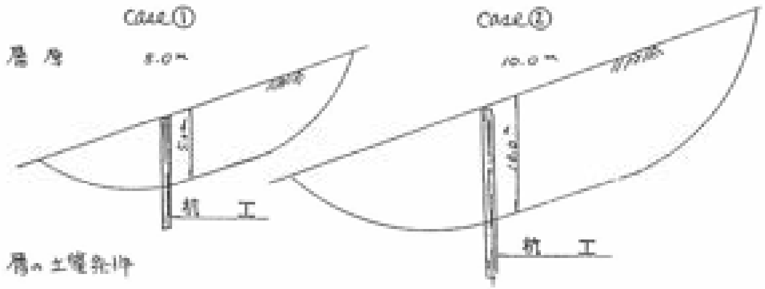
Y.L.Changの式により設計する
地すべり防止杭とスベリ土圧ノモグラム（partⅡ）

安達和夫

1　まえがき

前回地すべり防止杭に関するスベリ土圧と曲げモーメントの関係について次の条件下における杭種の選定のノモグラムを提示した。

計算条件



層の土質条件

移動層　N=5 程度

不動層　N=50 〃

杭の根入長

全長の$\frac{1}{3}$を根入長とした。

横方向地盤反力係数

「道路橋下部構造設計指針」に従って推定した。

$k_h = 5.6\bar{N}D^{-\frac{3}{4}}y^{-\frac{1}{2}}$　但し

k_h：横方向地盤反力係数（kg/cm³）
$\bar{N}$：$\frac{1}{\beta}$までの平均N値
D：杭径（cm）
y：基準変位量（=1cm）

杭種

1）一般構造用炭素鋼管　φ318.5〜φ508.0（t=6.9〜12.7 m/m）
（STK 41）

2）溶接構造用遠心力鋳鋼管　φ300〜φ500（t=12〜t=42 m/m）
（SCW-50CF）

今回はこれに次の事項を追加し適用部材の選定の1つの目安を得るためのノモグラムを作成するものである。

3）合成杭

一般構造用炭素鋼管（STK41）＋H鋼（SS41）
（t=6.9〜12.7 m/m）　（H-200×200〜H-300×300）

4）経済比較

検討結果一覧表

最大曲げモーメントとスベリ土圧の関係

ノモグラム	杭種	層厚	図番
〃 1	溶接構造用遠心力鋳鋼管 (SCW-50CF)	5.0	図-1
〃 2	〃 (〃)	10.0	図-2
〃 3	一般構造用炭素鋼管 (STK-41)	5.0	図-3
〃 4	〃 (〃)	10.0	図-4
〃 5	合成杭 (STK41 + SS41(H鋼))	5.0	図-5
〃 6	〃	10.0	図-6

経済比較

ノモグラム	項目	図番
〃 7	削孔径－掘削費	図-7
〃 8	(掘削費＋材料費)と杭種の比較	図-8

2. 計算結果

計算結果をノモグラム1～6に表わした。

これを用いて計画断面における抑止杭の断面と経済性を考慮して求めることができる。

例) 地すべり層厚 5.0ｍ
移動層 N=5　不動層 N=50
杭の根入長 2.5ｍ　ℓ=7.5ｍ

の条件においてすべり土圧 P(cos)θ=24 t/m とした場合の杭断面の決定と経済比較

比較表(1)

種別	杭材	杭間隔	杭1本当り荷重(t/本)	金額(千円)		経済性
				1ヶ所当り	施工延長10ｍ当り	
単管 (STK-41)	φ318.5 t=10.3 mm	ctc 1.0ｍ	24.0	365	365	3
SCW-50CF	φ300 t=20.0 mm	ctc 2.0ｍ	48.0	515	258	2
合成杭	φ318.5 t=10.3 mm H-200×200×8×12	ctc 1.3ｍ	31.0	330	254	1

注) 崩積土地すべりとして杭の中抜けを考慮して杭間隔を2.0ｍ程度以下とした場合

比較表(2)

種別	杭材	杭間隔	杭1本当り耐力(t/本)	金額(千円)		経済性
				1m当り	施工延長10m当り	
単管 (STK-41)	φ318.5 t=10.3㎜	ctc 2.0m	24.0	365	365	3
SC杭-SPC杭	φ300 t=34.0㎜	ctc 3.1m (ctc 2.6m)	79.4	650	210 (250)	1
合成杭	φ318.5 t=10.3㎜ H-200×200×8×12	ctc 2.3m	31.0	330	254	2

注) "のり面及び斜面災害復旧工法" による杭間隔 1.5～3.0m 程度とした場合

3 おわりに

杭工法において材料費＋施工費は総工費の85～90％をしめる。部材のそれぞれの最大内力を適用すると経済性では図-8に示す通り単管(STK-41)は割高く SC杭-SPC杭と合成杭では杭間隔が2:1の割合ではほぼ経済的には同等の傾向があると考えられる。

杭工法は他の工法に比べて比較的工費が高く杭本数も多いため杭种の選定は全体工費に影響を与える重要な問題であり今回提示したのは1例であり地盤条件caseを増して今後検討する必要がある。

注) 横方向地盤反力係数について下図を用いた。

$$k = k_0 y^{-\frac{1}{2}} = 5.6ND^{-\frac{3}{4}}y^{-\frac{1}{2}}$$

k ：横方向地盤反力係数 (kg/cm³)

k_0 ：設計地盤面の変位量を 1 cm とした時の横方向地盤反力係数 (kg/cm³)

