

建築結構設計法

鄭茂川編著

台隆書店

建築結構設計法

鄭 茂 川 編 著

臺隆書店印行

版權所有

翻印必究



建築結構設計法

內政部內版臺業字第三六八號	中華民國五十七年十月十二日初版發行	中華民國七十一年一月五日八版發行	著者 鄭 茂 川	發行人 張 宗 河	地址 臺北市衡陽路七九號	發行所 臺 隆 書 店	地址 臺北市衡陽路七九號	電話 三三一四八〇七號	郵政劃撥帳戶 一二九三五號	印刷者 文和印刷股份有限公司	臺北市西昌街一〇五號
---------------	-------------------	------------------	----------	-----------	--------------	-------------	--------------	-------------	---------------	----------------	------------

定價新臺幣180元

序 言

臺灣地區地震頻仍，故對房屋之耐震設計，自應充分顧及，期能增加建築物之堅固，以保障人民生命財產之安全。鄭茂川君所著「建築結構設計法」，於防震方面，論列頗為精到。鄭君畢業於成功大學，目前除任成功大學與臺北工專建築設計課程外，去年曾赴日本專門研究高層耐震設計，歷十餘年之研究與工作，堪稱學驗俱豐。公餘論著，闡述甚詳，例證亦夥。於建築工程防震設計之參考借鑑，裨益良多。故樂為之序。

羅雲平

中華民國五十七年十月一日於臺南成功大學

序 言

輓近科學技術之進步，日以新，月以異，於建築之藝術，則以混凝土結構爲尤甚，此以混凝土爲一高度可塑性之材料，不但其強度可以完全控制，益以其具有高度可塑性，能充分發揮建築結構之美感，表達空間複雜造型之具象，爲他種材料所不及。抑更有進者，混凝土結構多爲具有高次超靜定之結構物，超靜定之次數愈高，則其結構效能之發揮，及其經濟利益之特性，愈益顯著。故凡研究建築結構，靡不以混凝土爲前提。

目前坊間是方面之書籍，汗牛充棟，皆以英文或日文者居多，本國文字之著作，寥若晨星，學者用者，常感於制度之不同，文字之迥異，極爲不便，事倍而功不及半，力絀而效不達什一，已屬令人困擾。且以是方面之書籍，理論者居多，談實用問題者極少，從業人員每感於資料之不足，例證之缺乏，於其所作事之工作，常有無所依據之苦。鄭君茂川以其從事是方面工作十餘年之經驗，身體默察，深知從業人員之需要何在，旁徵博引，蒐集各方面之資料，復深入淺出，將結構之基本理論與混凝土結構之設計技術鎔於一爐，纂成是書，其嘉惠於士林，便利學子，良非淺鮮。

揆以今日我國雖侈言發展工業，提倡科學，積有年所，而至今科學教育不能獨立，一切均仰仗於西書，風氣所被馴至，學子非西書而不讀，薄本國文字著述而不屑，影響深遠，令人慄懼，故今日不言科學教育則已，以言科學教育，則必自大力提倡本國文字著述始，是鄭君是書之編纂，亦足以振頹風而警流俗，固不僅純技術而已也，茲當本書正付剞劂，用綴數語，並賀鄭君。

左利時

民國五十七年九月廿八日於成功大學

前 言

本書係繼“鋼筋混凝土建築結構實用計算法”一冊而完成，定名為「建築構造設計法」，與前冊所不同者，乃前冊中着重各種實例之計算解法，本冊則強調各種解法理論之闡述，凡前冊所未能包含或未經敘述詳盡者，均在本冊中補述之，以協助實際從事建築工作者之檢討各種計算結果與引證其計算是否正確。又擔任鋼筋混凝土設計工程師，常於工作進行中感覺理論資料之缺乏，如有適切資料補助以為憑藉，益增其工作信心。較大規模之建築工程，所遭遇之情況實屬千變萬化，筆者積多年實際工作經驗與蒐集各國廣泛之資料，儘可能使其包含於本書。

