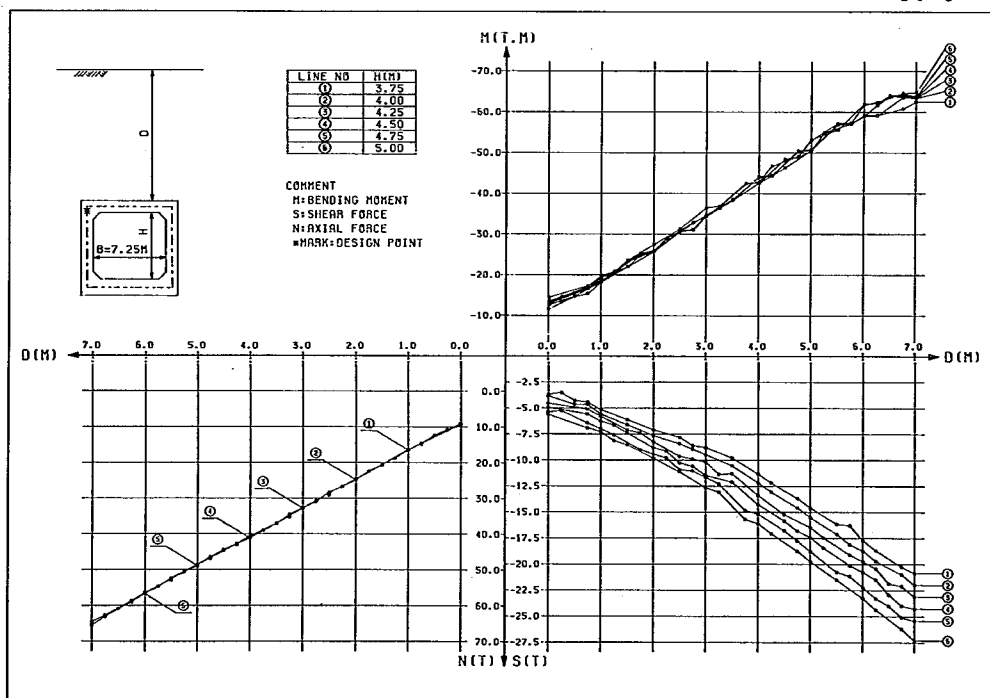
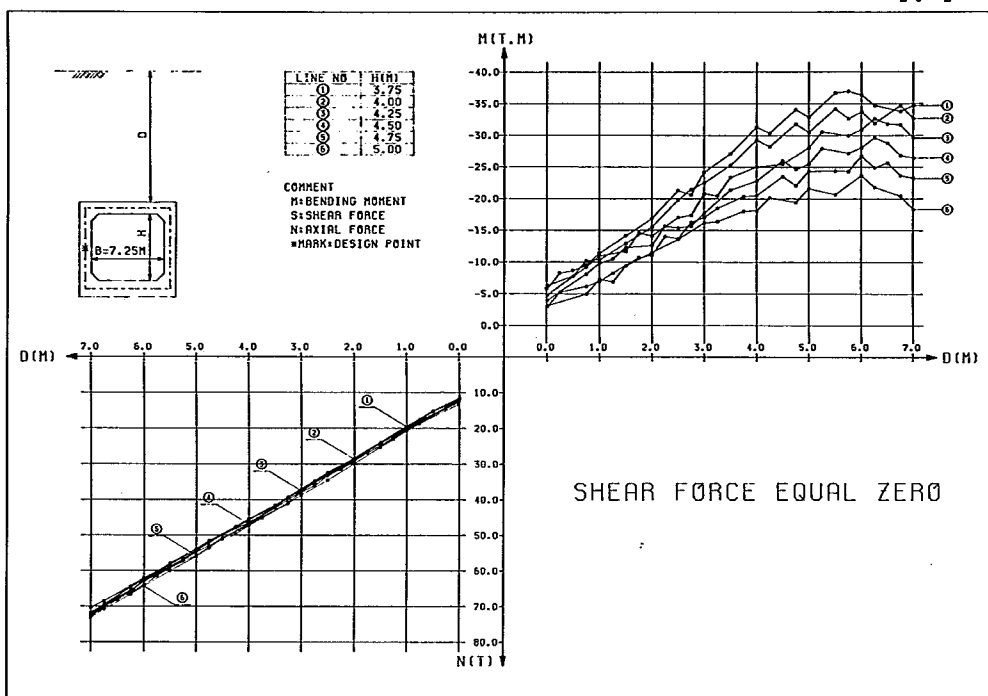


25-7

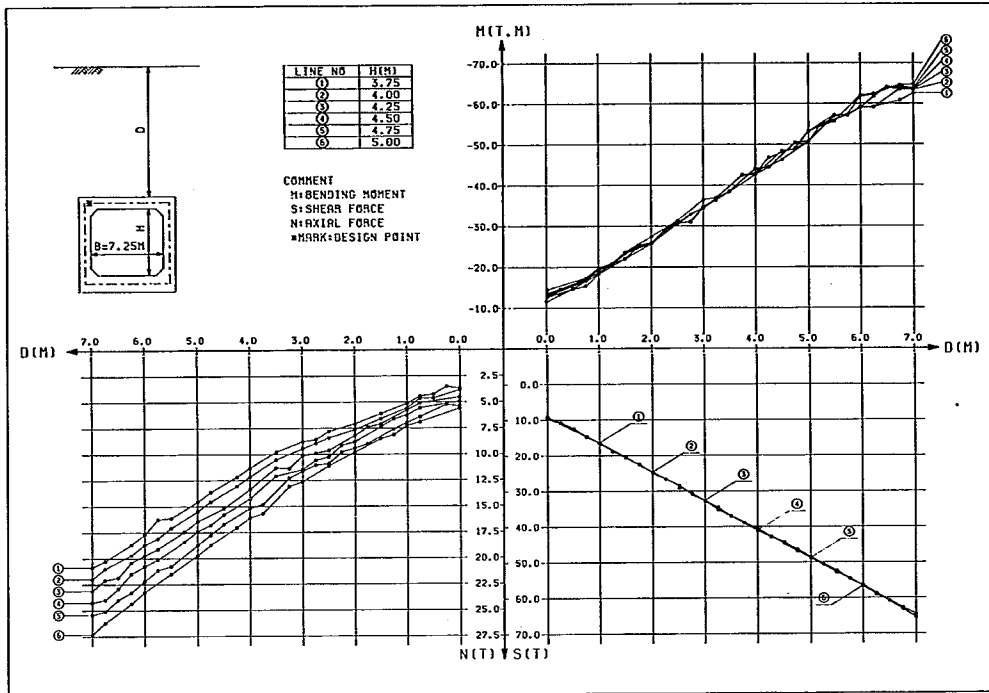


26-1

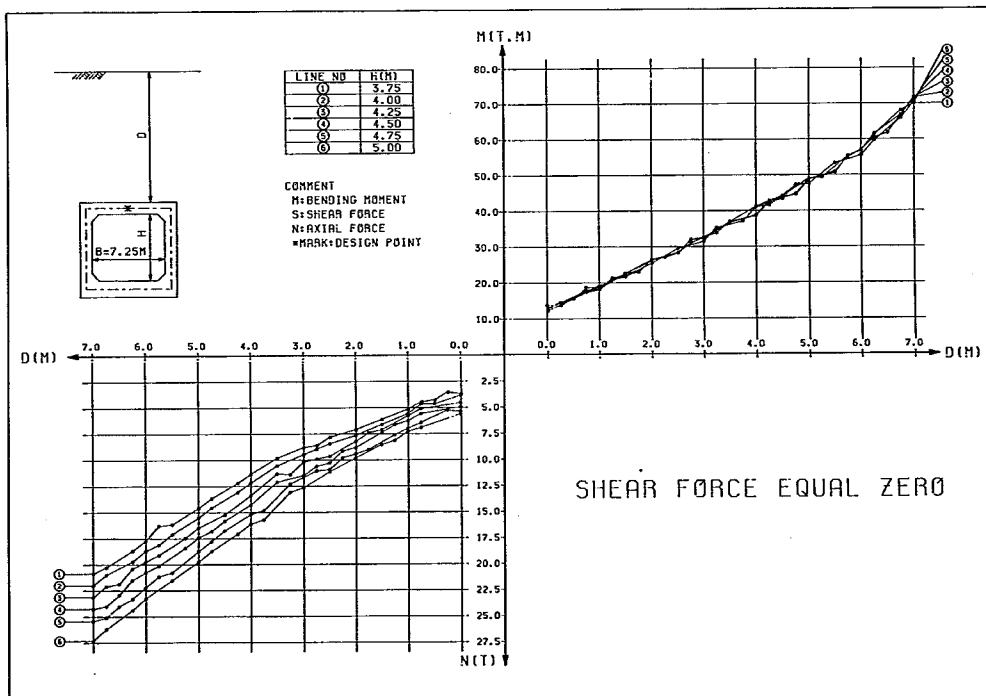


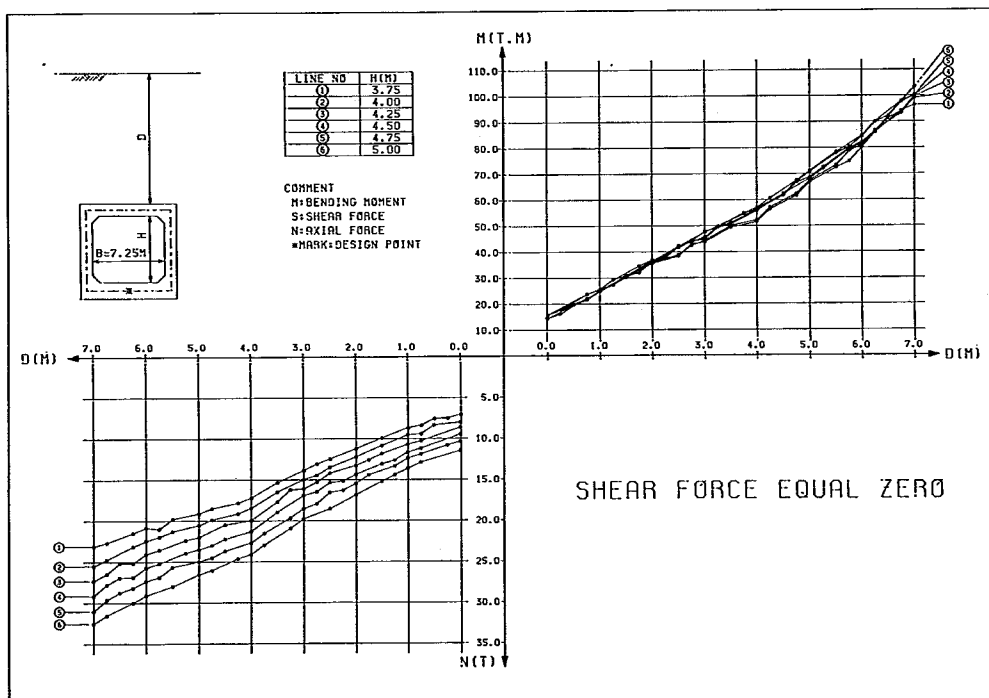
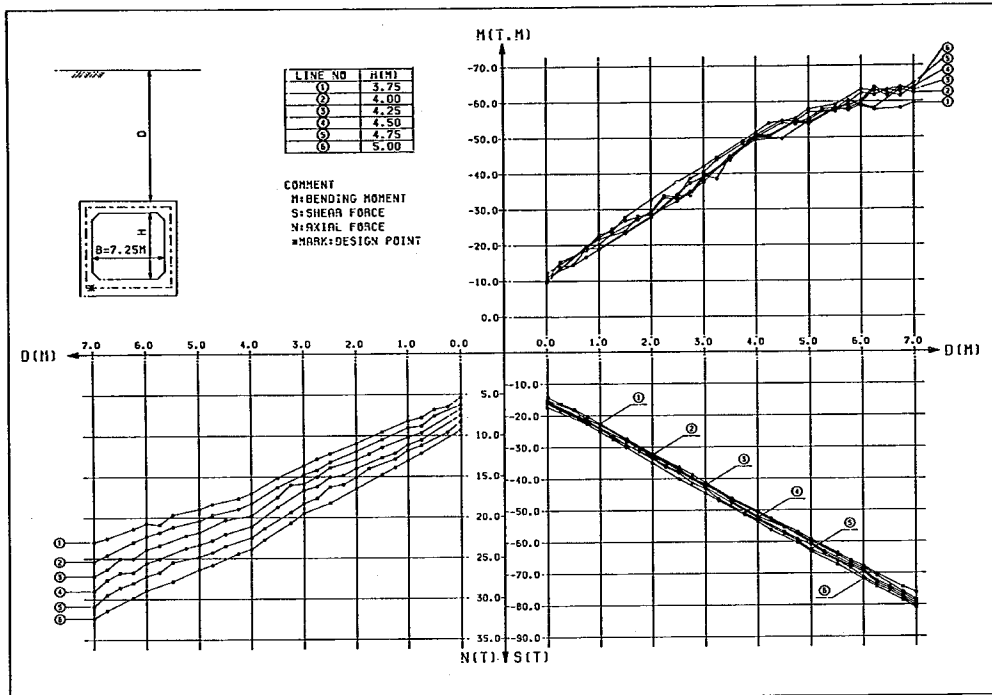


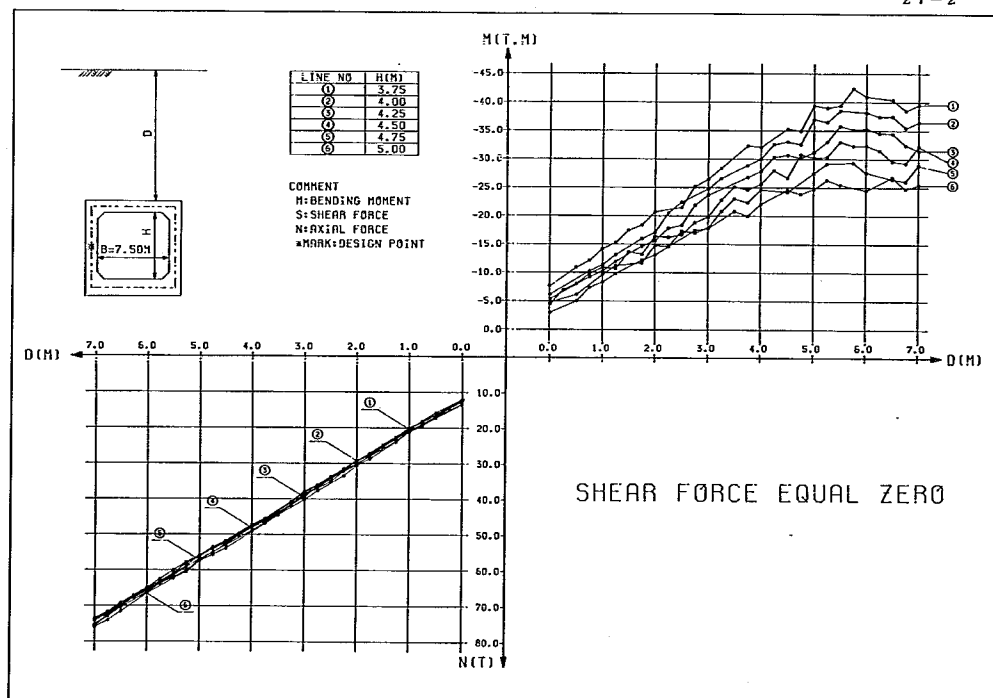
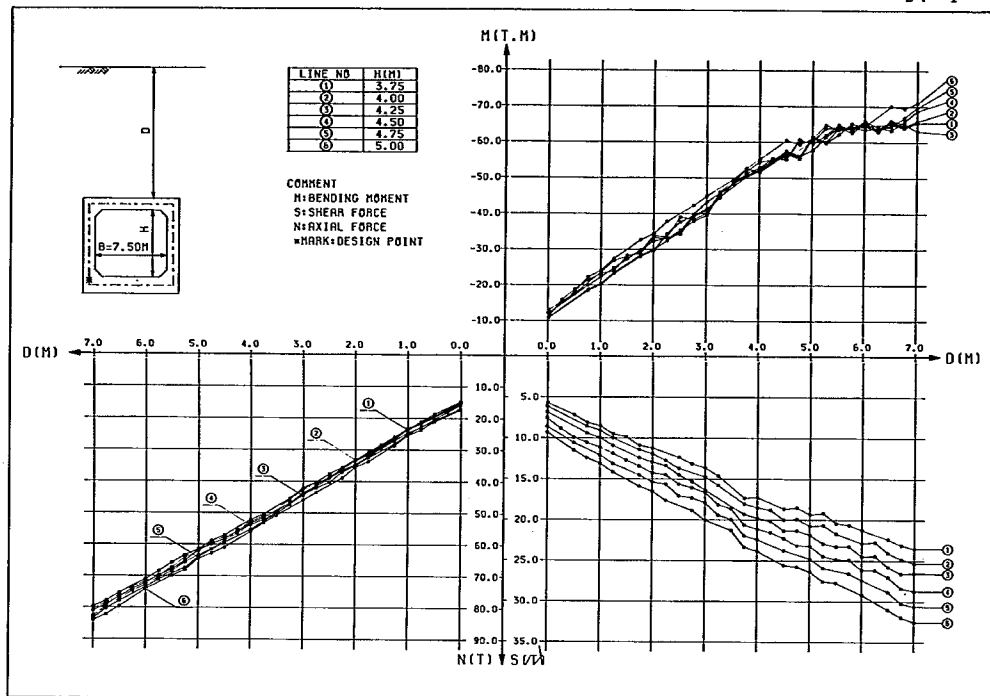
26-4