D ：杭径 (cm)

y ：常時の基準変位量 (cm)

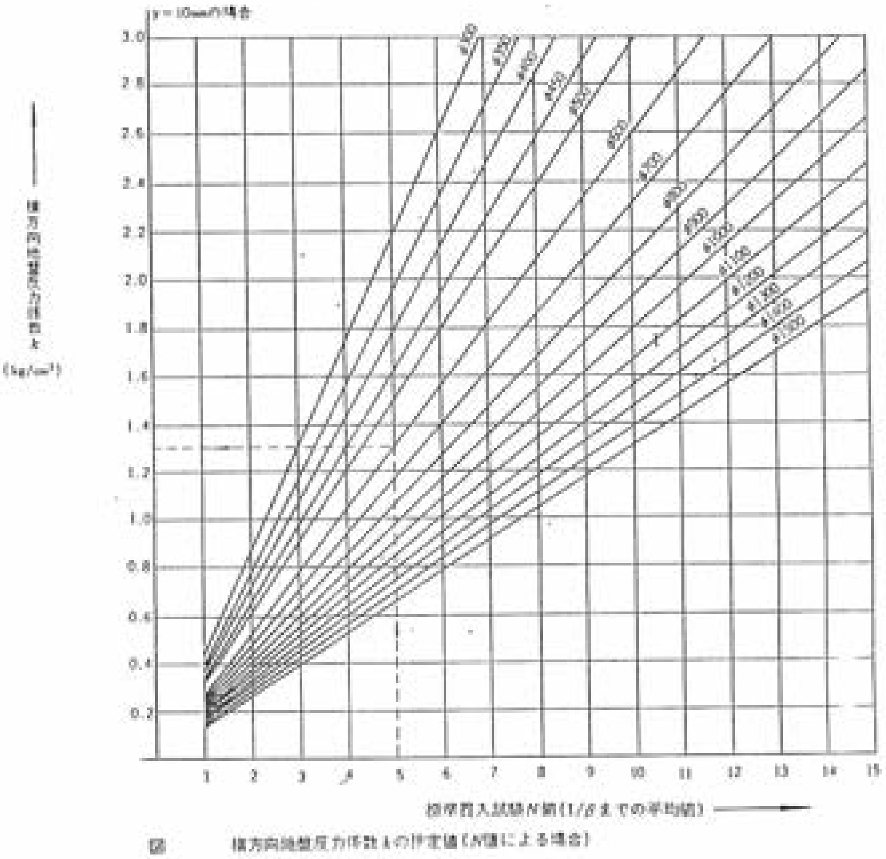
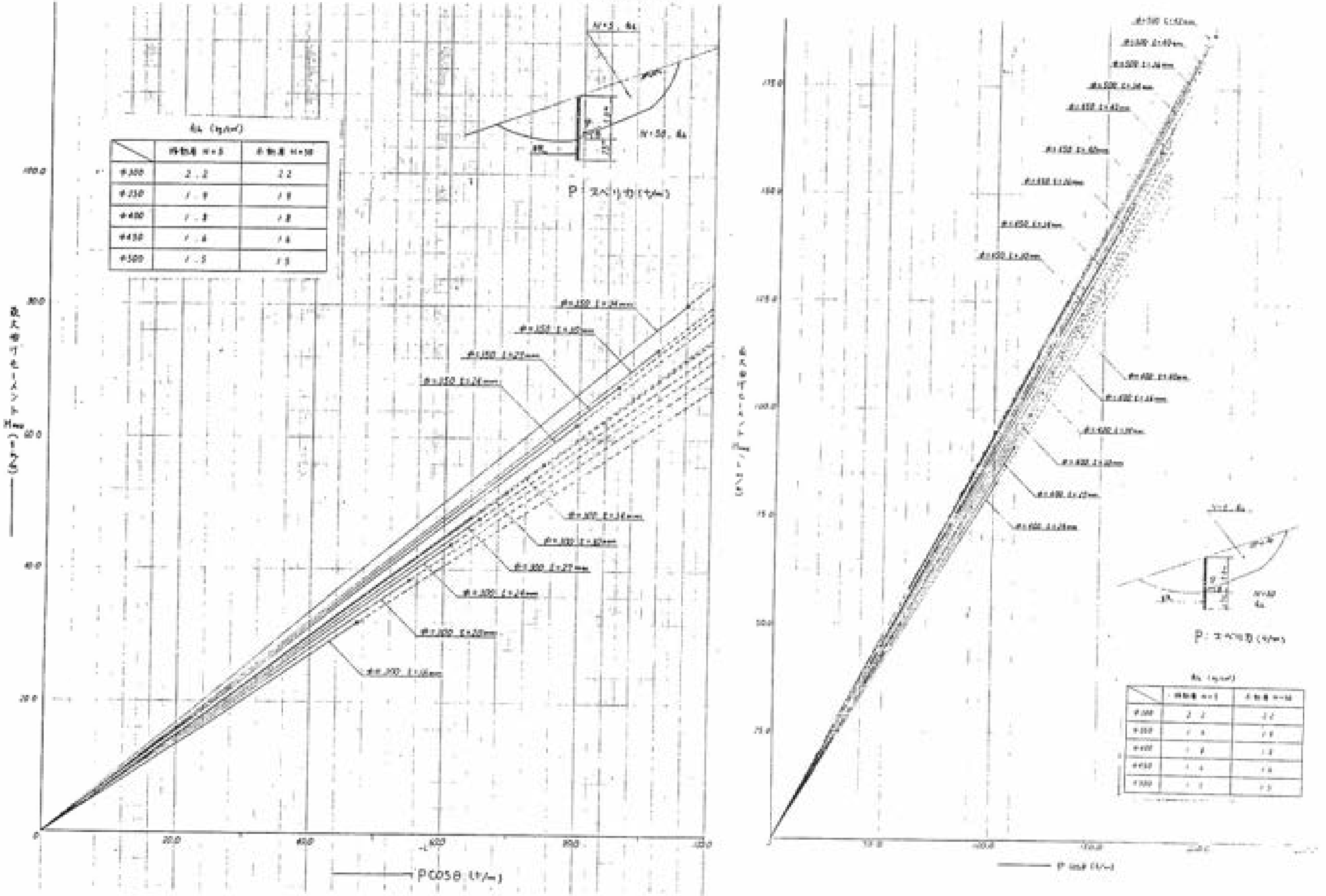