本書因偏重建築工程理論，故可供大專院校及從事高等建築工程之研究與教學者參考。

本書之編撰，經參考日、美等國之專門書刊甚多，謹對原著者致謝。承省立成功大學校長 羅雲平博士之題名、題序，土木系研究所

左利時教授提序。盧光普先生、林振基、沈富雄、郭聯德、黃祥國、施建國、盧榮主、胡潤金諸同學之協助繕校，製圖及臺隆書店熱心支持，併此敬表謝忱。

本書倉促出版，疏漏難免，敬請匡正。

中華民國57年7月

鄭 茂 川 識於臺北

目 錄

序 言	i
序 言	iii
前 言	v
第一章 力矩分佈法 (固定法)	
1. 力矩分佈法之一般性質	1
2. 對垂直荷重之解法	3
3. 對地震力 (水平力) 之解法	5
第二章 二次迴轉法 (Two Cycle Method)	
1. 概 要	19
2. 決定各構材設計用彎曲力矩	19
3. 柱之有效剛比 (參考)	20
4. 計 算 方 式	21
5. 計 算 例 [1]	22
6. 計 算 例 [2]	26
7. 注 意 事 項	28
第三章 高層多跨度剛構之略算法	
1. 概 要	31
2. 垂直荷重之情況	31
3. 橫力之情況	31
4. 簡易耐震計算	33
第四章 持有變形斷面構材之剛構解法	

1. 概 說	39
2. 係數圖表	42

第五章 考慮彎曲・剪斷・剛域時之剛構解法

第1節 概 說	55
第2節 係數圖表	56
第3節 塑性之考慮	57

第六章 耐震壁之計算法

第1節 概說	65
第2節 1層之情況	79
第3節 高層獨立耐震壁	95
第4節 高層耐震壁（境界效果之計算法）	104
第5節 有開口之耐震壁	117
第6節 樓版變形與分擔係數之補正	131

第七章 特殊剛構之應力計算

1. 段形剛構（按力矩分佈法精算）	137
-------------------	-----

第八章 擋土工程之計算

第1節 土之性質	143
第2節 土 壓	145
第3節 開挖深度之可能界限 H_{cr}	148
第4節 版樁之根入	150
第5節 擋土方法	154
第6節 各部使用之材料	158

第 7 節 擋土計算例〔1〕	161
----------------	-----

第 8 節 擋土計算例〔2〕	168
----------------	-----

第九章 結構計算實例

實例一 辦公大樓	189
----------	-----

實例二 倉 庫	216
---------	-----

實例三 鋼筋混凝土高架水箱之設計例	232
-------------------	-----

第十章 假定斷面資料

編 輯 大 意	245
---------	-----

第十一章 鋼筋混凝土結構設計數值表

鋼筋混凝土構造構材之重量表	246
---------------	-----

吾國有關建築結構計算之法令	285
---------------	-----

斷面數值表

鋼筋混凝土構造構材（柱、梁）數值表	289
-------------------	-----

鋼筋混凝土構造構材（柱、梁）T 型斷面有關之數值表	311
---------------------------	-----

斷面之性質表	318
--------	-----

長方形樓版應力圖	324
----------	-----

鋼筋混凝土構造計算摘要

1. 材料及容許應力度 (Working stress)	328
------------------------------	-----

2. 應力計算之基本事項	329
--------------	-----

3. 樓版	334
-------	-----

4. 梁	340
------	-----

5. 柱	358
------	-----

6. 耐震壁	367
--------	-----

7. 基礎.....	368
8. 擁壁.....	372
9. 煙囪.....	375
10. 標準配筋.....	376

第十二章 鋼筋混凝土構造標準配筋法

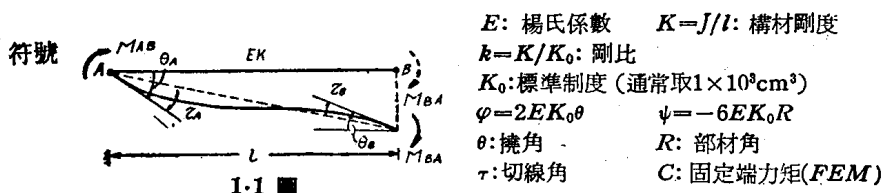
1. 一般事項.....	383
2. 普通圓鋼筋.....	389
3. 竹節圓鋼筋.....	429
4. 輕量混凝土.....	461