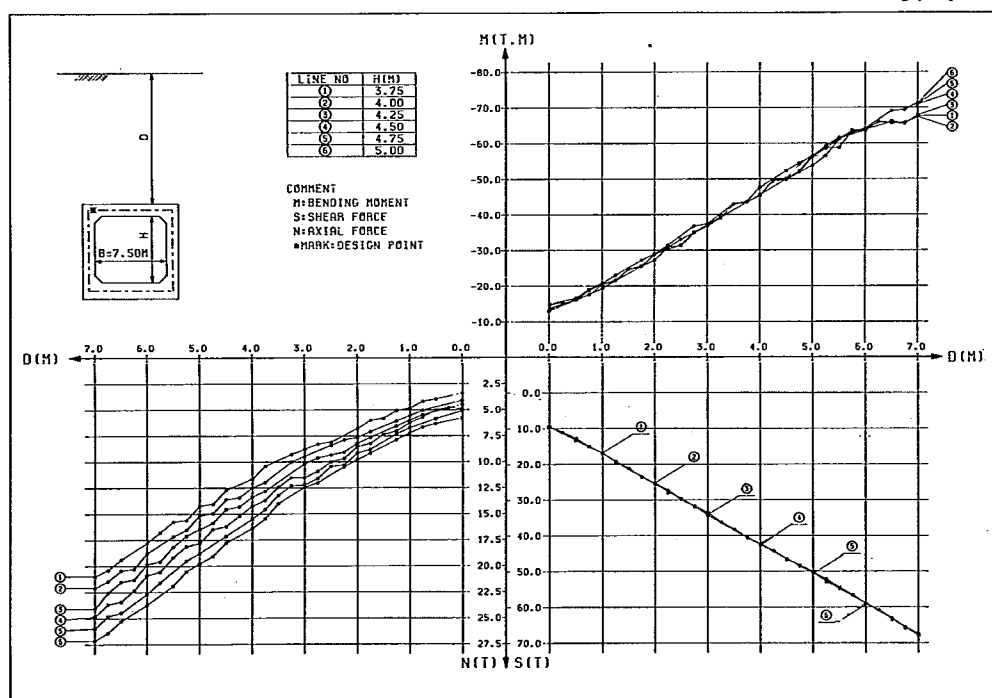
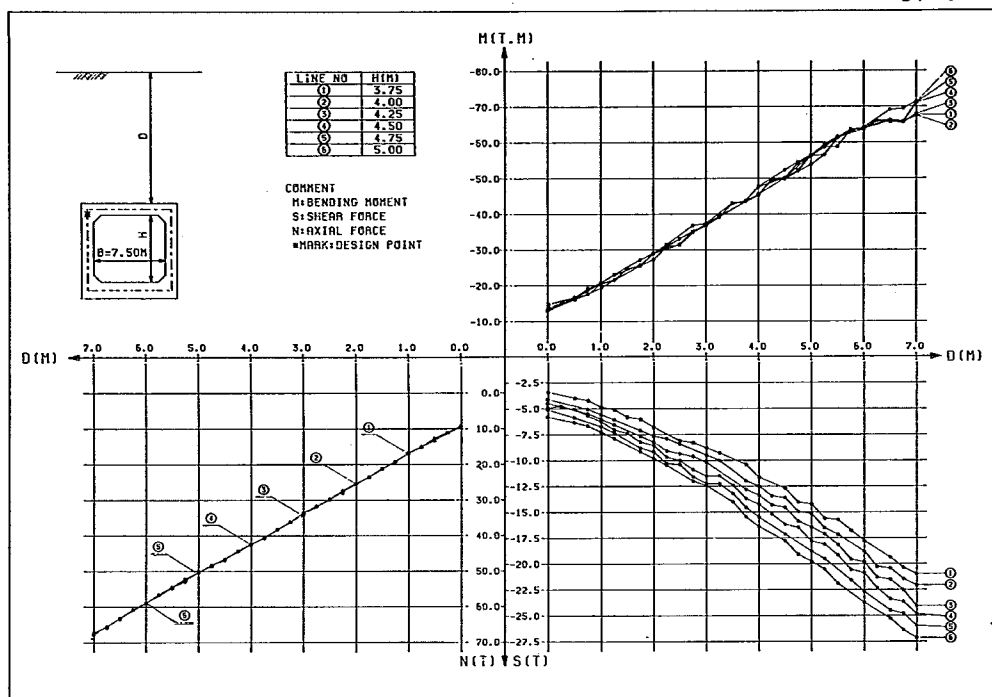


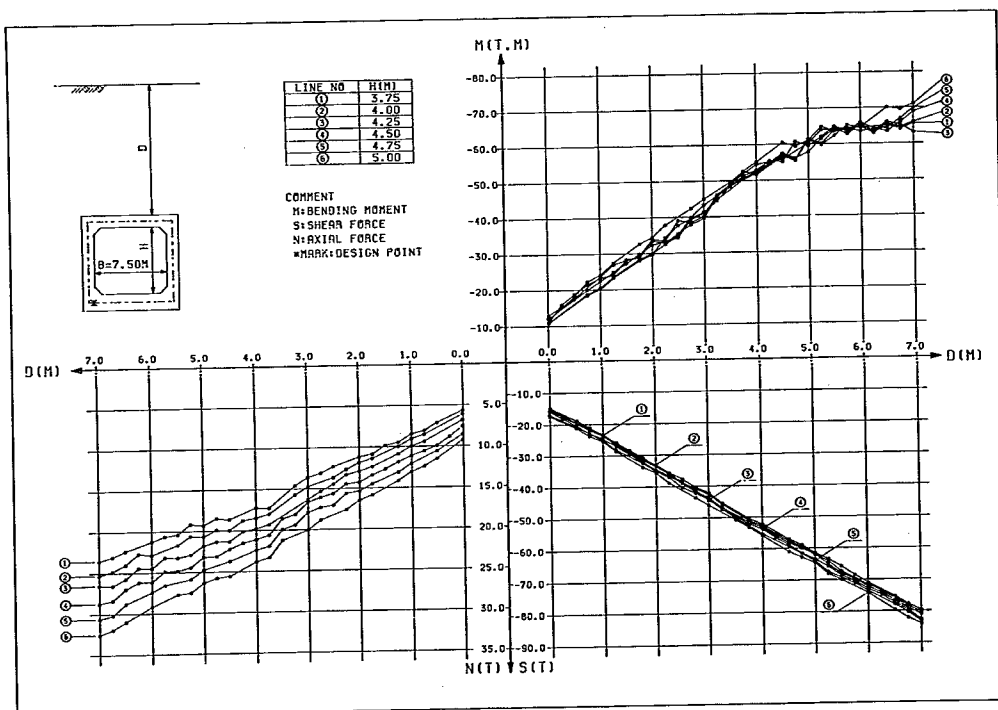
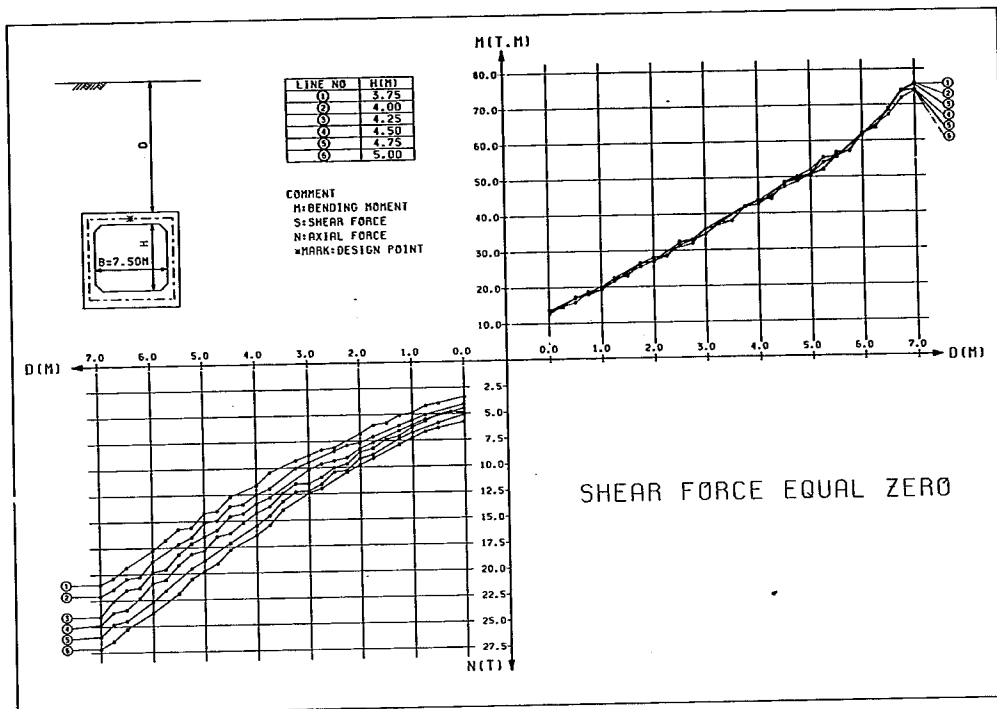
26-5



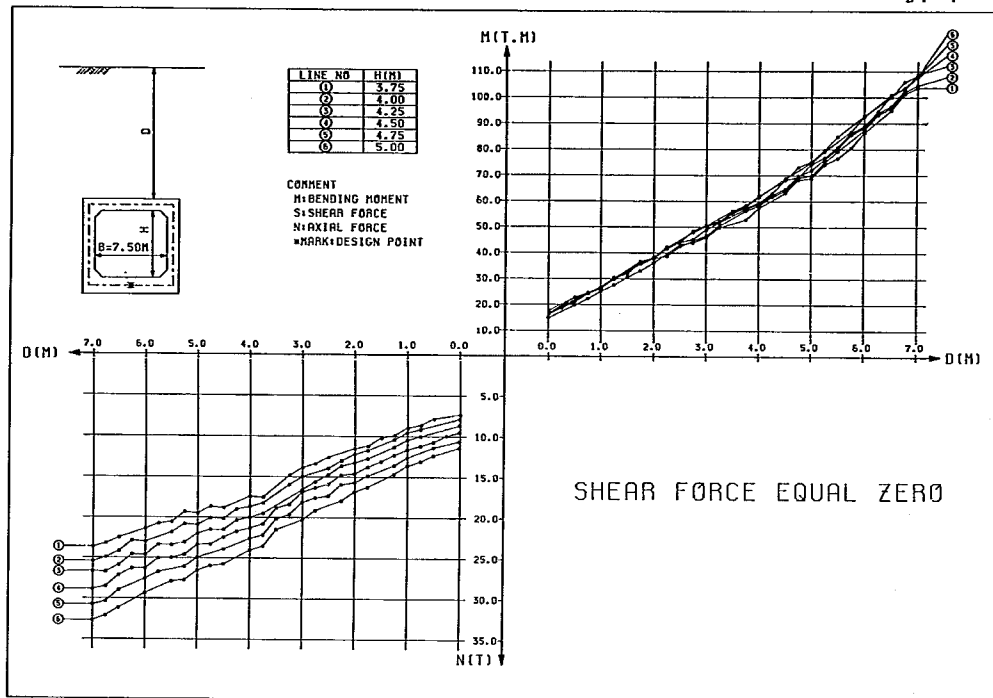




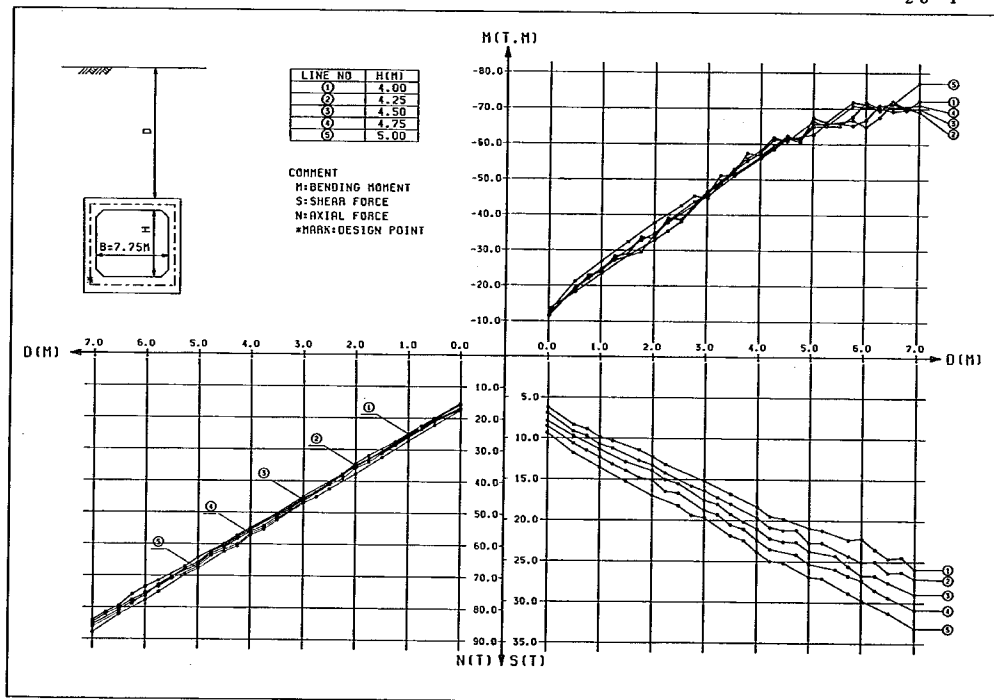


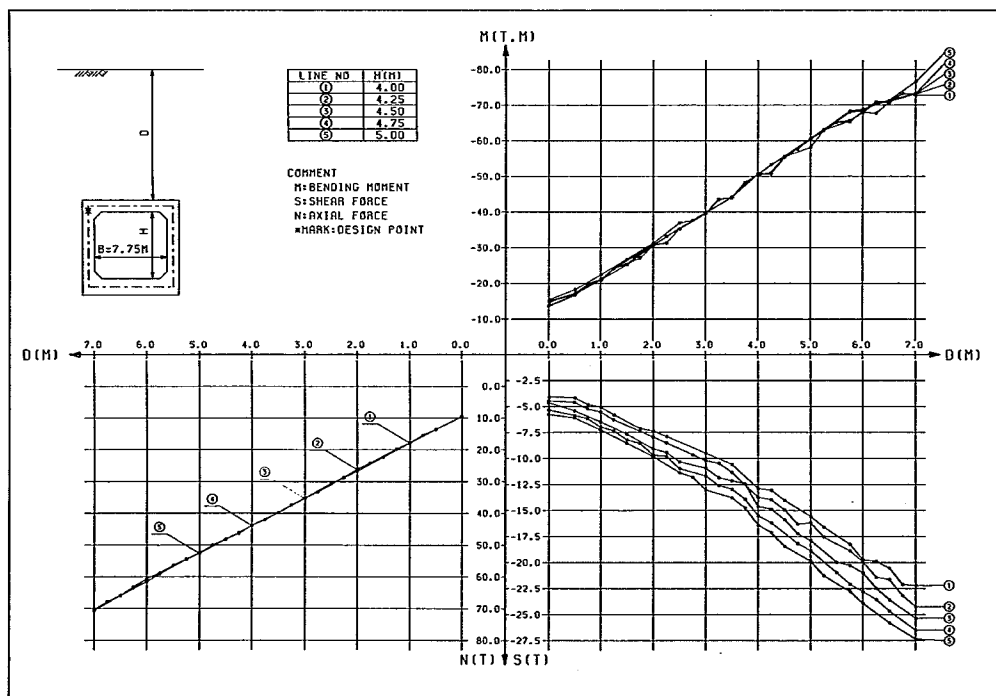
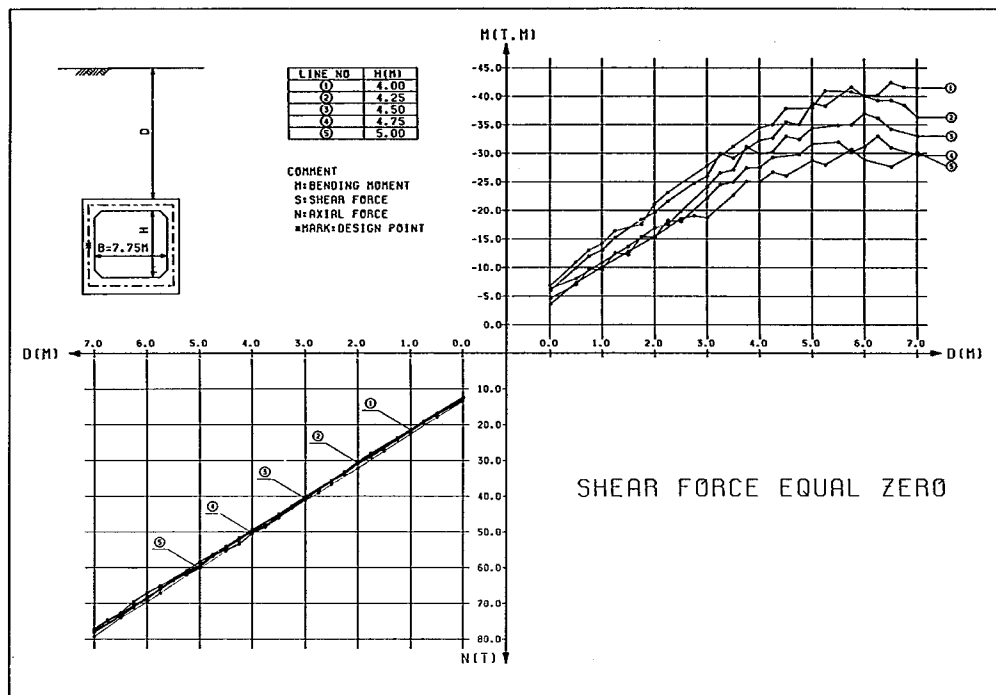