図　横方向地盤反力係数 k の推定値 (N値による場合)

ノモグラム・1　　適用部材：溶接構造用遠心力鋳鋼管．層厚 5.0m
SCW50-CF



図—1

ノモグラム.2　適用部材：溶接構造用遠心力鋳鋼管・肉厚 10.0～
(SCW50-CF)

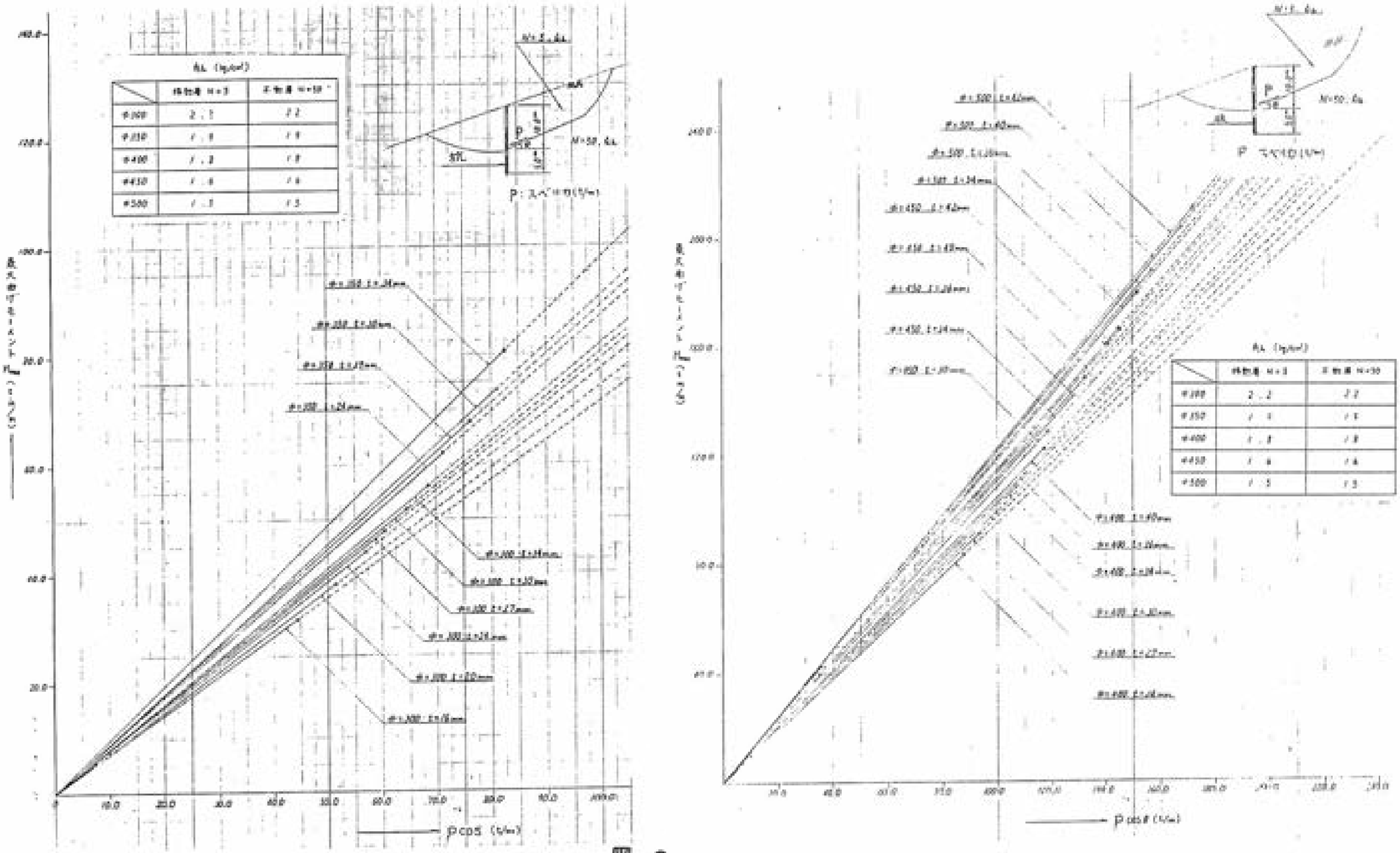
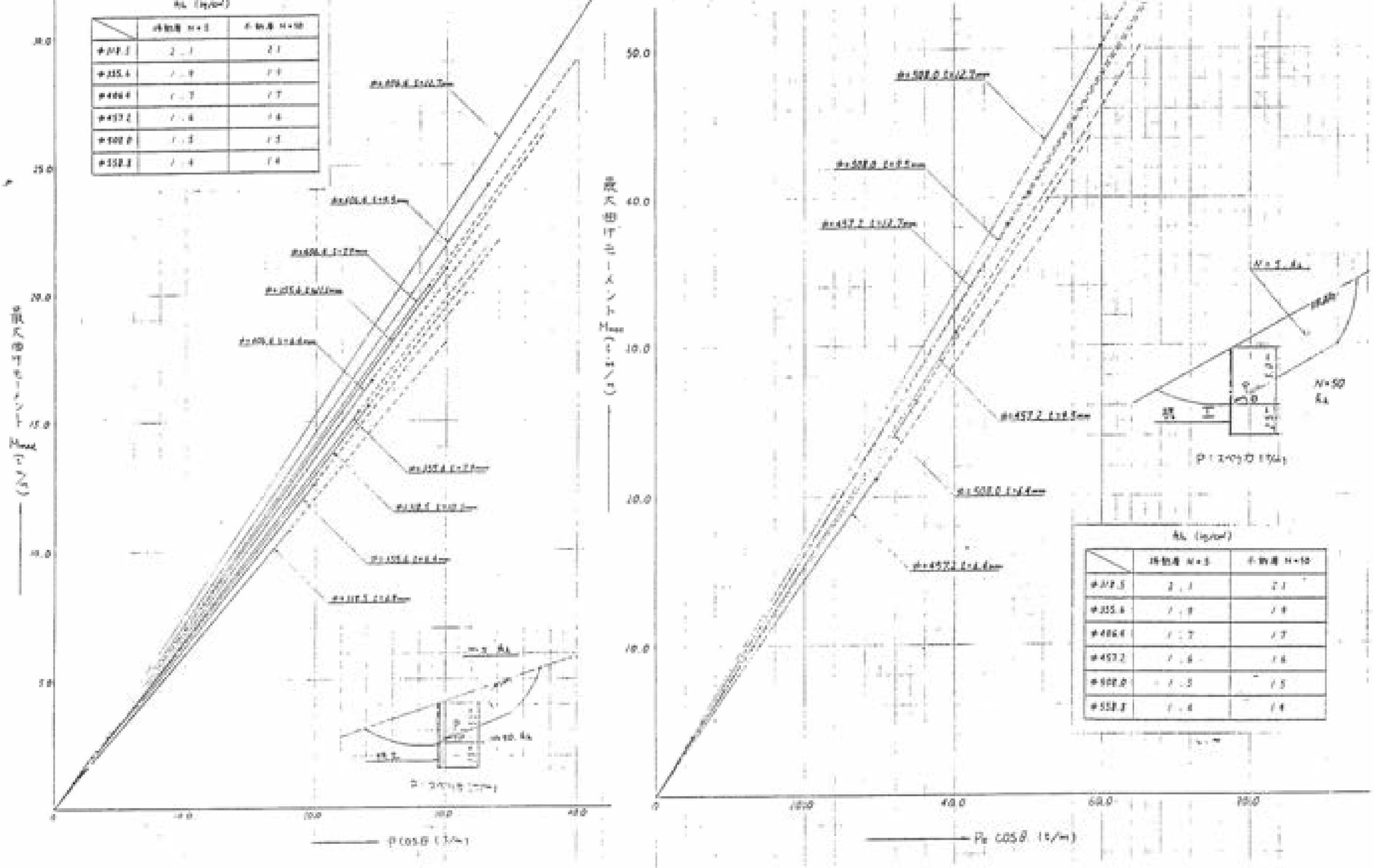