第一章 力矩分佈法(固定法)

力矩分佈法之理論，筆者在建築結構學已詳細說明過，本書為使學者便利理解該法之方式，及標準計算之規格，特將必要之敘述。

1. 力矩分佈法之一般性質

方法：求靜不定剛構之應力 A (參照 1.2 圖)，先須解出當拘束(固定)任意點(通常為節點)之變形時該剛構之應力 (B) ，與解除此固定力(固定其節點所添加之力)時之應力 (C) 將兩者合併而求得

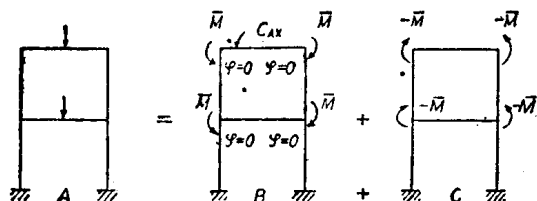


基本公式

$$\left. \begin{aligned} \theta_A &= \tau_A + R = \frac{1}{6EK} (2M_{AB} - M_{BA}) + R \\ \theta_B &= \tau_B + R = \frac{1}{6EK} (2M_{BA} - M_{AB}) + R \\ M_{AB} &= 2EK (2\theta_A + \theta_B - 3R) + C_{AB} \\ M_{BA} &= 2EK (2\theta_B + \theta_A - 3R) + C_{BA} \end{aligned} \right\}$$

簡單又適用之公式為：

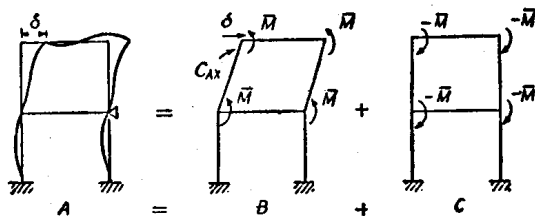
$$\left. \begin{aligned} M_{AB} &= k (2\varphi_A + \varphi_B + \psi) + C_{AB} \\ M_{BA} &= k (2\varphi_B + \varphi_A + \psi) + C_{BA} \end{aligned} \right\}$$



依中間荷重所產生之固定力矩可由(1)式求得：

$$\bar{M} = \sum C_{Ax} \dots \dots \dots (1)$$

C_{Ax} : 固定端力矩 (FEM)

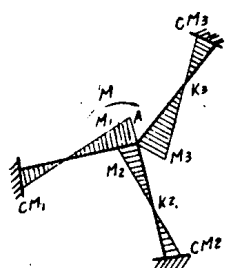


(b) 節點有移動時

1.2 圖 解法之原理

依強制變位(移動)所產生之
固定端力矩(FEM)按後述
3.b 求得。

固定力矩之分割 另一端為固定之構材，有關該等力矩之分配，係依剛比為比例而分割之。此分割之比率稱為分割率(2式)。



$$\left[\begin{aligned} M_{Ax} &= k_x \cdot 2\varphi_A \quad \therefore 2\varphi_A = \frac{M_{Ax}}{k_x} = \frac{\Sigma M_{Ax}}{\Sigma k_x} = \frac{M}{\Sigma k_x} \\ \therefore M_{Ax} &= \frac{k_x}{\Sigma k_x} \times M \end{aligned} \right]$$

$$(DF)_x = \frac{k_x}{\Sigma k_x} \dots \dots \dots (2)$$

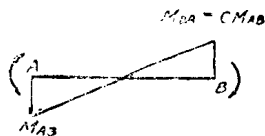
$(DF)_x$ 稱為對 x 構材之分割率 (Distribution Factor)

1.3 圖

$$\left. \begin{aligned} \text{例: } M_1 &= (DF)_1 \cdot M; \quad (DF)_1 = \frac{k_1}{k_1 + k_2 + k_3} \\ M_2 &= (DF)_2 \cdot M; \quad (DF)_2 = \frac{k_2}{k_1 + k_2 + k_3} \\ M_3 &= (DF)_3 \cdot M; \quad (DF)_3 = \frac{k_3}{k_1 + k_2 + k_3} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (3)$$