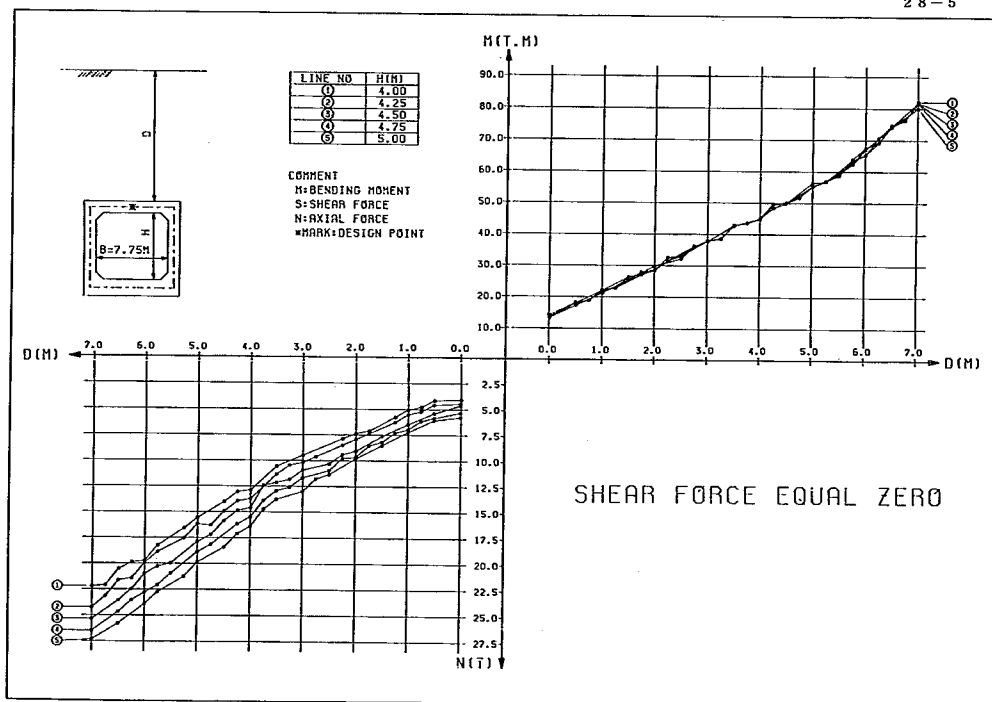
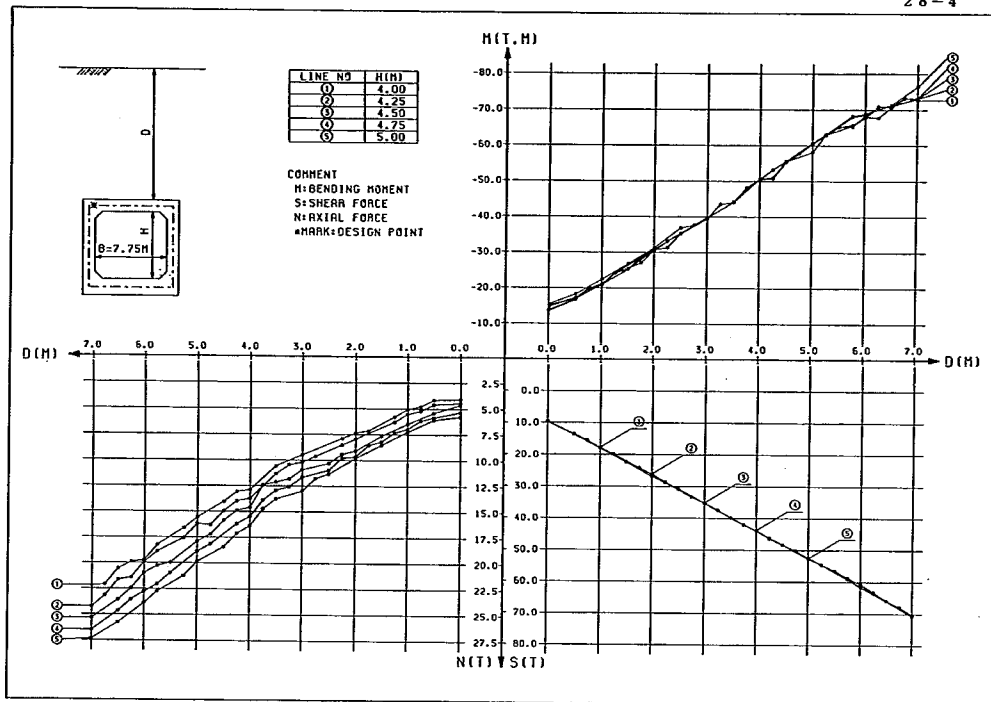
27-7

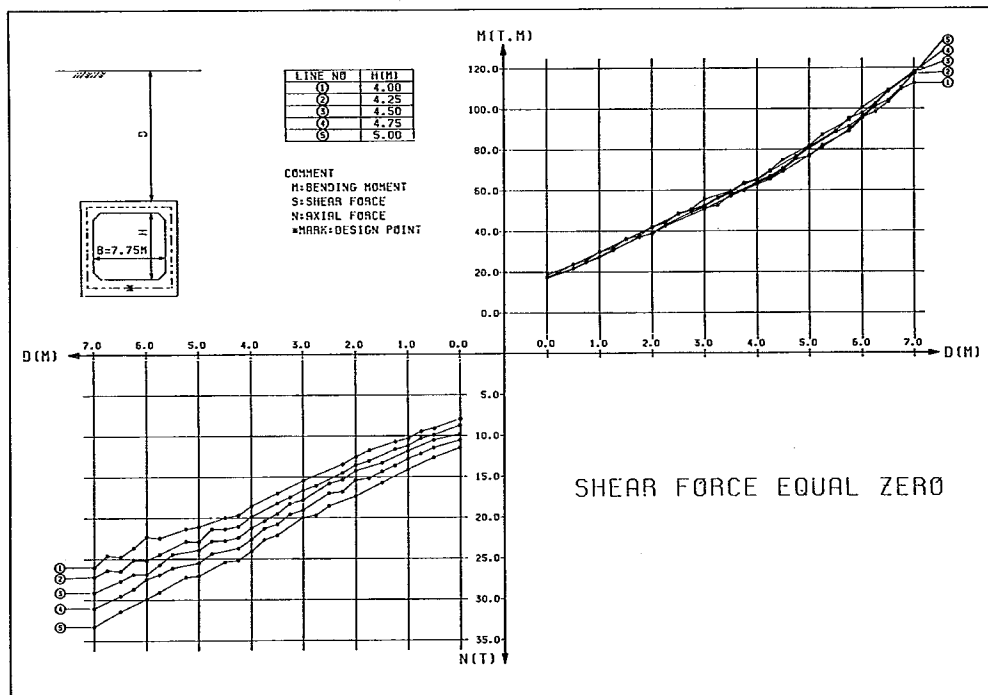
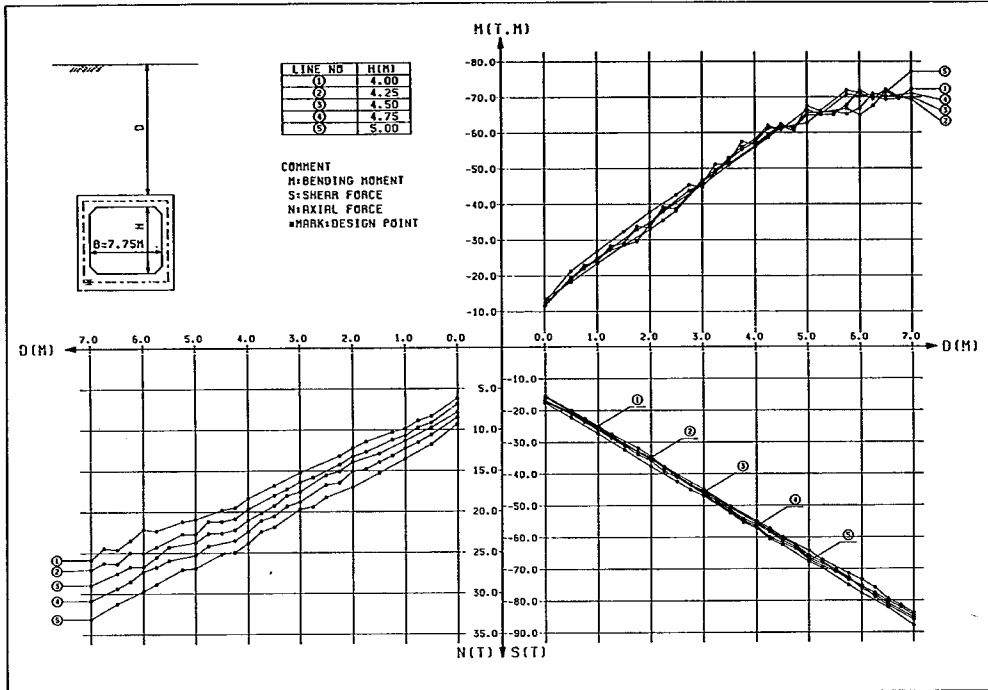


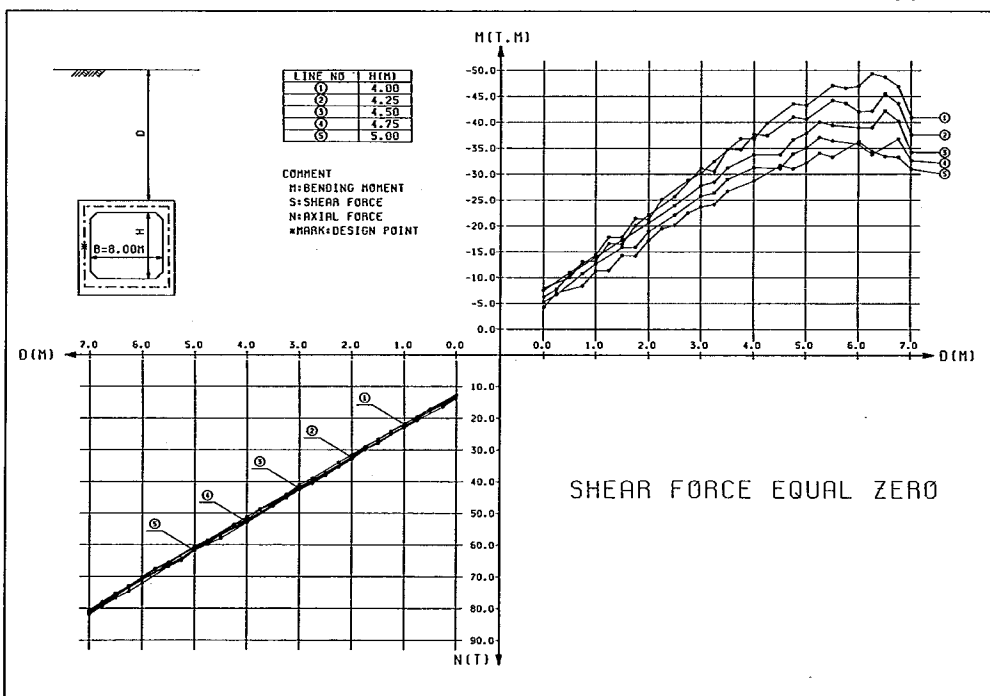
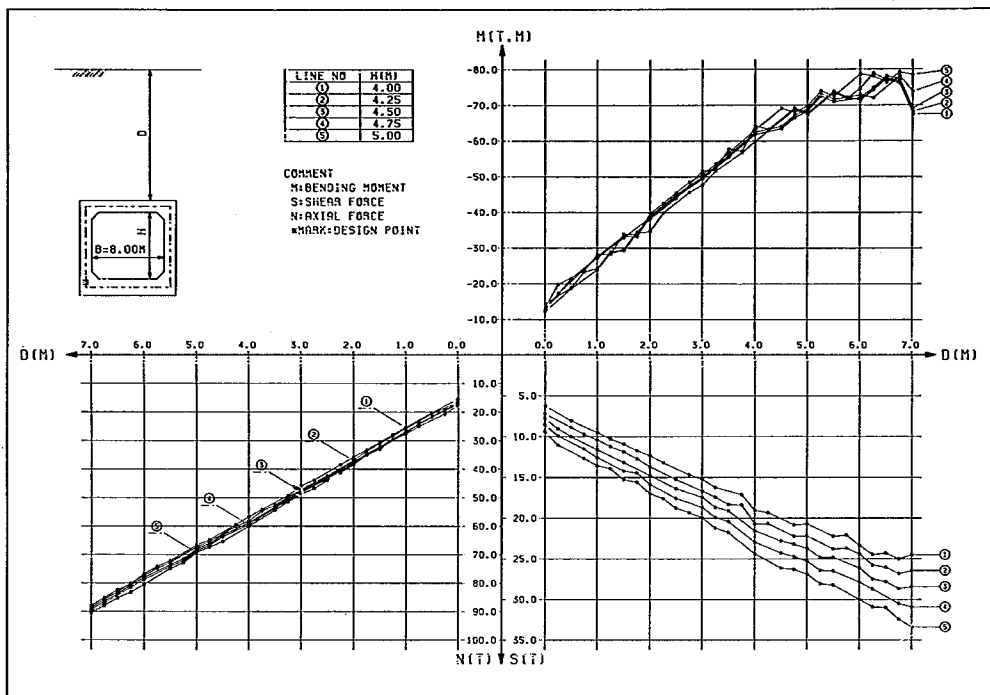
28-1

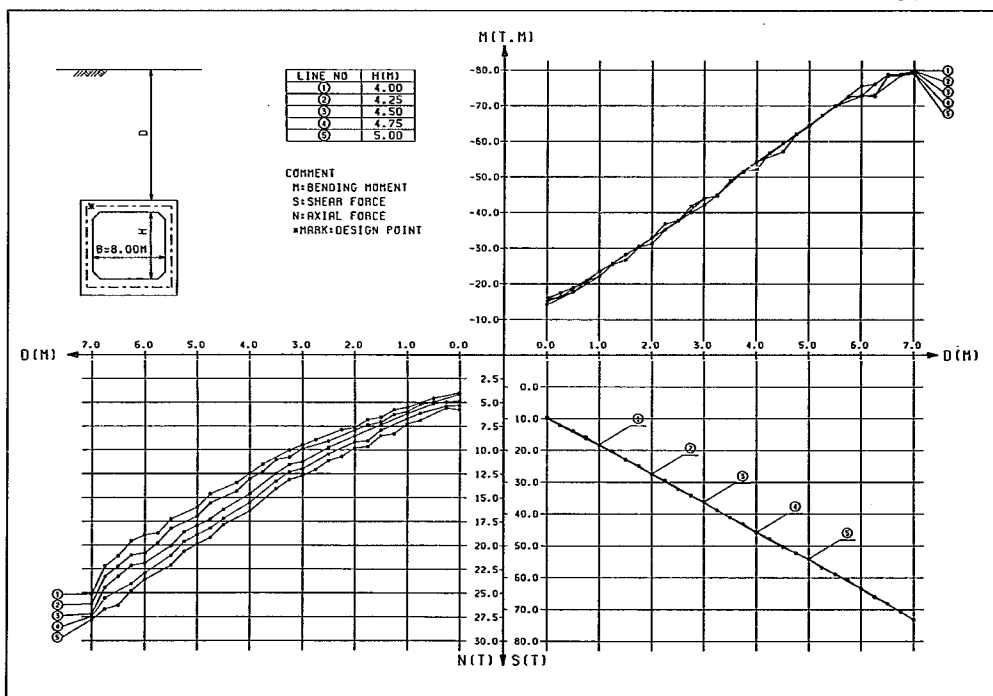
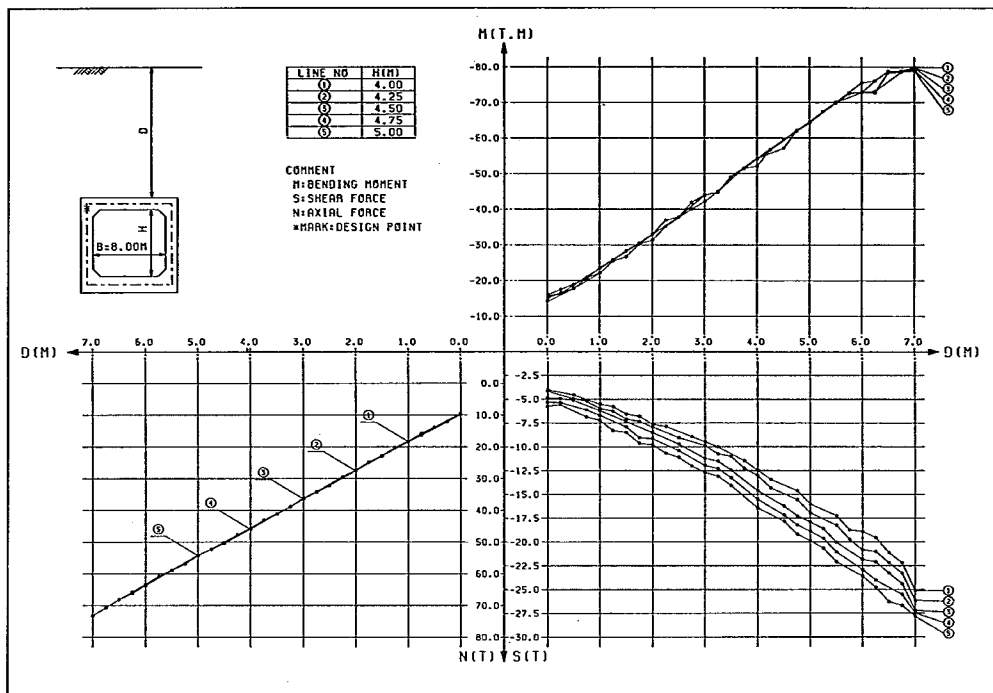