図-2

ノモグラム3. 適用部材/一般構造用炭素鋼管：肉厚 5.0ー
（STK-41）



fa (kg/cm²)

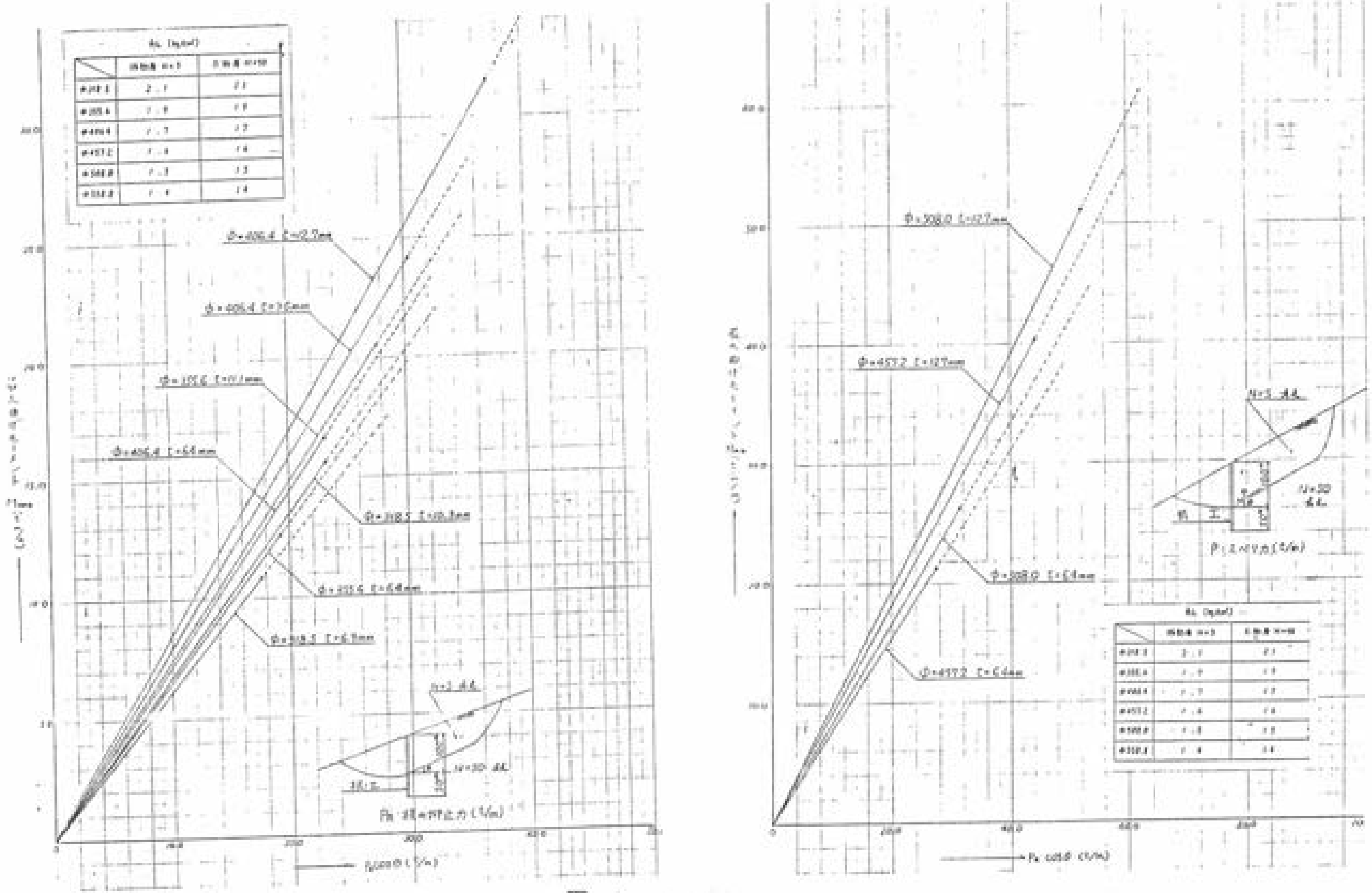
	移動荷 N=5	不動荷 N=50
φ318.5	2.1	2.1
φ355.6	1.9	1.9
φ406.4	1.7	1.7
φ457.2	1.6	1.6
φ508.0	1.5	1.5
φ558.8	1.4	1.4

fa (kg/cm²)

	移動荷 N=5	不動荷 N=50
φ318.5	2.1	2.1
φ355.6	1.9	1.9
φ406.4	1.7	1.7
φ457.2	1.6	1.6
φ508.0	1.5	1.5
φ558.8	1.4	1.4