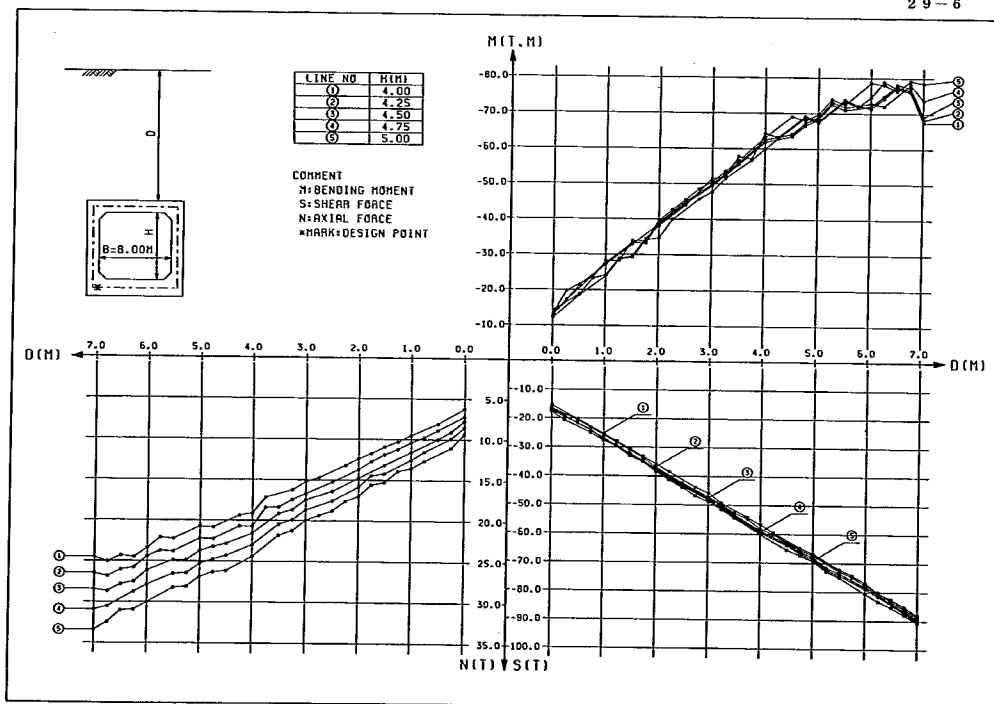
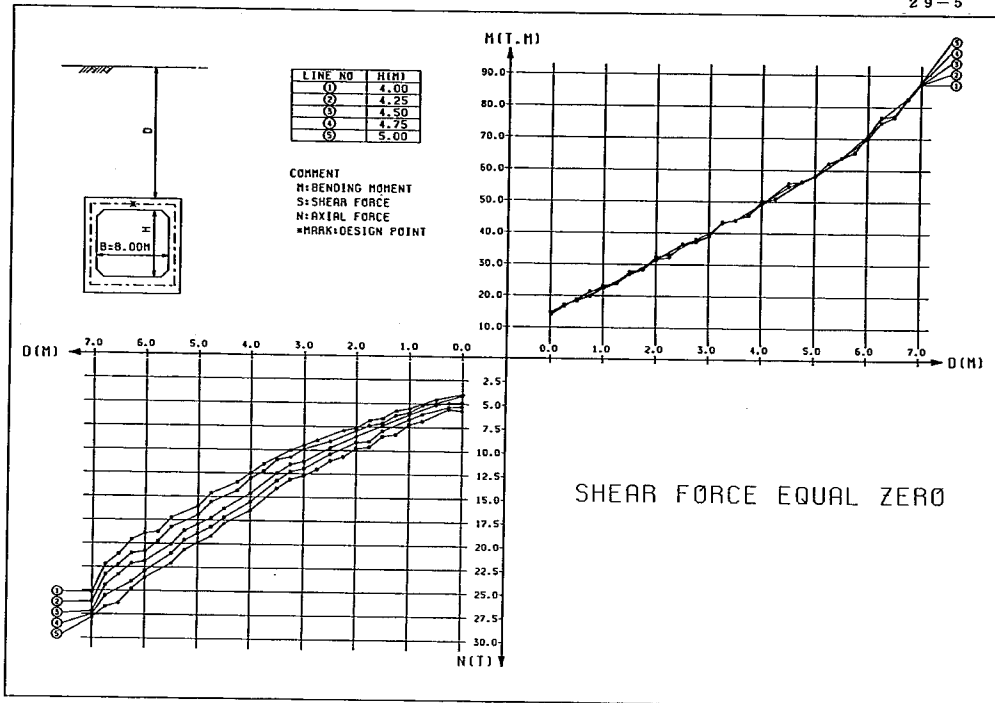


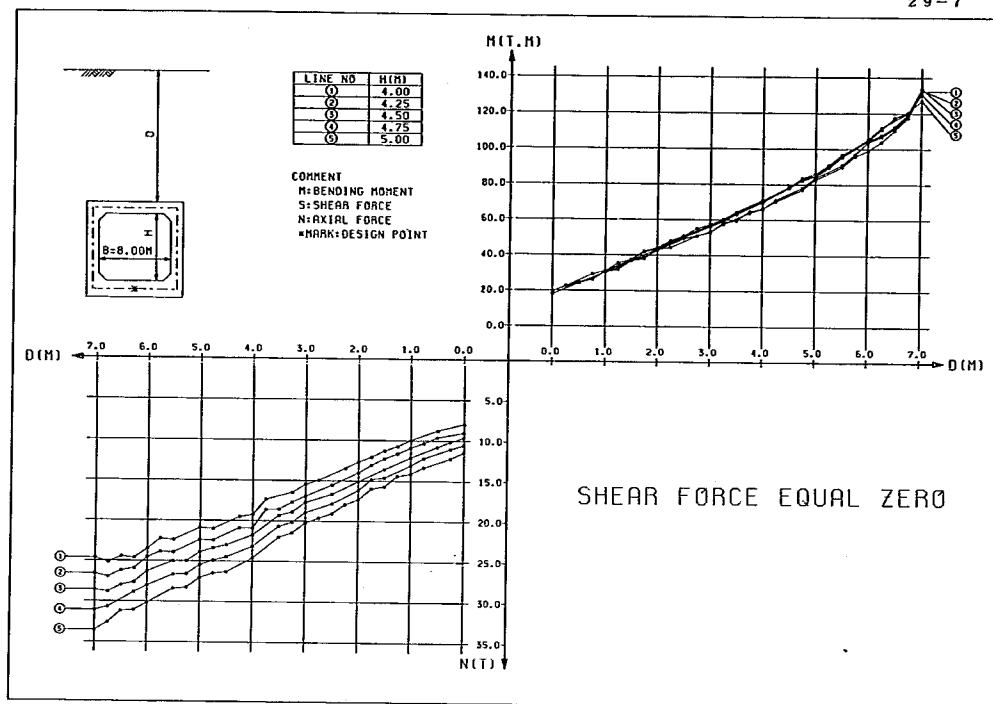








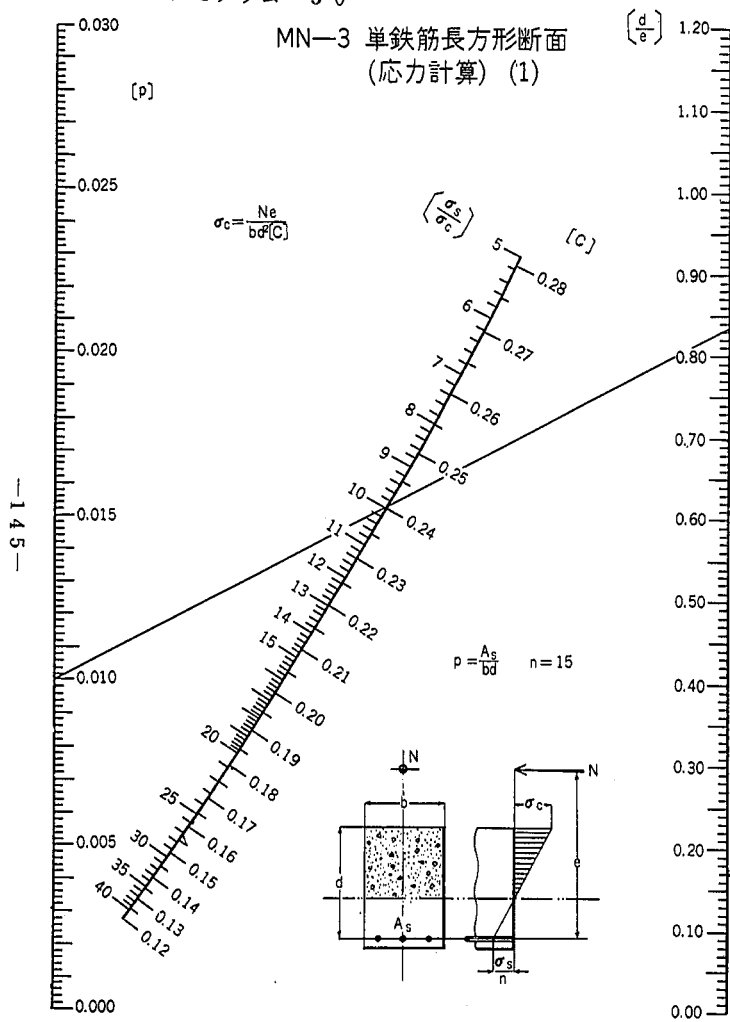




単鉄筋長方形断面の実応力度算定ノモグラム

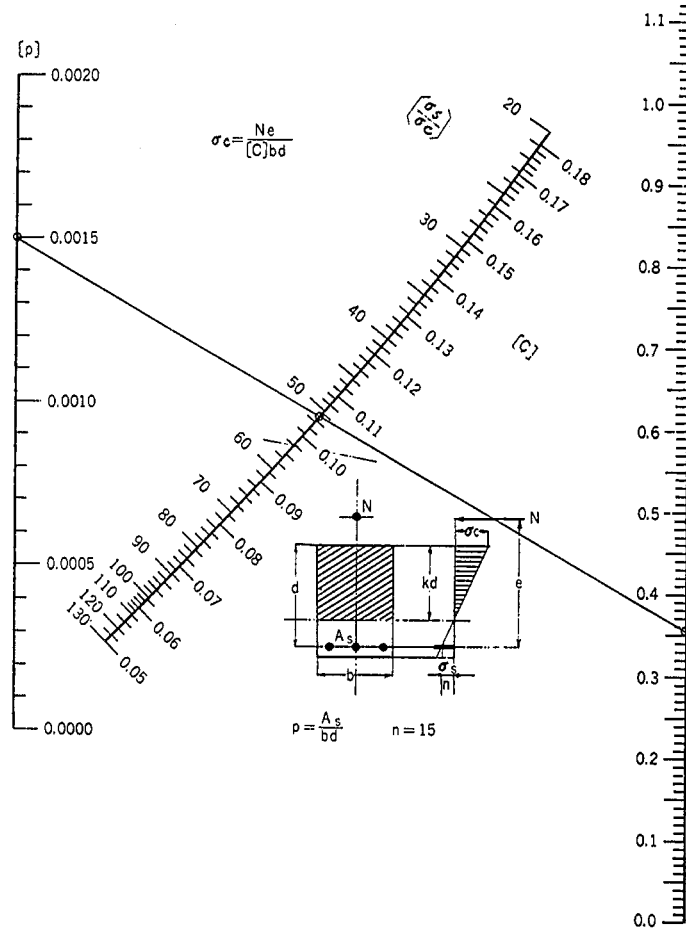
ノモグラム—30

MN-3 単鉄筋長方形断面
(応力計算) (1)



ノモグラム—31

MN-4 単鉄筋長方形断面 (応力計算) (2) $\left[\frac{d}{e}\right]$
(pの値小なるとき)



横 方 向 の 設 計 （ その 2 ）

- 各設計条件に対する部材厚，鉄筋径

2. 主鉄筋間隔……………125mm

[illegible]

(注) 1. 鉄筋中心より部材表面までの距離
側壁、頂板……………7cm
底板上部……………10cm

[illegible]

(注) 1. 鉄筋中心より部材表面までの距離
側壁、頂版……………7cm
底版下面……………10cm

— 151 —

土 か ぶ り

(注) 1. 鉄筋中心より部材表面までの距離 例、頂板……………70mm

底版下面..... 10 cm

或短下面..... 10 cm

[illegible]

(注) 1. 鉄筋中心より部材表面までの距離 例数, 頂版…………… 7cm
底版下固…………… 10cm

[illegible]

(注) 1. 鉄筋中心より部材表面までの距離
側壁、頂板……………7cm
底版下地……………10cm

—154—

土 か ぶ り

(注) 1. 鉄筋中心より部材表面までの距離 例数、頂版…………… 7cm
底版下地…………… 10cm

2. 主熱筋間傷……………125■

内 容 寸 法

B × H

部 材

土 か ぶ り

2 主 筋 筋 間 隔……………125mm

(注) 1. 鉄筋中心より配材位置までの距離 鋼筋、直筋……………7mm
配筋下座……………10mm

9.00 0.25 0.50 0.75 1.00 1.25 1.50 1.75 2.00 2.25 2.50 2.75 3.00 3.25 3.50 3.75 4.00 4.25 4.50 4.75 5.00 5.25 5.50 5.75 6.00 6.25 6.50 6.75 7.00 7.25 7.50 7.75 8.00 8.25 8.50 8.75 9.00 9.25 9.50 9.75 10.00

3.50 3.75

SIDE

UPPER

LOWER

3013 3016 3513 3516 3519 3522 3525 3528 3531 3534 3537 3540 3543 3546 3549 3552 3555 3558 3561 3564 3567 3570 3573 3576 3579 3582 3585 3588 3591 3594 3597 3600 3603 3606 3609 3612 3615 3618 3621 3624 3627 3630 3633 3636 3639 3642 3645 3648 3651 3654 3657 3660 3663 3666 3669 3672 3675 3678 3681 3684 3687 3690 3693 3696 3699 3702 3705 3708 3711 3714 3717 3720 3723 3726 3729 3732 3735 3738 3741 3744 3747 3750 3753 3756 3759 3762 3765 3768 3771 3774 3777 3780 3783 3786 3789 3792 3795 3798 3801 3804 3807 3810 3813 3816 3819 3822 3825 3828 3831 3834 3837 3840 3843 3846 3849 3852 3855 3858 3861 3864 3867 3870 3873 3876 3879 3882 3885 3888 3891 3894 3897 3900 3903 3906 3909 3912 3915 3918 3921 3924 3927 3930 3933 3936 3939 3942 3945 3948 3951 3954 3957 3960 3963 3966 3969 3972 3975 3978 3981 3984 3987 3990 3993 3996 3999 4002 4005 4008 4011 4014 4017 4020 4023 4026 4029 4032 4035 4038 4041 4044 4047 4050 4053 4056 4059 4062 4065 4068 4071 4074 4077 4080 4083 4086 4089 4092 4095 4098 4101 4104 4107 4110 4113 4116 4119 4122 4125 4128 4131 4134 4137 4140 4143 4146 4149 4152 4155 4158 4161 4164 4167 4170 4173 4176 4179 4182 4185 4188 4191 4194 4197 4200 4203 4206 4209 4212 4215 4218 4221 4224 4227 4230 4233 4236 4239 4242 4245 4248 4251 4254 4257 4260 4263 4266 4269 4272 4275 4278 4281 4284 4287 4290 4293 4296 4299 4302 4305 4308 4311 4314 4317 4320 4323 4326 4329 4332 4335 4338 4341 4344 4347 4350 4353 4356 4359 4362 4365 4368 4371 4374 4377 4380 4383 4386 4389 4392 4395 4398 4401 4404 4407 4410 4413 4416 4419 4422 4425 4428 4431 4434 4437 4440 4443 4446 4449 4452 4455 4458 4461 4464 4467 4470 4473 4476 4479 4482 4485 4488 4491 4494 4497 4500 4503 4506 4509 4512 4515 4518 4521 4524 4527 4530 4533 4536 4539 4542 4545 4548 4551 4554 4557 4560 4563 4566 4569 4572 4575 4578 4581 4584 4587 4590 4593 4596 4599 4602 4605 4608 4611 4614 4617 4620 4623 4626 4629 4632 4635 4638 4641 4644 4647 4650 4653 4656 4659 4662 4665 4668 4671 4674 4677 4680 4683 4686 4689 4692 4695 4698 4701 4704 4707 4710 4713 4716 4719 4722 4725 4728 4731 4734 4737 4740 4743 4746 4749 4752 4755 4758 4761 4764 4767 4770 4773 4776 4779 4782 4785 4788 4791 4794 4797 4800 4803 4806 4809 4812 4815 4818 4821 4824 4827 4830 4833 4836 4839 4842 4845 4848 4851 4854 4857 4860 4863 4866 4869 4872 4875 4878 4881 4884 4887 4890 4893 4896 4899 4902 4905 4908 4911 4914 4917 4920 4923 4926 4929 4932 4935 4938 4941 4944 4947 4950 4953 4956 4959 4962 4965 4968 4971 4974 4977 4980 4983 4986 4989 4992 4995 4998 5001 5004 5007 5010 5013 5016 5019 5022 5025 5028 5031 5034 5037 5040 5043 5046 5049 5052 5055 5058 5061 5064 5067 5070 5073 5076 5079 5082 5085 5088 5091 5094 5097 5100 5103 5106 5109 5112 5115 5118 5121 5124 5127 5130 5133 5136 5139 5142 5145 5148 5151 5154 5157 5160 5163 5166 5169 5172 5175 5178 5181 5184 5187 5190 5193 5196 5199 5202 5205 5208 5211 5214 5217 5220 5223 5226 5229 5232 5235 5238 5241 5244 5247 5250 5253 5256 5259 5262 5265 5268 5271 5274 5277 5280 5283 5286 5289 5292 5295 5298 5301 5304 5307 5310 5313 5316 5319 5322 5325 5328 5331 5334 5337 5340 5343 5346 5349 5352 5355 5358 5361 5364 5367 5370 5373 5376 5379 5382 5385 5388 5391 5394 5397 5400 5403 5406 5409 5412 5415 5418 5421 5424 5427 5430 5433 5436 5439 5442 5445 5448 5451 5454 5457 5460 5463 5466 5469 5472 5475 5478 5481 5484 5487 5490 5493 5496 5499 5502 5505 5508 5511 5514 5517 5520 5523 5526 5529 5532 5535 5538 5541 5544 5547 5550 5553 5556 5559 5562 5565 5568 5571 5574 5577 5580 5583 5586 5589 5592 5595 5598 5601 5604 5607 5610 5613 5616 5619 5622 5625 5628 5631 5634 5637 5640 5643 5646 5649 5652 5655 5658 5661 5664 5667 5670 5673 5676 5679 5682 5685 5688 5691 5694 5697 5700 5703 5706 5709 5712 5715 5718 5721 5724 5727 5730 5733 5736 5739 5742 5745 5748 5751 5754 5757 5760 5763 5766 5769 5772 5775 5778 5781 5784 5787 5790 5793 5796 5799 5802 5805 5808 5811 5814 5817 5820 5823 5826 5829 5832 5835 5838 5841 5844 5847 5850 5853 5856 5859 5862 5865 5868 5871 5874 5877 5880 5883 5886 5889 5892 5895 5898 5901 5904 5907 5910 5913 5916 5919 5922 5925 5928 5931 5934 5937 5940 5943 5946 5949 5952 5955 5958 5961 5964 5967 5970 5973 5976 5979 5982 5985 5988 5991 5994 5997 6000 6003 6006 6009 6012 6015 6018 6021 6024 6027 6030 6033 6036 6039 6042 6045 6048 6051 6054 6057 6060 6063 6066 6069 6072 6075 6078 6081 6084 6087 6090 6093 6096 6099 6102 6105 6108 6111 6114 6117 6120 6123 6126 6129 6132 6135 6138 6141 6144 6147 6150 6153 6156 6159 6162 6165 6168 6171 6174 6177 6180 6183 6186 6189 6192 6195 6198 6201 6204 6207 6210 6213 6216 6219 6222 6225 6228 6231 6234 6237 6240 6243 6246 6249 6252 6255 6258 6261 6264 6267 6270 6273 6276 6279 6282 6285 6288 6291 6294 6297 6300 6303 6306 6309 6312 6315 6318 6321 6324 6327 6330 6333 6336 6339 6342 6345 6348 6351 6354 6357 6360 6363 6366 6369 6372 6375 6378 6381 6384 6387 6390 6393 6396 6399 6402 6405 6408 6411 6414 6417 6420 6423 6426 6429 6432 6435 6438 6441 6444 6447 6450 6453 6456 6459 6462 6465 6468 6471 6474 6477 6480 6483 6486 6489 6492 6495 6498 6501 6504 6507 6510 6513 6516 6519 6522 6525 6528 6531 6534 6537 6540 6543 6546 6549 6552 6555 6558 6561 6564 6567 6570 6573 6576 6579 6582 6585 6588 6591 6594 6597 6600 6603 6606 6609 6612 6615 6618 6621 6624 6627 6630 6633 6636 6639 6642 6645 6648 6651 6654 6657 6660 6663 6666 6669 6672 6675 6678 6681 6684 6687 6690 6693 6696 6699 6702 6705 6708 6711 6714 6717 6720 6723 6726 6729 6732 6735 6738 6741 6744 6747 6750 6753 6756 6759 6762 6765 6768 6771 6774 6777 6780 6783 6786 6789 6792 6795 6798 6801 6804 6807 6810 6813 6816 6819 6822 6825 6828 6831 6834 6837 6840 6843 6846 6849 6852 6855 6858 6861 6864 6867 6870 6873 6876 6879 6882 6885 6888 6891 6894 6897 6900 6903 6906 6909 6912 6915 6918 6921 6924 6927 6930 6933 6936 6939 6942 6945 6948 6951 6954 6957 6960 6963 6966 6969 6972 6975 6978 6981 6984 6987 6990 6993 6996 6999 7002 7005 7008 7011 7014 7017 7020 7023 7026 7029 7032 7035 7038 7041 7044 7047 7050 7053 7056 7059 7062 7065 7068 7071 7074 7077 7080 7083 7086 7089 7092 7095 7098 7101 7104 7107 7110 7113 7116 7119 7122 7125 7128 7131 7134 7137 7140 7143 7146 7149 7152 7155 7158 7161 7164 7167 7170 7173 7176 7179 7182 7185 7188 7191 7194 7197 7200 7203 7206 7209 7212 7215 7218 7221 7224 7227 7230 7233 7236 7239 7242 7245 7248 7251 7254 7257 7260 7263 7266 7269 7272 7275 7278 7281 7284 7287 7290 7293 7296 7299 7302 7305 7308 7311 7314 7317 7320 7323 7326 7329 7332 7335 7338 7341 7344 7347 7350 7353 7356 7359 7362 7365 7368 7371 7374 7377 7380 7383 7386 7389 7392 7395 7398 7401 7404 7407 7410 7413 7416 7419 7422 7425 7428 7431 7434 7437 7440 7443 7446 7449 7452 7455 7458 7461 7464 7467 7470 7473 7476 7479 7482 7485 7488 7491 7494 7497 7500 7503 7506 7509 7512 7515 7518 7521 7524 7527 7530 7533 7536 7539 7542 7545 7548 7551 7554 7557 7560 7563 7566 7569 7572 7575 7578 7581 7584 7587 7590 7593 7596 7599 7602 7605 7608 7611 7614 7617 7620 7623 7626 7629 7632 7635 7638 7641 7644 7647 7650 7653 7656 7659 7662 7665 7668 7671 7674 7677 7680 7683 7686 7689 7692 7695 7698 7701 7704 7707 7710 7713 7716 7719 7722 7725 7728 7731 7734 7737 7740 7743 7746 7749 7752 7755 7758 7761 7764 7767 7770 7773 7776 7779 7782 7785 7788 7791 7794 7797 7800 7803 7806 7809 7812 7815 7818 7821 7824 7827 7830 7833 7836 7839 7842 7845 7848 7851 7854 7857 7860 7863 7866 7869 7872 7875 7878 7881 7884 7887 7890 7893 7896 7899 7902 7905 7908 7911 7914 7917 7920 7923 7926 7929 7932 7935 7938 7941 7944 7947 7950 7953 7956 7959 7962 7965 7968 7971 7974 7977 7980 7983 7986 7989 7992 7995 7998 8001 8004 8007 8010 8013 8016 8019 8022 8025 8028 8031 8034 8037 8040 8043 8046 8049 8052 8055 8058 8061 8064 8067 8070 8073 8076 8079 8082 8085 8088 8091 8094 8097 8100 8103 8106 8109 8112 8115 8118 8121 8124 8127 8130 8133 8136 8139 8142 8145 8148 8151 8154 8157 8160 8163 8166 8169 8172 8175 8178 8181 8184 8187 8190 8193 8196 8199 8202 8205 8208 8211 8214 8217 8220 8223 8226 8229 8232 8235 8238 8241 8244 8247 8250 8253 8256 8259 8262 8265 8268 8271 8274 8277 8280 8283 8286 8289 8292 8295 8298 8301 8304 8307 8310 8313 8316 8319 8322 8325 8328 8331 8334 8337 8340 8343 8346 8349 8352 8355 8358 8361 8364 8367 8370 8373 8376 8379 8382 8385 8388 8391 8394 8397 8400 8403 8406 8409 8412 8415 8418 8421 8424 8427 8430 8433 8436 8439 8442 8445 8448 8451 8454 8457 8460 8463 8466 8469 8472 8475 8478 8481 8484 8487 8490 8493 8496 8499 8502 8505 8508 8511 8514 8517 8520 8523 8526 8529 8532 8535 8538 8541 8544 8547 8550 8553 8556 8559 8562 8565 8568 8571 8574 8577 8580 8583 8586 8589 8592 8595 8598 8601 8604 8607 8610 8613 8616 8619 8622 8625 8628 8631 8634 8637 8640 8643 8646 8649 8652 8655 8658 8661 8664 8667 8670 8673 8676 8679 8682 8685 8688 8691 8694 8697 8700 8703 8706 8709 8712 8715 8718 8721 8724 8727 8730 8733 8736 8739 8742 8745 8748 8751 8754 8757 8760 8763 8766 8769 8772 8775 8778 8781 8784 8787 8790 8793 8796 8799 8802 8805 8808 8811 8814 8817 8820 8823 8826 8829 8832 8835 8838 8841 8844 8847 8850 8853 8856 8859 8862 8865 8868 8871 8874 8877 8880 8883 8886 8889 8892 8895 8898 8901 8904 8907 8910 8913 8916 8919 8922 8925 8928 8931 8934 8937 8940 8943 8946 8949 8952 8955 8958 8961 8964 8967 8970 8973 8976 8979 8982 8985 8988 8991 8994 8997 9000 9003 9006 9009 9012 9015 9018 9021 9024 9027 9030 9033 9036 9039 9042 9045 9048 9051 9054 9057 9060 9063 9066 9069 9072 9075 9078 9081 9084 9087 9090 9093 9096 9099 9102 9105 9108 9111 9114 9117 9120 9123 9126 9129 9132 9135 9138 9141 9144 9147 9150 9153 9156 9159 9162 9165 9168 9171 9174 9177 9180 9183 9186 9189 9192 9195 9198 9201 9204 9207 9210 9213 9216 9219 9222 9225 9228 9231 9234 9237 9240 9243 9246 9249 9252 9255 9258 9261 9264 9267 9270 9273 9276 9279 9282 9285 9288 9291 9294 9297 9300 9303 9306 9309 9312 9315 9318 9321 9324 9327 9330 9333 9336 9339 9342 9345 9348 9351 9354 9357 9360 9363 9366 9369 9372 9375 9378 9381 9384 9387 9390 9393 9396 9399 9402 9405 9408 9411 9414 9417 9420 9423 9426 9429 9432 9435 9438 9441 9444 9447 9450 9453 9456 9459 9462 9465 9468 9471 9474 9477 9480 9483 9486 9489 9492 9495 9498 9501 9504 9507 9510 9513 9516 9519 9522 9525 9528 9531 9534 9537 9540 9543 9546 9549 9552 9555 9558 9561 9564 9567 9570 9573 9576 9579 9582 9585 9588 9591 9594 9597 9600 9603 9606 9609 9612 9615 9618 9621 9624 9627 9630 9633 9636 9639 9642 9645 9648 9651 9654 9657 9660 9663 9666 9669 9672 9675 9678 9681 9684 9687 9690 9693 9696 9699 9702 9705 9708 9711 9714 9717 9720 9723 9726 9729 9732 9735 9738 9741 9744 9747 9750 9753 9756 9759 9762 9765 9768 9771 9774 9777 9780 9783 9786 9789 9792 9795 9798 9801 9804 9807 9810 9813 9816 9819 9822 9825 9828 9831 9834 9837 9840 9843 9846 9849 9852 9855 9858 9861 9864 9867 9870 9873 9876 9879 9882 9885 9888 9891 9894 9897 9900 9903 9906 9909 9912 9915 9918 9921 9924 9927 9930 9933 9936 9939 9942 9945 9948 9951 9954 9957 9960 9963 9966 9969 9972 9975 9978 9981 9984 9987 9990 9993 9996 9999 10002 10005 10008 10011 10014 10017 10020 10023 10026 10029 10032 10035 10038 10041 10044 10047 10050 10053 10056 10059 10062 10065 10068 10071 10074 10077 10080 10083 10086 10089 10092 10095 10098 10101 10104 10107 10110 10113 10116 10119 10122 10125 10128 10131 10134 10137 10140 10143 10146 10149 10152 10155 10158 10161 10164 10167 10170 10173 10176 10179 10182 10185 10188 10191 10194 10197 10200 10203 10206 10209 10212 10215 10218 10221 10224 10227 10230 10233 10236 10239 10242 10245 10248 10251 10254 10257 10260 10263 10266 10269 10272 10275 10278 10281 10284 10287 10290 10293 10296 10299 10302 10305 10308 10311 10314 10317 10320 10323 10326 10329 10332 10335 10338 10341 10344 10347 10350 10353 10356 10359 10362 10365 10368 10371 10374 10377 10380 10383 10386 10389 10392 10395 10398 10401 10404 10407 10410 10413 10416 10419 10422 10425 10428 10431 10434 10437 10440 10443 10446 10449 10452 10455 10458 10461 10464 10467 10470 10473 10476 10479 10482 10485 10488 10491 10494 10497 10500 10503 10506 10509 10512 10515 10518 10521 10524 10527 10530 10533 10536 10539 10542 10545 10548 10551 10554 10557 10560 10563 10566 10569 10572 10575 10578 10581 10584 10587 10590 10593 10596 10599 1

(注) 1. 鉄熱中心より部材表面までの距離 側壁、頂板……………7cm
底板下面……………10cm

—156—

土 か ぶ り

(注) 1. 鉄筋中心より配筋位置までの距離 側壁、頂壁..... 7cm
底壁下底..... 10cm

2. 主鉄筋間隔..... 125mm

内空寸法		部		土 か ぶ り																																																主 鉄 筋 間 隔.....125mm												底 層 下 面.....10cm	
B × H		材																																																															

(注) 1. 鉄筋中心より部材表面までの距離 側壁, 頂板…………… 7cm
底版下面…………… 10cm

内寸寸法			部 材		土 か ぶ り		(注) 1. 鉄筋中心より断面表までの距離 例型、頂面……………7cm 底面下出……………10cm	
B × H	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
4.50	2.75	SIDE	303	303	303	351	351	351
		UPPER	351	351	351	351	351	351
		LOWER	351	351	351	351	351	351
4.50	3.00	SIDE	303	303	303	351	351	351
		UPPER	351	351	351	351	351	351
		LOWER	351	351	351	351	351	351
4.50	3.25	SIDE	303	303	303	351	351	351
		UPPER	351	351	351	351	351	351
		LOWER	351	351	351	351	351	351
4.50	3.50	SIDE	303	303	303	351	351	351
		UPPER	351	351	351	351	351	351
		LOWER	351	351	351	351	351	351
4.50	3.75	SIDE	303	303	303	351	351	351
		UPPER	351	351	351	351	351	351
		LOWER	351	351	351	351	351	351
4.50	4.00	SIDE	303	303	303	351	351	351
		UPPER	351	351	351	351	351	351
		LOWER	351	351	351	351	351	351
4.50	4.25	SIDE	303	303	303	351	351	351
		UPPER	351	351	351	351	351	351
		LOWER	351	351	351	351	351	351
4.50	4.50	SIDE	303	303	303	351	351	351
		UPPER	351	351	351	351	351	351
		LOWER	351	351	351	351	351	351
4.50	4.75	SIDE	303	303	303	351	351	351
		UPPER	351	351	351	351	351	351
		LOWER	351	351	351	351	351	351
4.50	5.00	SIDE	303	303	303	351	351	351
		UPPER	351	351	351	351	351	351
		LOWER	351	351	351	351	351	351
4.75	2.50	SIDE	303	303	303	351	351	351
		UPPER	351	351	351	351	351	351
		LOWER	351	351	351	351	351	351
4.75	2.75	SIDE	303	303	303	351	351	351
		UPPER	351	351	351	351	351	351
		LOWER	351	351	351	351	351	351
4.75	3.00	SIDE	303	303	303	351	351	351
		UPPER	351	351	351	351	351	351
		LOWER	351	351	351	351	351	351
4.75	3.25	SIDE	303	303	303	351	351	351
		UPPER	351	351	351	351	351	351
		LOWER	351	351	351	351	351	351
4.75	3.50	SIDE	303	303	303	351	351	351
		UPPER	351	351	351	351	351	351
		LOWER	351	351	351	351	351	351

土 か ぶ り

(注) 1. 熊野中心上川部村奥尾津の距離 約 800 米

086 871 73 18

2. 主熱熱間隔……………125mm

内空寸法 B×H			土 か ぶ り			2. 定数系間隔.....125mm			(注) 1. 断面中心より部材数までの距離 例: 側壁, 頂面.....7cm			底面下面.....10cm																																						
部 材			0.00 0.25 0.50 0.75 1.00 1.25 1.50 1.75 2.00 2.25 2.50 2.75 3.00 3.25 3.50 3.75 4.00 4.25 4.50 4.75 5.00 5.25 5.50 5.75 6.00 6.25 6.50 6.75 7.00 7.25 7.50 7.75 8.00 8.25 8.50 8.75 9.00 9.25 9.50 9.75 10.00																																															
4.75 3.75	SIDE	30	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110
	UPPER	35	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110
	LOWER	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110			
4.75 4.00	SIDE	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110	
	UPPER	35	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110
	LOWER	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110			
4.75 4.25	SIDE	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110	
	UPPER	35	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110
	LOWER	40	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110			
4.75 4.50	SIDE	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110	
	UPPER	35	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110
	LOWER	40	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110			
4.75 4.75	SIDE	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110	
	UPPER	35	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110
	LOWER	40	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110			
4.75 5.00	SIDE	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110				
	UPPER	35	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110
	LOWER	40	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110			
5.00 2.50	SIDE	30	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110
	UPPER	35	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110
	LOWER	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110			
5.00 2.75	SIDE	30	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110
	UPPER	35	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110
	LOWER	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110			
5.00 3.00	SIDE	30	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110
	UPPER	35	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110
	LOWER	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110			
5.00 3.25	SIDE	30	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110
	UPPER	35	35	35	35	40	40	40	45	45	45	50	50	50	55	55	55	60	60	60	65	65	65	70	70	70	75	75	75	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110	110
	LOWER	40	40	40	40</																																													

[illegible]

(注) 1. 鉄筋中心より部材表面までの距離 側壁、頂面……………7cm
底面下面……………10cm

(注) 1. 表層中心より部材表面までの距離 側壁、頂面.....7cm 底面下面.....10cm

2. 遮蔽期間.....125mm

内空寸法 B×H	部 材	土 か ぶ り																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
-------------	--------	---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