図-3

ノモグラム4. 適用部材：一般構造用炭素鋼管：肉厚 10.0m
（STK-41）



図−4

ノモグラム5　適用部材:合成杭(STK-41+SS41(H鋼)):層厚 5.0m

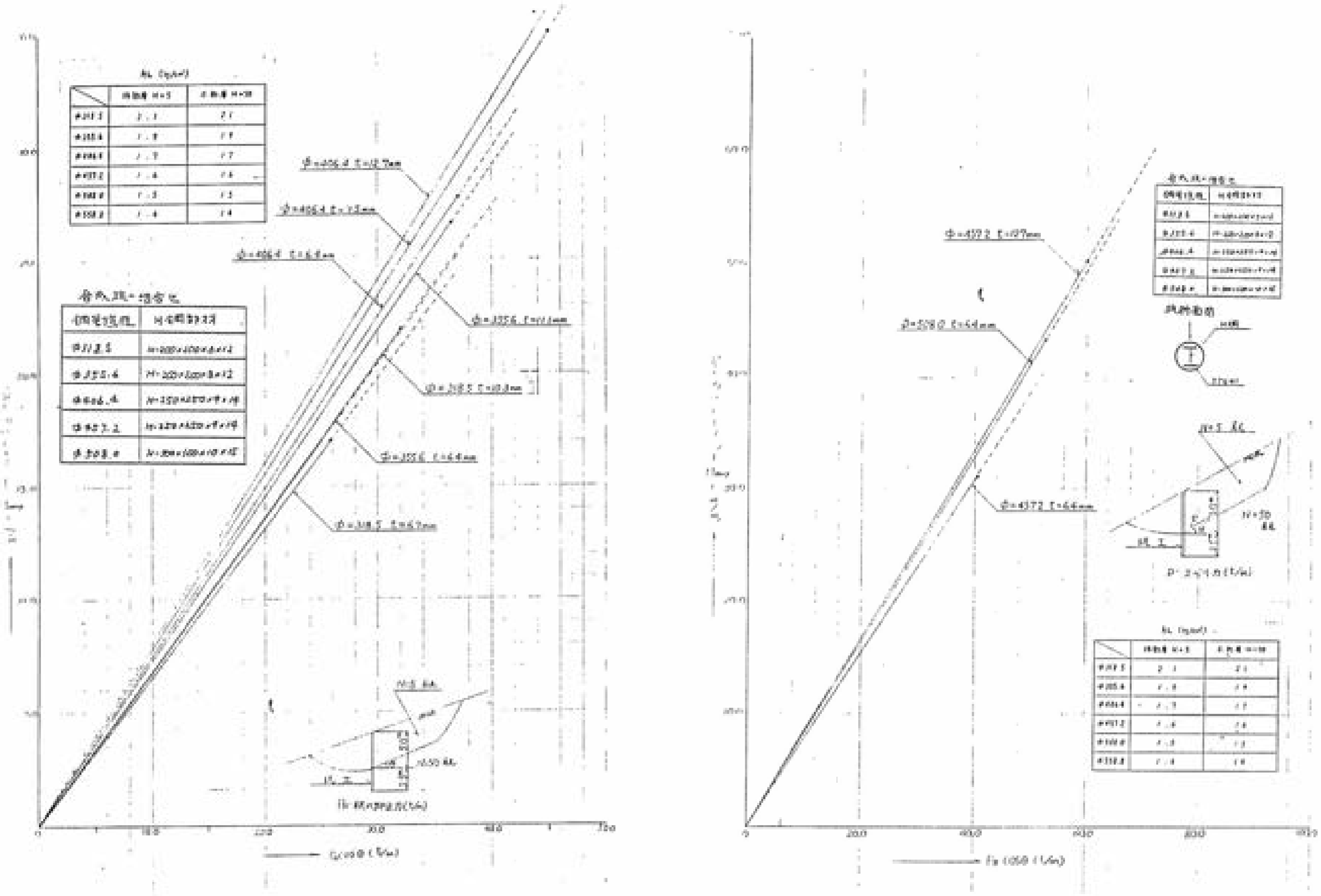


図-5

ノモグラム6　適用部材　合成杭(STK-41+SS41(H鋼)):層厚10.0m

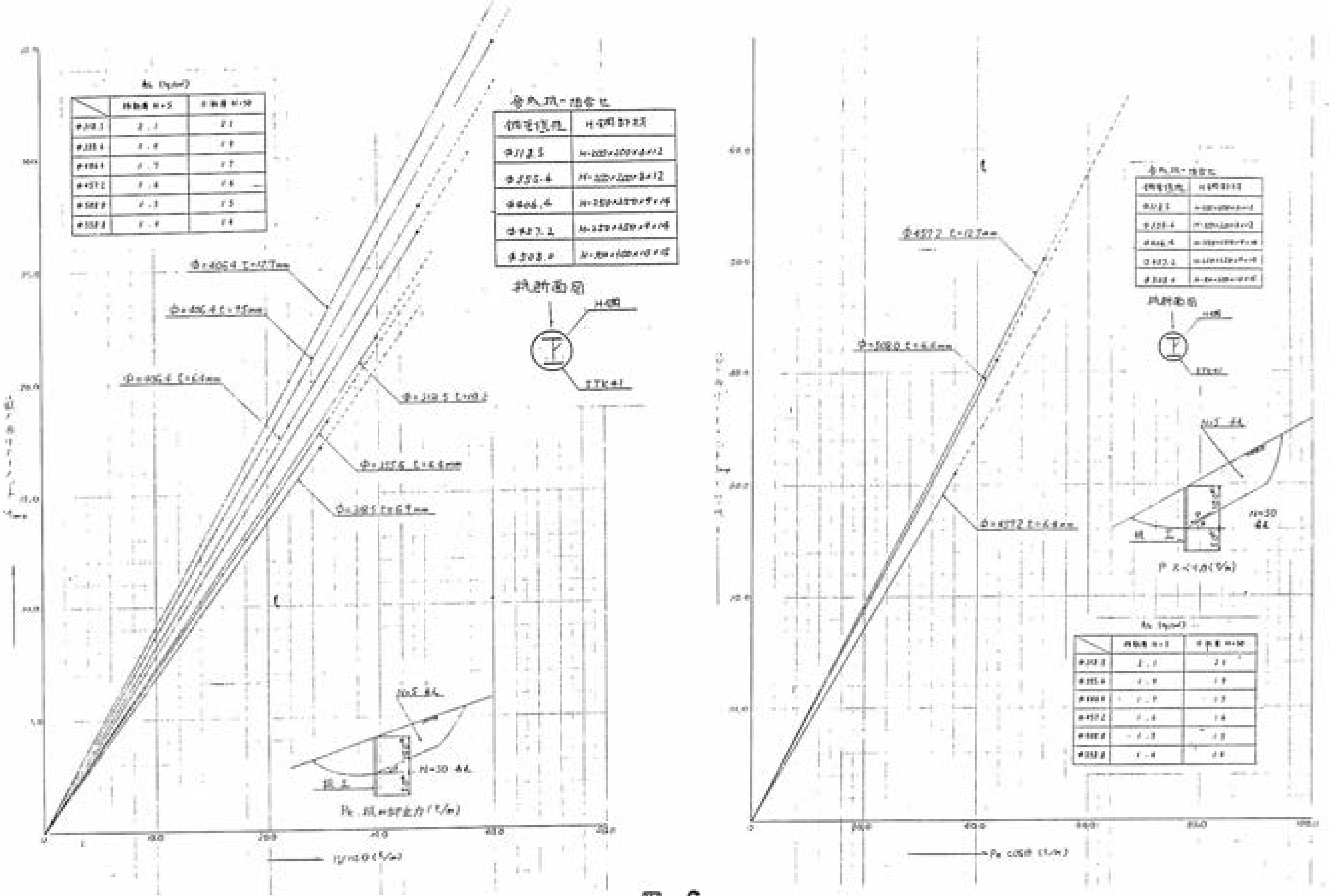