内空寸法 B × H		部 材		土 か ぶ り		(注) 1. 鉄筋中心より部材表面までの距離 例型, 頂面..... 7cm 底面下置..... 10cm		2. 土 鉄筋間隔..... 125mm		0.00 0.25 0.50 0.75 1.00 1.25 1.50 1.75 2.00 2.25 2.50 2.75 3.00 3.25 3.50 3.75 4.00 4.25 4.50 4.75 5.00 5.25 5.50 5.75 6.00 6.25 6.50 6.75 7.00 7.25 7.50 7.75 8.00 8.25 8.50 8.75 9.00 9.25 9.50 9.75 10.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
5.75	5.00	SIDE	4013	4013	4513	5013	5513	6013	6513	7013	7513	8013	8513	9013	9513	10013	10513	11013	11513	12013	12513	13013	13513	14013	14513	15013	15513	16013	16513	17013	17513	18013	18513	19013	19513	20013	20513	21013	21513	22013	22513	23013	23513	24013	24513	25013	25513	26013	26513	27013	27513	28013	28513	29013	29513	30013	30513	31013	31513	32013	32513	33013	33513	34013	34513	35013	35513	36013	36513	37013	37513	38013	38513	39013	39513	40013	40513	41013	41513	42013	42513	43013	43513	44013	44513	45013	45513	46013	46513	47013	47513	48013	48513	49013	49513	50013	50513	51013	51513	52013	52513	53013	53513	54013	54513	55013	55513	56013	56513	57013	57513	58013	58513	59013	59513	60013	60513	61013	61513	62013	62513	63013	63513	64013	64513	65013	65513	66013	66513	67013	67513	68013	68513	69013	69513	70013	70513	71013	71513	72013	72513	73013	73513	74013	74513	75013	75513	76013	76513	77013	77513	78013	78513	79013	79513	80013	80513	81013	81513	82013	82513	83013	83513	84013	84513	85013	85513	86013	86513	87013	87513	88013	88513	89013	89513	90013	90513	91013	91513	92013	92513	93013	93513	94013	94513	95013	95513	96013	96513	97013	97513	98013	98513	99013	99513	100013	100513	101013	101513	102013	102513	103013	103513	104013	104513	105013	105513	106013	106513	107013	107513	108013	108513	109013	109513	110013	110513	111013	111513	112013	112513	113013	113513	114013	114513	115013	115513	116013	116513	117013	117513	118013	118513	119013	119513	120013	120513	121013	121513	122013	122513	123013	123513	124013	124513	125013	125513	126013	126513	127013	127513	128013	128513	129013	129513	130013	130513	131013	131513	132013	132513	133013	133513	134013	134513	135013	135513	136013	136513	137013	137513	138013	138513	139013	139513	140013	140513	141013	141513	142013	142513	143013	143513	144013	144513	145013	145513	146013	146513	147013	147513	148013	148513	149013	149513	150013	150513	151013	151513	152013	152513	153013	153513	154013	154513	155013	155513	156013	156513	157013	157513	158013	158513	159013	159513	160013	160513	161013	161513	162013	162513	163013	163513	164013	164513	165013	165513	166013	166513	167013	167513	168013	168513	169013	169513	170013	170513	171013	171513	172013	172513	173013	173513	174013	174513	175013	175513	176013	176513	177013	177513	178013	178513	179013	179513	180013	180513	181013	181513	182013	182513	183013	183513	184013	184513	185013	185513	186013	186513	187013	187513	188013	188513	189013	189513	190013	190513	191013	191513	192013	192513	193013	193513	194013	194513	195013	195513	196013	196513	197013	197513	198013	198513	199013	199513	200013	200513	201013	201513	202013	202513	203013	203513	204013	204513	205013	205513	206013	206513	207013	207513	208013	208513	209013	209513	210013	210513	211013	211513	212013	212513	213013	213513	214013	214513	215013	215513	216013	216513	217013	217513	218013	218513	219013	219513	220013	220513	221013	221513	222013	222513	223013	223513	224013	224513	225013	225513	226013	226513	227013	227513	228013	228513	229013	229513	230013	230513	231013	231513	232013	232513	233013	233513	234013	234513	235013	235513	236013	236513	237013	237513	238013	238513	239013	239513	240013	240513	241013	241513	242013	242513	243013	243513	244013	244513	245013	245513	246013	246513	247013	247513	248013	248513	249013	249513	250013	250513	251013	251513	252013	252513	253013	253513	254013	254513	255013	255513	256013	256513	257013	257513	258013	258513	259013	259513	260013	260513	261013	261513	262013	262513	263013	263513	264013	264513	265013	265513	266013	266513	267013	267513	268013	268513	269013	269513	270013	270513	271013	271513	272013	272513	273013	273513	274013	274513	275013	275513	276013	276513	277013	277513	278013	278513	279013	279513	280013	280513	281013	281513	282013	282513	283013	283513	284013	284513	285013	285513	286013	286513	287013	287513	288013	288513	289013	289513	290013	290513	291013	291513	292013	292513	293013	293513	294013	294513	295013	295513	296013	296513	297013	297513	298013	298513	299013	299513	300013	300513	301013	301513	302013	302513	303013	303513	304013	304513	305013	305513	306013	306513	307013	307513	308013	308513	309013	309513	310013	310513	311013	311513	312013	312513	313013	313513	314013	314513	315013	315513	316013	316513	317013	317513	318013	318513	319013	319513	320013	320513	321013	321513	322013	322513	323013	323513	324013	324513	325013	325513	326013	326513	327013	327513	328013	328513	329013	329513	330013	330513	331013	331513	332013	332513	333013	333513	334013	334513	335013	335513	336013	336513	337013	337513	338013	338513	339013	339513	340013	340513	341013	341513	342013	342513	343013	343513	344013	344513	345013	345513	346013	346513	347013	347513	348013	348513	349013	349513	350013	350513	351013	351513	352013	352513	353013	353513	354013	354513	355013	355513	356013	356513	357013	357513	358013	358513	359013	359513	360013	360513	361013	361513	362013	362513	363013	363513	364013	364513	365013	365513	366013	366513	367013	367513	368013	368513	369013	369513	370013	370513	371013	371513	372013	372513	373013	373513	374013	374513	375013	375513	376013	376513	377013	377513	378013	378513	379013	379513	380013	380513	381013	381513	382013	382513	383013	383513	384013	384513	385013	385513	386013	386513	387013	387513	388013	388513	389013	389513	390013	390513	391013	391513	392013	392513	393013	393513	394013	394513	395013	395513	396013	396513	397013	397513	398013	398513	399013	399513	400013	400513	401013	401513	402013	402513	403013	403513	404013	404513	405013	405513	406013	406513	407013	407513	408013	408513	409013	409513	410013	410513	411013	411513	412013	412513	413013	413513	414013	414513	415013	415513	416013	416513	417013	417513	418013	418513	419013	419513	420013	420513	421013	421513	422013	422513	423013	423513	424013	424513	425013	425513	426013	426513	427013	427513	428013	428513	429013	429513	430013	430513	431013	431513	432013	432513	433013	433513	434013	434513	435013	435513	436013	436513	437013	437513	438013	438513	439013	439513	440013	440513	441013	441513	442013	442513	443013	443513	444013	444513	445013	445513	446013	446513	447013	447513	448013	448513	449013	449513	450013	450513	451013	451513	452013	452513	453013	453513	454013	454513	455013	455513	456013	456513	457013	457513	458013	458513	459013	459513	460013	460513	461013	461513	462013	462513	463013	463513	464013	464513	465013	465513	466013	466513	467013	467513	468013	468513	469013	469513	470013	470513	471013	471513	472013	472513	473013	473513	474013	474513	475013	475513	476013	476513	477013	477513	478013	478513	479013	479513	480013	480513	481013	481513	482013	482513	483013	483513	484013	484513	485013	485513	486013	486513	487013	487513	488013	488513	489013	489513	490013	490513	491013	491513	492013	492513	493013	493513	494013	494513	495013	495513	496013	496513	497013	497513	498013	498513	499013	499513	500013	500513	501013	501513	502013	502513	503013	503513	504013	504513	505013	505513	506013	506513	507013	507513	508013	508513	509013	509513	510013	510513	511013	511513	512013	512513	513013	513513	514013	514513	515013	515513	516013	516513	517013	517513	518013	518513	519013	519513	520013	520513	521013	521513	522013	522513	523013	523513	524013	524513	525013	525513	526013	526513	527013	527513	528013	528513	529013	529513	530013	530513	531013	531513	532013	532513	533013	533513	534013	534513	535013	535513	536013	536513	537013	537513	538013	538513	539013	539513	540013	540513	541013	541513	542013	542513	543013	543513	544013	544513	545013	545513	546013	546513	547013	547513	548013	548513	549013	549513	550013	550513	551013

(注) 1. 鉄筋中心より部材表面までの距離 側壁、頂板……………7cm
底版下壁……………10cm

内空寸法 B×H			土 か ぶ り			(注) 1 鉄筋中心より部材表面までの距離 2 主筋間隔mm			例 梁、頂梁……………7mm 底層下地……………10mm																									
部 材			0.00 0.25 0.50 0.75 1.00 1.25 1.50 1.75 2.00 2.25 2.50 2.75 3.00 3.25 3.50 3.75 4.00 4.25 4.50 4.75 5.00 5.25 5.50 5.75 6.00 6.25 6.50 6.75 7.00 7.25 7.50 7.75 8.00			125mm																												
6.75	4.50	SIDE	40	50	50	55	55	60	60	65	70	75	80	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180
		UPPER	40	45	45	50	50	55	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180
		LOWER	45	50	55	55	60	65	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190
6.75	4.75	SIDE	40	50	50	55	55	60	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	
		UPPER	40	45	45	50	50	55	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180
		LOWER	45	50	55	55	60	65	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190
6.75	5.00	SIDE	40	50	50	55	55	60	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	
		UPPER	40	45	45	50	50	55	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180
		LOWER	45	50	55	55	60	65	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190
7.00	3.50	SIDE	40	50	50	55	55	60	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	
		UPPER	40	45	45	50	50	55	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180
		LOWER	45	50	55	55	60	65	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190
7.00	3.75	SIDE	40	50	50	55	55	60	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	
		UPPER	40	45	45	50	50	55	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180
		LOWER	45	50	55	55	60	65	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190
7.00	4.00	SIDE	40	50	50	55	55	60	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	
		UPPER	40	45	45	50	50	55	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180
		LOWER	45	50	55	55	60	65	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190
7.00	4.25	SIDE	40	50	50	55	55	60	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	
		UPPER	40	45	45	50	50	55	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180
		LOWER	45	50	55	55	60	65	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190
7.00	4.50	SIDE	40	50	50	55	55	60	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	
		UPPER	40	45	45	50	50	55	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180
		LOWER	45	50	55	55	60	65	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190
7.00	4.75	SIDE	50	60	60	65	65	70	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	
		UPPER	45	55	55	60	60	65	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190
		LOWER	55	65	65	70	70	75	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190		
7.00	5.00	SIDE	50	60	60	65	65	70	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	
		UPPER	45	55	55	60	60	65	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190
		LOWER	55	65	65	70	70	75	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190		
7.25	3.75	SIDE	45	50	50	55	55	60	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	
		UPPER	45	45	45	50	50	55	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180
		LOWER	55	55	55	60	60	65	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190
7.25	4.00	SIDE	50	60	60	65	65	70	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	
		UPPER	45	45	45	50	50	55	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180
		LOWER	55	55	55	60	60	65	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190
7.25	4.25	SIDE	50	60	60	65	65	70	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	
		UPPER	45	45	45	50	50	55	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180
		LOWER	55	55	55	60	60	65	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190
7.25	4.50	SIDE	50	60	60	65	65	70	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	
		UPPER	45	45	45	50	50	55	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180

2. 主鉄筋間隔……………125mm

(注) 1. 敷設中心より材料数までの距離 単位: 長さ下底.....10cm

2 土 敷 用 隔 断.....125mm

土 か ぶ り

内寸寸法 B×H	部 材	0.00 0.25 0.50 0.75 1.00 1.25 1.50 1.75 2.00 2.25 2.50 2.75 3.00 3.25 3.50 3.75 4.00 4.25 4.50 4.75 5.00 5.25 5.50 5.75 6.00 6.25 6.50 6.75 7.00																												
7.25	5.00	SIDE	55	55	55	60	60	65	65	70	75	80	80	80	85	85	90	90	95	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		UPPER	45	45	50	50	55	55	60	65	65	70	75	75	80	80	85	85	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		LOWER	55	55	60	65	65	70	75	75	80	80	80	85	85	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7.50	3.75	SIDE	50	55	55	60	60	65	65	70	70	70	75	75	80	80	85	85	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		UPPER	45	45	50	55	55	60	60	60	60	65	65	70	70	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100
		LOWER	50	55	55	60	60	65	65	70	70	70	75	75	80	80	85	85	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7.50	4.00	SIDE	50	55	55	60	60	65	65	70	75	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		UPPER	45	50	50	55	55	60	60	65	65	70	70	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100
		LOWER	55	55	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7.50	4.25	SIDE	50	55	55	60	60	65	65	70	75	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		UPPER	45	50	50	55	55	60	60	65	65	70	70	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100
		LOWER	55	55	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7.50	4.50	SIDE	50	55	55	60	60	65	65	70	75	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		UPPER	45	50	50	55	55	60	60	65	65	70	70	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100
		LOWER	55	55	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80	85	85	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7.50	4.75	SIDE	55	55	60	60	65	65	70	75	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		UPPER	45	50	50	55	55	60	60	65	65	70	70	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100
		LOWER	55	55	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7.50	5.00	SIDE	55	55	60	60	65	65	70	75	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		UPPER	45	50	50	55	55	60	60	65	65	70	70	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100
		LOWER	60	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80	85	85	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7.75	4.00	SIDE	50	55	60	60	65	65	70	75	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		UPPER	45	50	50	55	55	60	60	65	65	70	70	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100
		LOWER	55	55	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80	85	85	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7.75	4.25	SIDE	50	55	60	60	65	65	70	75	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		UPPER	45	50	50	55	55	60	60	65	65	70	70	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100
		LOWER	55	55	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80	85	85	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7.75	4.50	SIDE	55	55	60	60	65	65	70	75	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		UPPER	45	50	50	55	55	60	60	65	65	70	70	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100
		LOWER	55	55	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80	85	85	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7.75	4.75	SIDE	55	55	60	60	65	65	70	75	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		UPPER	45	50	50	55	55	60	60	65	65	70	70	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100
		LOWER	60	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80	85	85	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7.75	5.00	SIDE	55	55	60	60	65	65	70	75	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		UPPER	45	50	50	55	55	60	60	65	65	70	70	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100
		LOWER	60	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80	85	85	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
8.00	4.00	SIDE	50	55	60	60	65	65	70	75	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		UPPER	45	50	50	55	55	60	60	65	65	70	70	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100
		LOWER	55	55	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80	85	85	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
8.00	4.25	SIDE	55	55	60	60	65	65	70	75	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		UPPER	45	45	50	50	55	55	60	60	60	60	65	65	70	70	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100
		LOWER	55	55	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80	85	85	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
8.00	4.50	SIDE	55	55	60	60	65	65	70	75	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		UPPER	45	50	50	55	55	60	60	65	65	70	70	75	75	80	80	85	85	90	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100
		LOWER	60	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80	85	85	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

内空寸法 B × H		部 材	土 か ぶ り																																	(注) 1. 鉄筋中心より部材表面までの距離 例値、頂面……………7mm 底面下面……………10mm	
			2. 主鉄筋間隔……………125mm																																		
			0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00	5.25	5.50	5.75	6.00	6.25	6.50	6.75	7.00						
0.00	4.75	SIDE	551	551	551	601	651	701	701	751	751	801	801	851	851	901	901	951		951	1001		1051	1051		1051	1051		1101	1101							
		UPPER	451	501	501	501	551	601	601	651	651	701	701	751	751	801	801	851	901	951		951	1001		1051	1051		1101	1101		1151	1151					
		LOWER	601	601	601	601	651	701	701	751	751	801	801	851	851	901	901	951	1001	1051		1101	1151		1201	1251		1301	1351		1401	1401					
0.00	5.00	SIDE	551	601	601	601	651	651	701	701	751	801	801	851	851	901	901	951		1001	1001		1051	1051		1101	1101	1101		1101							
		UPPER	451	501	501	501	551	601	601	651	651	701	701	751	751	801	801	851	901	951		951	1001		1051	1051		1101	1101		1151	1151					
		LOWER	601	601	601	601	651	701	701	751	751	801	801	851	851	901	901	951	1001	1051		1101	1151		1201	1251	1301		1351	1351		1401	1401				

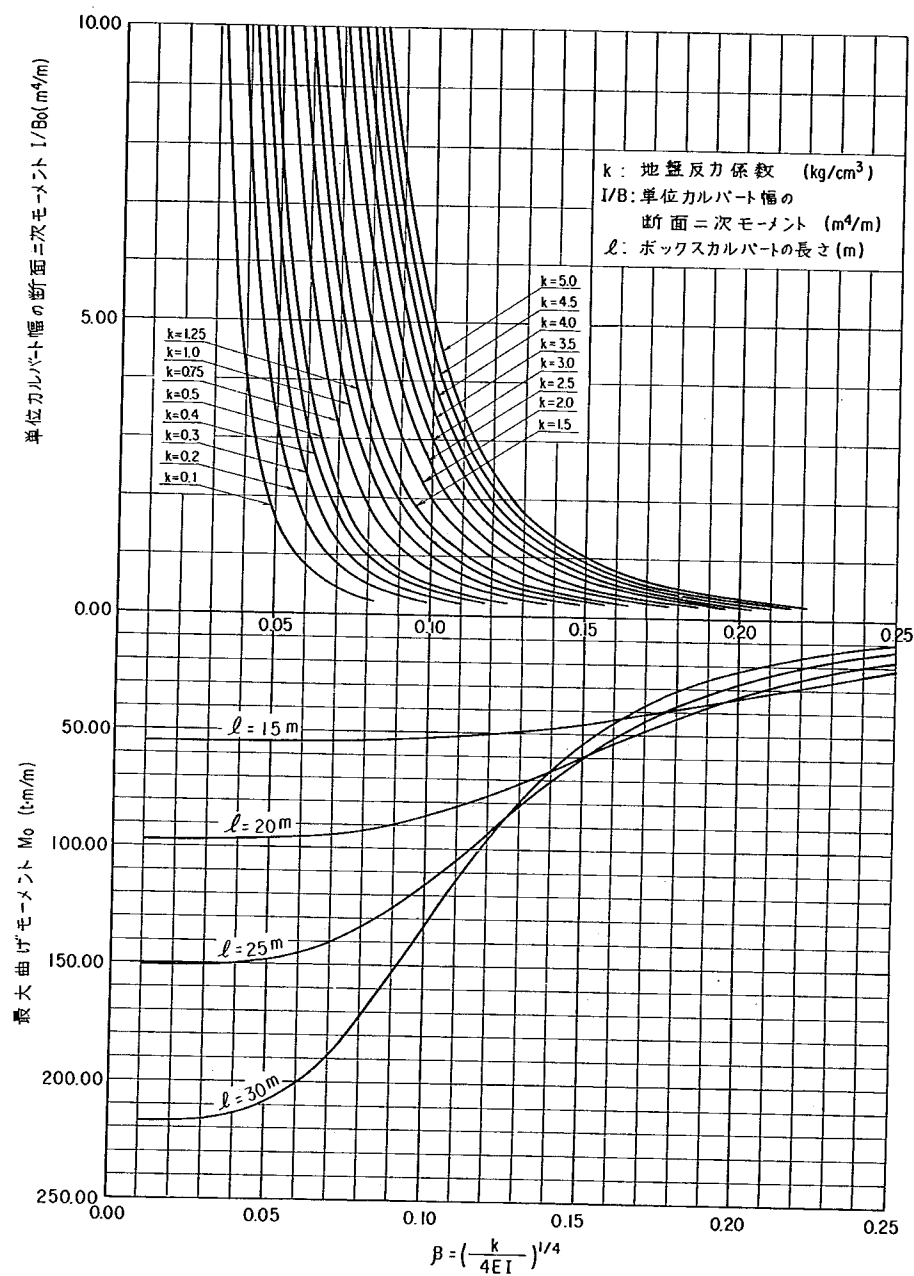
(注) 1. 鉄筋中心より部材表面までの距離 側壁、柱間..... 7cm
底層下壁..... 10cm
2. 土鉄筋間隔..... 125mm

縦 方 向 の 設 計

- 最大曲げモーメント算定ノモグラム……ノモグラム 3 2 ~ 3 3
- 天端中心の移動による曲げモーメントの補正係数算定ノモグラム
……ノモグラム- 3 4
- 端部集中曲げモーメントによる各着目点の曲げモーメントの
影響係数算定ノモグラム ……ノモグラム- 3 5
- 必要鉄筋量算定ノモグラム ……ノモグラム- 3 6

$I/B_0 \rightarrow k \rightarrow \beta \rightarrow \ell \rightarrow M_0$ の関係

($I/B_0 \rightarrow k : I/B_0 < 10 \text{ m}^4/\text{m}$ の場合)

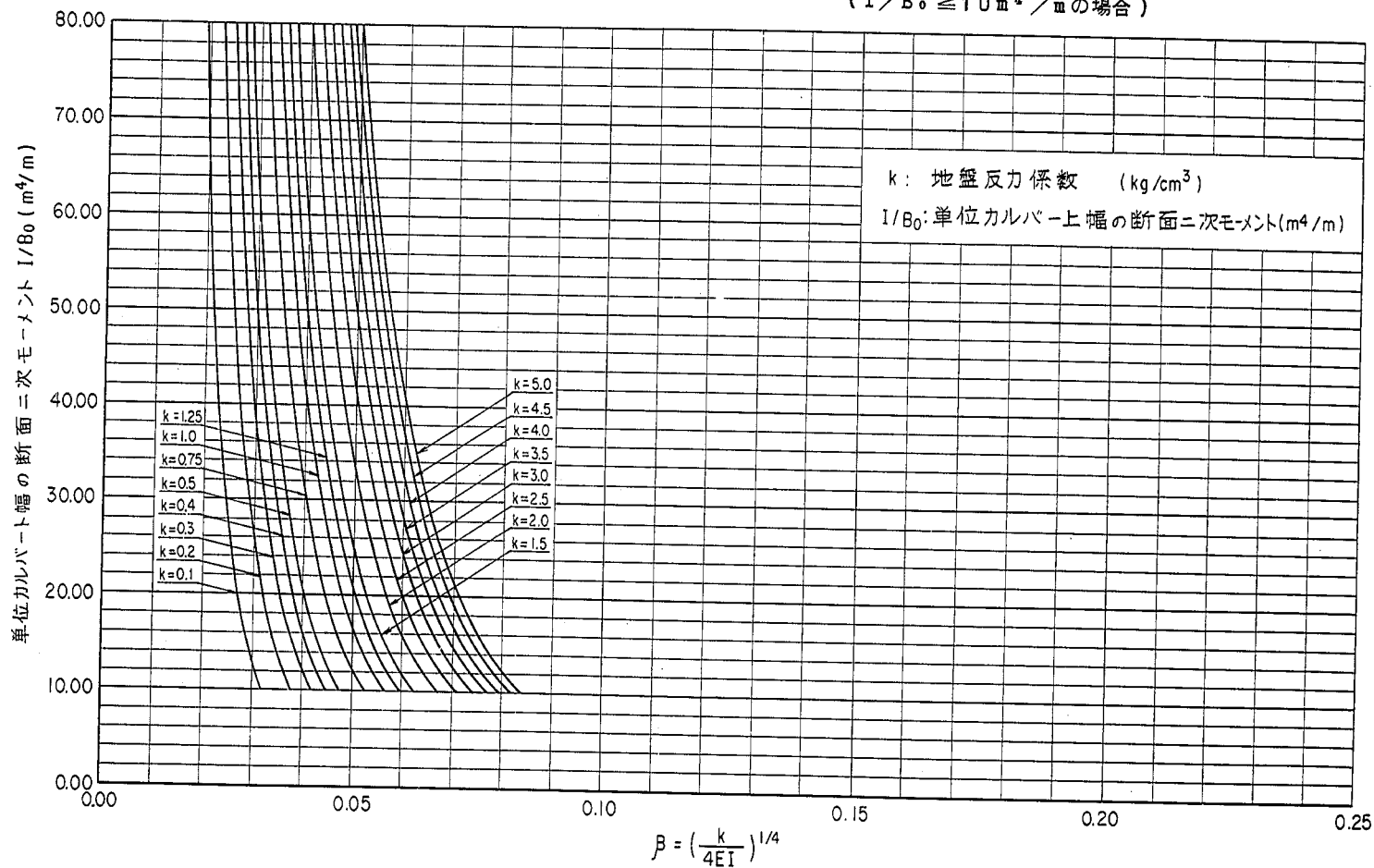


$I/B_0 \rightarrow k \rightarrow \beta$ の関係

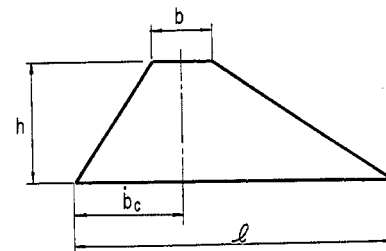
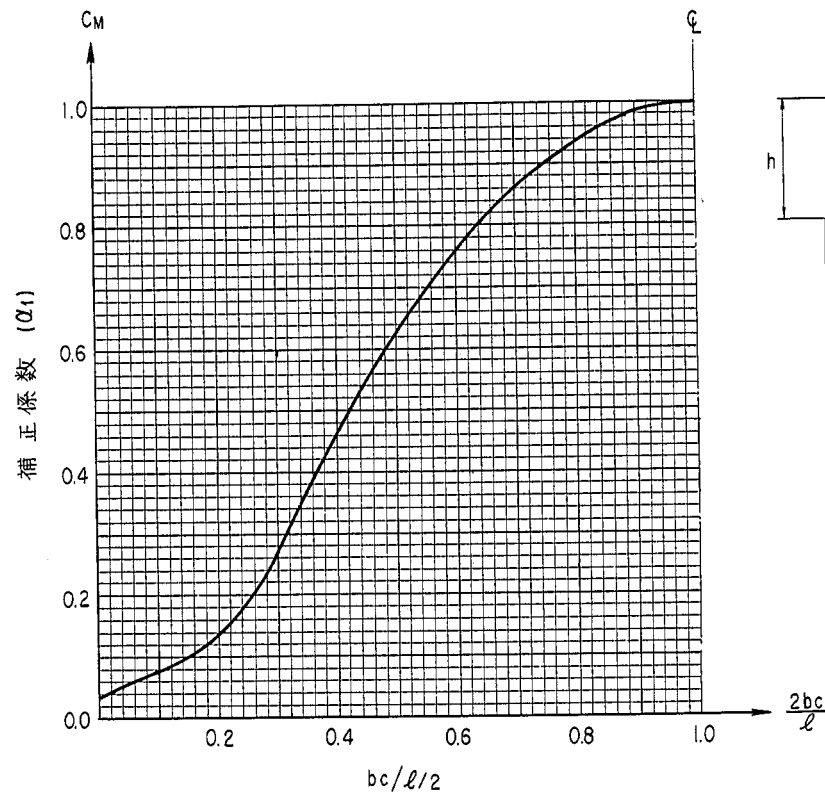
($I/B_0 \geq 10 \text{ m}^4/\text{m}$ の場合)

k : 地盤反力係数 (kg/cm^3)

I/B_0 : 単位カルバー上幅の断面二次モーメント (m^4/m)