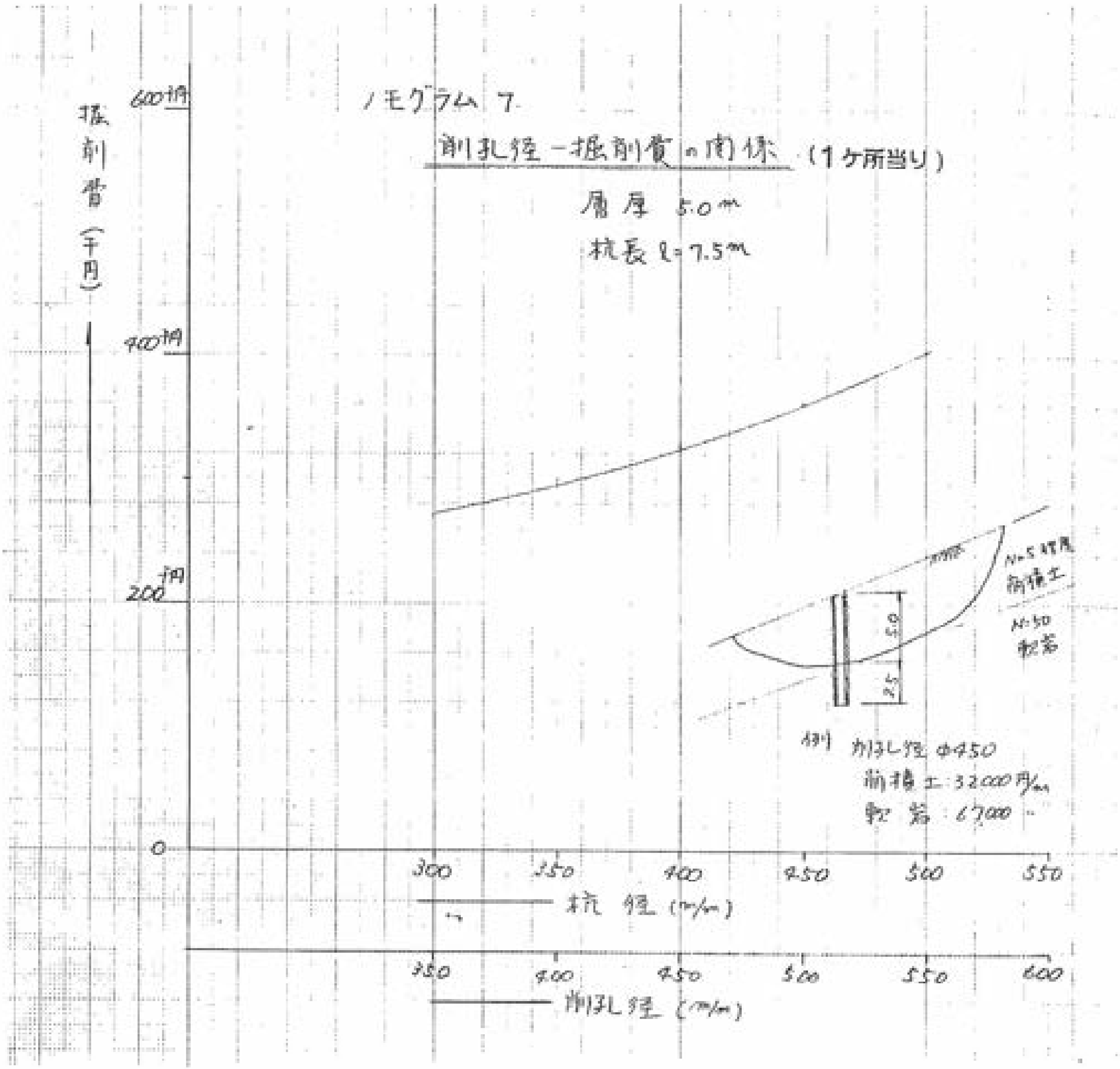
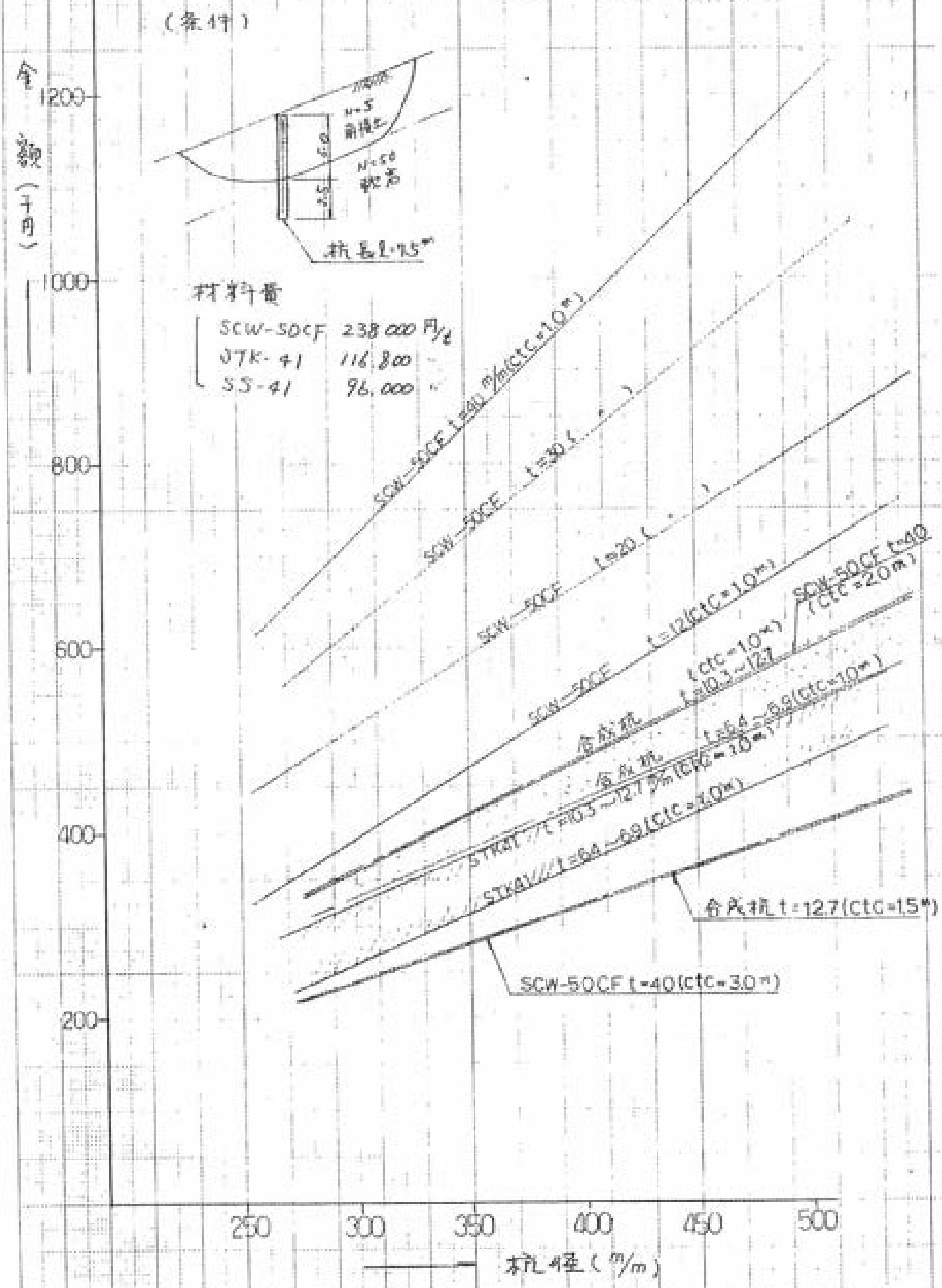