天端中心の移動による曲げモーメントの補正係数

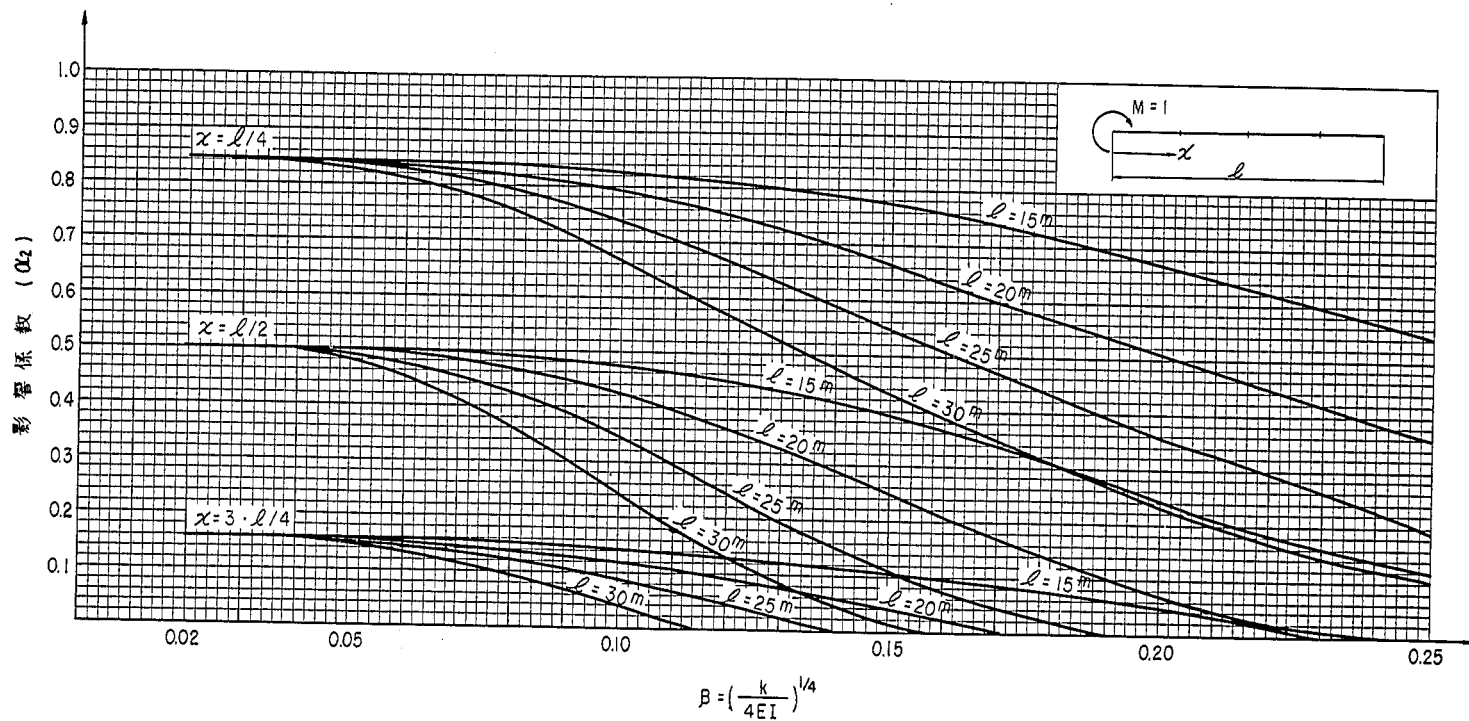


b : カルバートの天端巾

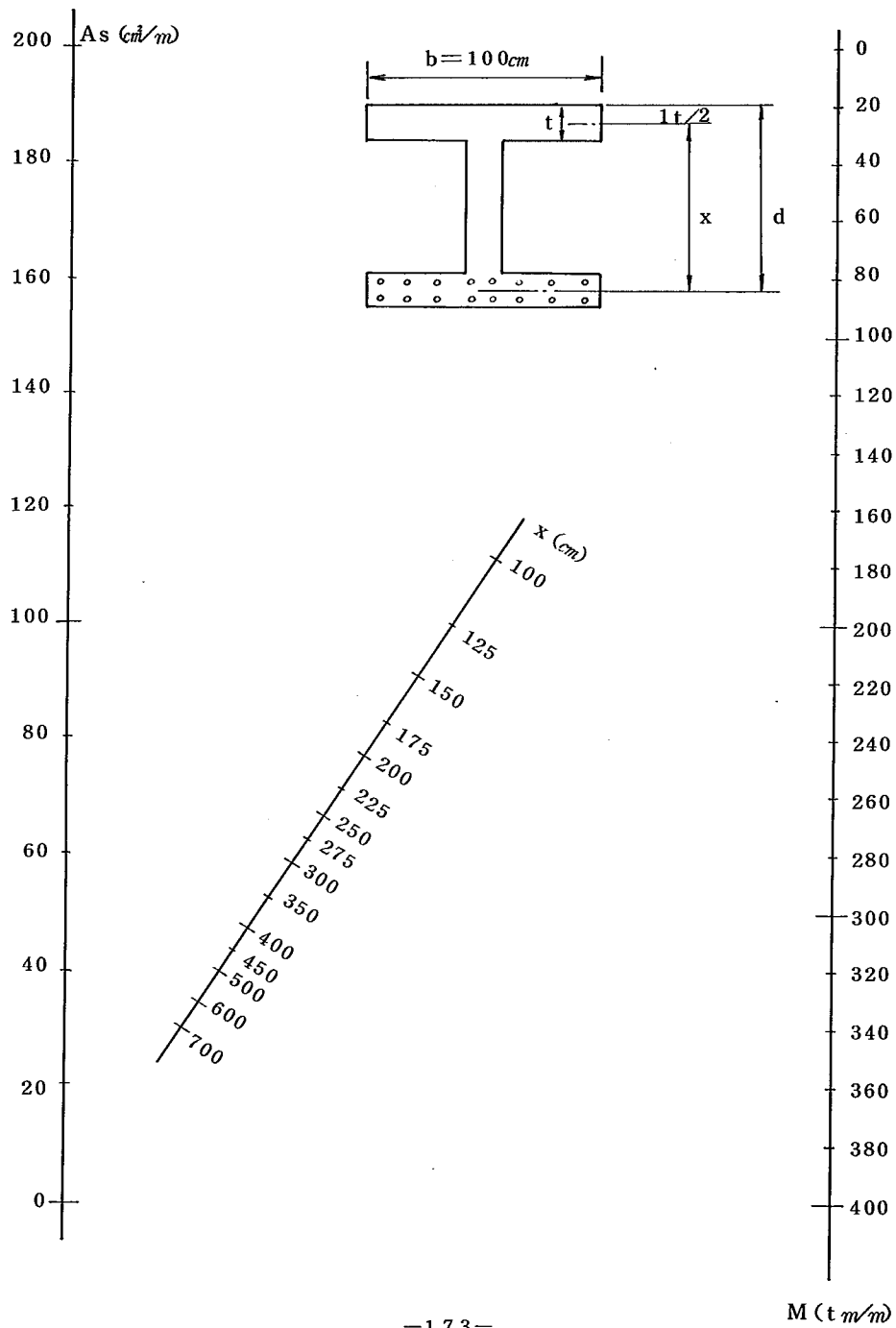
h : 土かぶり高

bc : カルバート左端から
天端幅中心迄の距離

端部単位集中曲げモーメントによる各着目点の曲げモーメントの影響係数



ノモグラム-36 必要鉄筋量

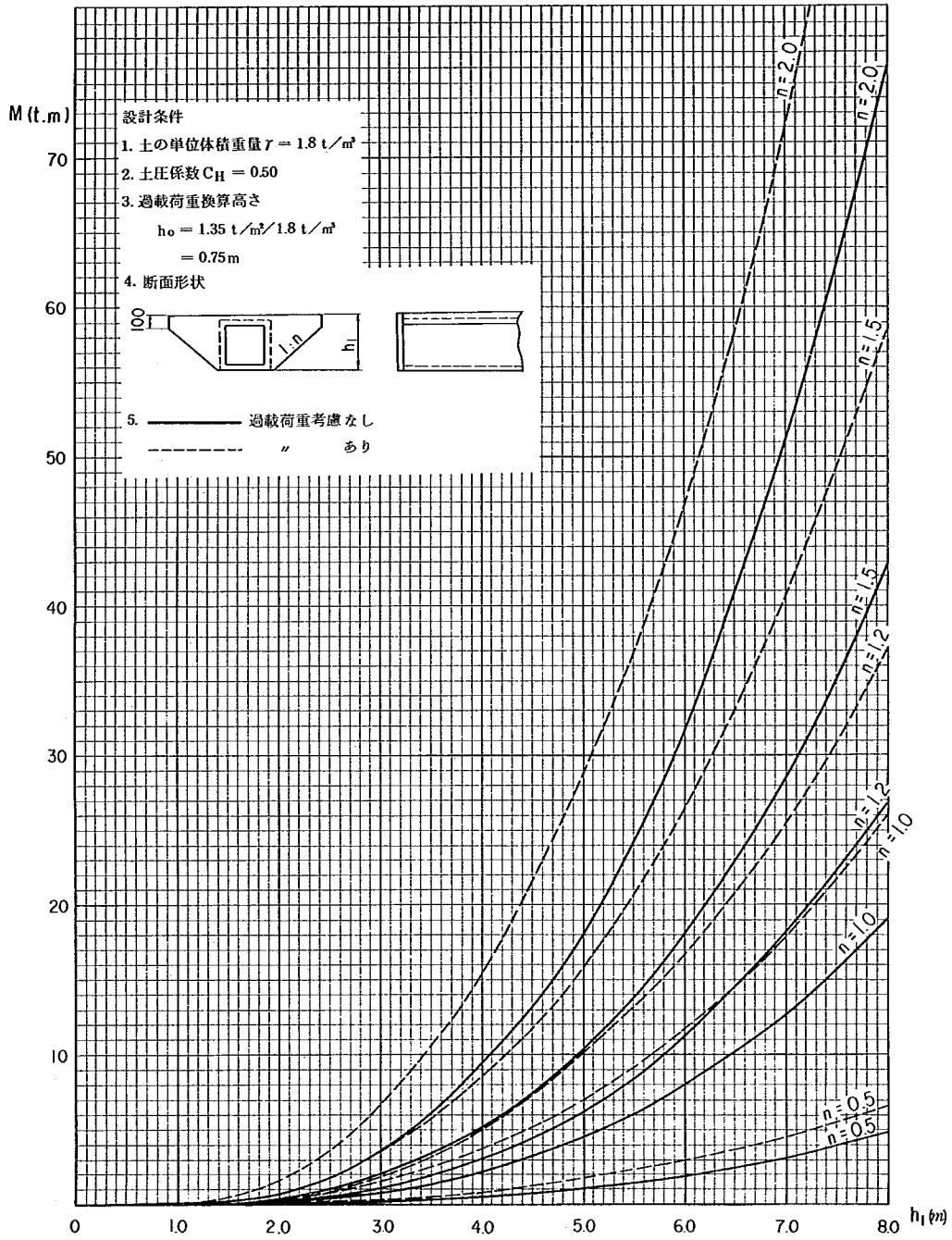


翼 壁 の 設 計

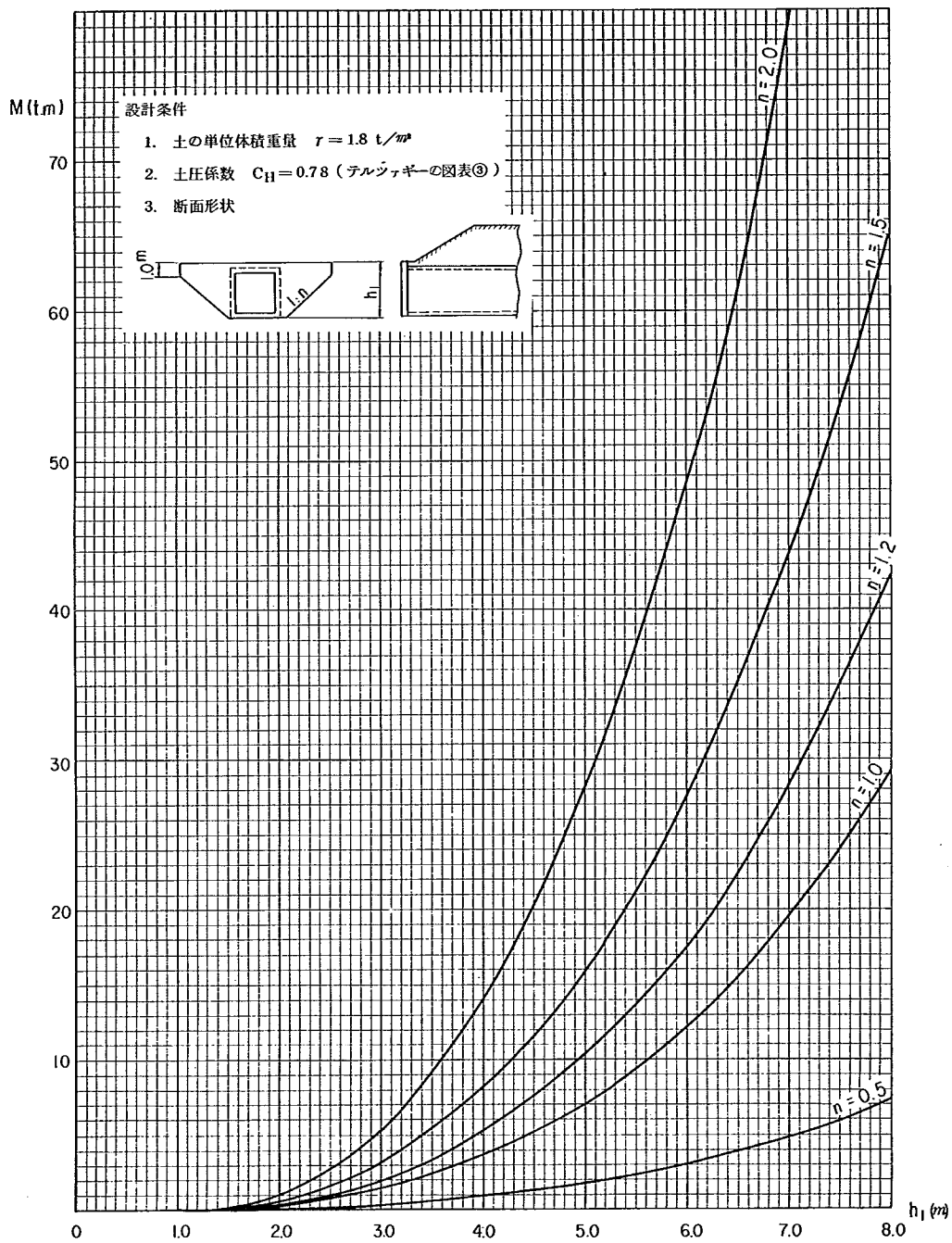
- ウィング設計曲げモーメント算定ノモグラム (背面水平)
.....ノモグラム-37
- ウィング設計曲げモーメント算定ノモグラム (背面盛土)
.....ノモグラム-38
- ウィングの有効厚および全厚算定ノモグラム.....ノモグラム-39
- ウィングの鉄筋量算定ノモグラム ノモグラム-40
- ウィング高さ と 土圧合力, 作用位置の算定ノモグラム
, (背面水平) ノモグラム-41
- ウィング高さ と 土圧合力, 作用位置の算定ノモグラム
(背面盛土) ノモグラム-42

ノモグラム—37

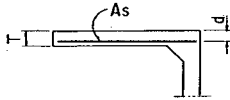
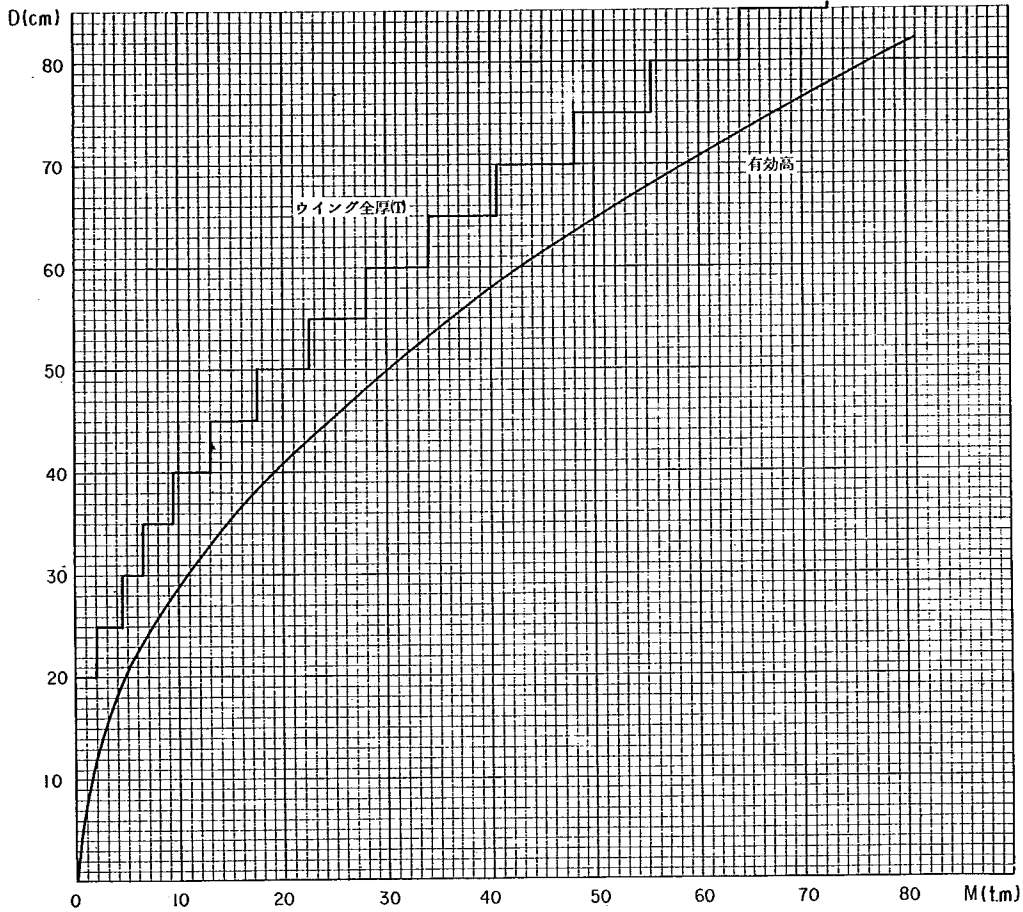
ウイング設計曲げモーメント (1 m 当り) 背面水平の場合



ノモグラム-38 ウイング設計曲げモーメント (1 m 当り) 背面盛土の場合



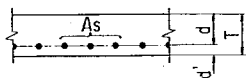
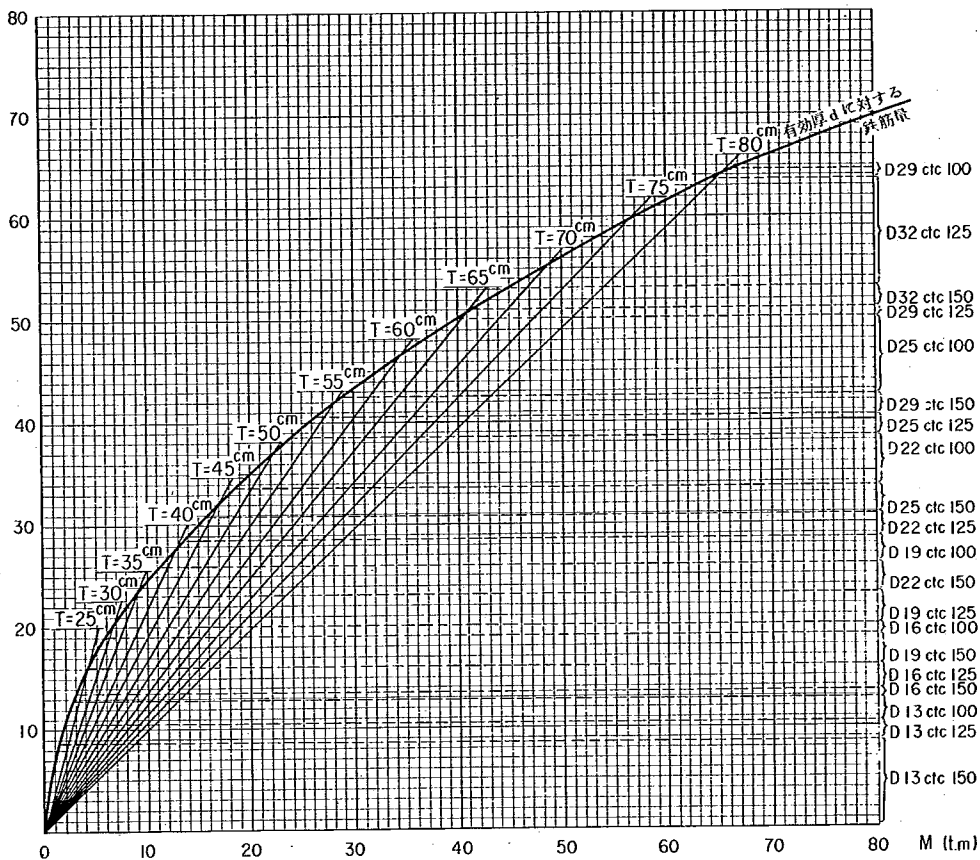
ウイングの有効厚(d)および全厚(D)



- 注) 1. 許容応力度は、 $\sigma_{ca} = 70 \text{ Kg/cm}^2$ $\sigma_{sa} = 1600 \text{ Kg/cm}^2$ である。
 2. 有効厚は $d = 9.107 \sqrt{M}$ ($M: \text{t} \cdot \text{m}$) で計算した。
 3. ウイング全厚(D)は、 $d < 20 \text{ cm}$ のとき $d' = 6 \text{ cm}$ 、 $d \geq 20 \text{ cm}$ のとき $d' = 7 \text{ cm}$ として 5 cm 単位にまるめた値である。標準設計と併用する場合はこのウイング全厚を用いるのが望ましい。
 (d' : 鉄筋かぶり)

ウイング鉄筋量 (1 m 当り)

A_s (cm²)



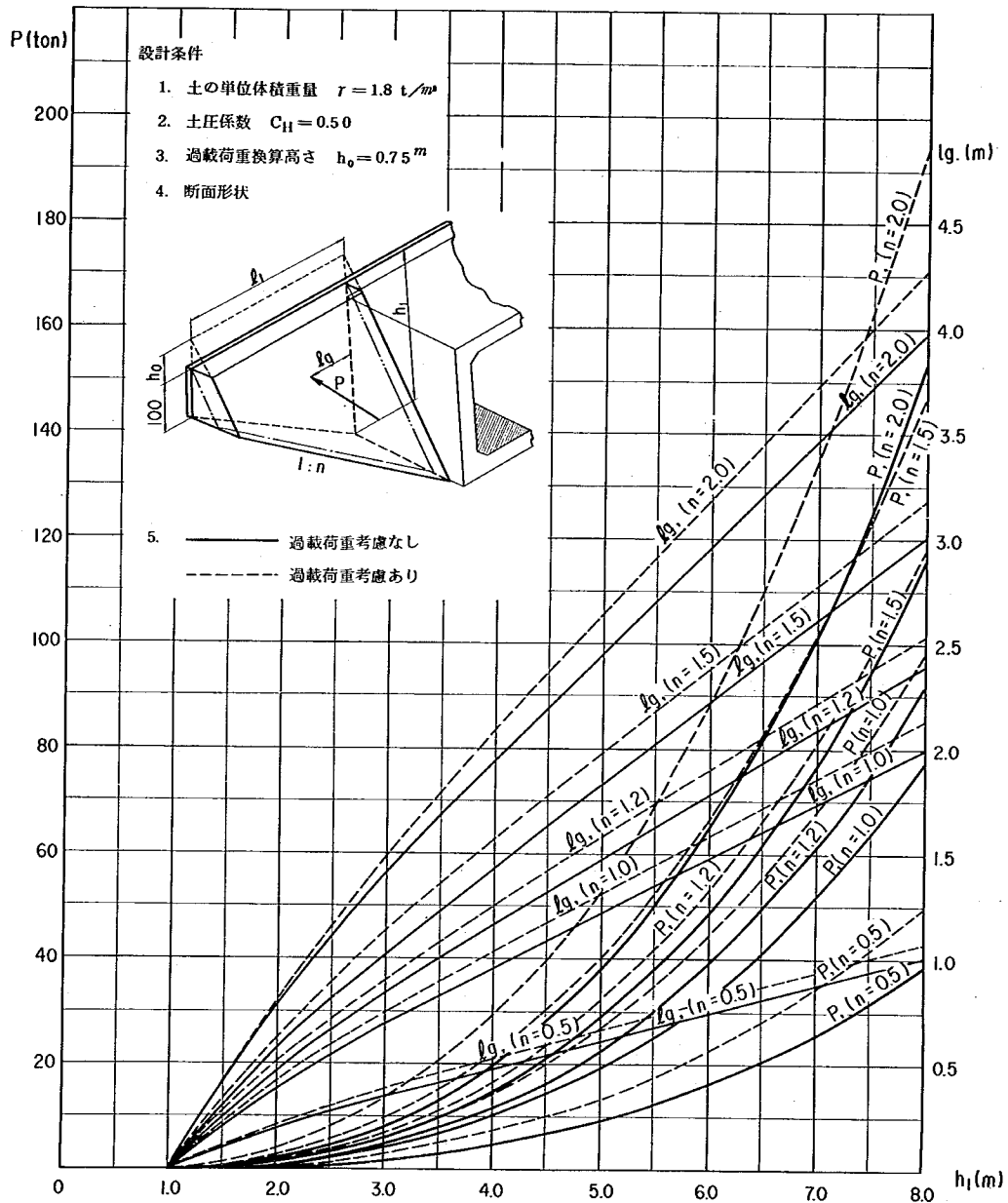
注1. 許容応力度 $\sigma_{ca} = 70 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_{sa} = 1,600 \text{ kg/cm}^2$ である。

2. 全厚 (T) に対する必要鉄筋量
 (直線部) は $A_s = \frac{M}{\sigma_{sa} \cdot j \cdot d}$
 で計算した。(ただし $j = 7/8$)
3. 有効厚 d に対する必要鉄筋量
 は $A_s = 7.906 \sqrt{M}$ で計算
 した。

4. 鉄筋かぶり d' は、 $d < 20 \text{ cm}$
 のとき $d' = 6 \text{ cm}$, $d \geq 20 \text{ cm}$
 のとき $d' = 7 \text{ cm}$ として、全
 厚 (T) を決めた。
5. 鉄筋径およびそのピッチは点
 線内で示す範囲のものである。

ノモグラム-41

ウイング高さ (h_1) と土圧合力 (P), 作用位置 (l_g) の関係 (背面水平)



ウイング高さ (h_1) と土圧合力 (P), 作用位置 (l_g) の関係 (背面盛土)

$P(\text{ton})$