図-6


ノモグラム 7
削孔径－掘削費の関係 （1ヶ所当り）
層厚 5.0m
杭長 ℓ=7.5m
掘削費 (千円)
600千円
400千円
200千円
0
N=5 程度
崩積土
N=50
軟岩
5.0
2.5
例 削孔径 φ450
崩積土 32000円/m
軟岩 67000 〃
300
350
400
450
500
550
杭径 (m/m)
350
400
450
500
550
600
削孔径 (m/m)

図－7



ノモグラム 3
(掘削費+材料費)と杭種(1ヶ所当り)

図-8

参考資料

1. 杭の間隔

杭の間隔は杭の応力計算で決められるが移動土塊の中抜けおよび施工性を考えて経験的に決められている。

各文献の杭間隔をまとめると次の通りである。

- ○ のり面および斜面災害復旧工法 ……… 1.5～3.0^{m}程度
  （建設省河川局監修）
- ○ 地すべり対策技術設計実施要領 …… 純間隔 2^{m}以下
- ○

粘質土すべりの場合 …… 0.5～1.5^{m}（一般に1.0^{m}）
崩積土ならびに風化岩すべりの場合 ……1.5～2.5^{m}（一般に2.0^{m}）
岩盤すべりの場合 …… 2.0～3.5^{m}

出典：地すべりの解析と防止対策
藤原明敏著

- ○

すべり面の深さ h＝6～10^{m} の杭間隔 D＝1.0～1.5^{m}
h＝10～15^{m} 〃 D＝1.5～2.0^{m}
h＝15^{m}以上 〃 D＝2.0～3.0^{m}

出典：地すべり斜面崩壊の調査・解析防止工法
―― 経営開発センター出版.

以上より

粘質土地すべりでは ―――― 1.5^{m}程度
崩積土地すべりでは ―――― 2.0^{m}
岩盤すべりでは ―――― 3.0^{m} とする.

2. 杭の許容応力度

表　杭の設計強度

区　分	短期許容応力度 kg/cm^2		長期許容応力度 kg/cm^2	
	剪　断	曲　げ	剪　断	曲　げ
STK 41 及び同等品	1 350	2 400	900	1 600
SM 50 及び同等品	1 900	3 300	1 270	2 200

短期強度：地すべり原因が降雨や融雪等一時的なものである場合に利用され，一般的には短期強度を採用する．

長期強度：地すべり機構がクリープ性で，一時的な応力にとどまらず長期間の地すべり応力に対応する場合に用いられる．

ここでは短期強度を用いた．