取此分割力矩 M_{Ax} 之 C 倍即 $C \cdot M_{Ax}$ ，傳至固定之另一端。 C 值一般為 $1/2$ ，即前所稱之到達率 (Carry over Factor) (1.3 圖)。

有效剛比 當架構成對稱或在其他特別之情況時，得利用該等條件取其有效剛比，以簡化架構之計算 (1.4 圖)。



1.4 圖

將有到達率 C 之構材 AB ，其材端迴轉之抵抗證明與另端視為固定之構材，有同一抵抗者之有效剛比 k_e

$$\text{原構材 } \theta_A = \frac{1}{6EK_0k} (2M_{AB} - M_{BA})$$

於是 $\varphi_A = \frac{M_{AB}}{3k_s}(2-C)$

另端固定材 $\varphi_A = \frac{M_{AB}}{3k_s} \left(2 - \frac{1}{2} * \right)$

* 另端固定材之到達率

有效剛比 $\therefore k_s = \frac{3}{2(2-C)} k \dots\dots\dots (4)$

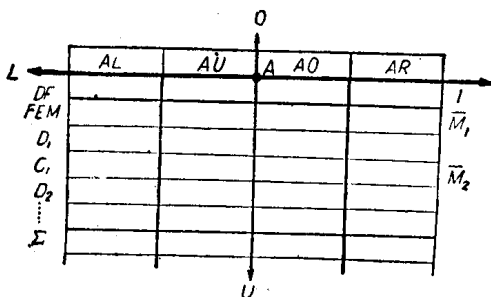
有到達率 C 構材之抵抗與持有效剛比 k_s 之另端固定材有同樣抵抗性質。

力矩分割因依構材之抵抗比例，故 (3) 式中之 k ，換取為 k_s ，即可按有效剛比為比例。常用之有效剛比由 1.5 圖得知。

另端之情況	力矩分布	到 達 率	有效剛比
另端固定材		$C = \frac{1}{2}$	k
另 端 銷 材		$C = 0$	$\frac{2}{3}k$
對 稱 材		$C = -1$	$0.5k$
逆 對 稱 材		$C = 1$	$1.5k$
一 般 材		C	$\frac{1.5}{(2-C)}k$

1.5 圖 有效剛比表

圖上計算樣式 按 1.6 圖示



DF: 分割率
FEM: 固定端力矩
D: 分割力矩
C: 到達力矩
附字: 解除次數
Σ: 由 FEM 至最後 DC 之和

1.6 圖 力矩分佈法標準計算方式

2. 對垂直荷重之解法

學者對力矩分佈法，已略加明瞭後，茲舉二計算例，使進一步理解其標準計算方式。

矩形剛構 (Rahmen)，承受垂直荷重時，嚴格言必有水平移動。對稱剛構雖

承受對稱荷重，但考慮活荷重部份之載荷時，則會引起水平移動。

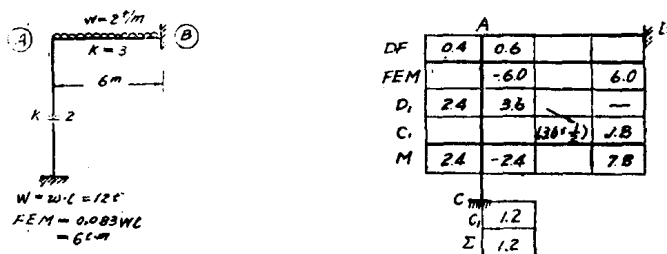
有水平移動時之解法為

1. 先求節點無移動時剛構之應力。
2. 求出其水平方向之固定力（即假想支持力、層剪斷力、層力矩等，其中之任一項）。
3. 反加此固定力求出剛構水平移動時之應力（解除固定）。
4. 合併 1. 與 3. 以得之。

解除水平方向之固定，在 C 節將詳述其解法，但較繁雜。

實用計算 為使普通剛構 Rahmen 之計算能求得簡易之結果，且吾國着重耐震計算，故剛構依水平移動而得之應力多半比水平荷重時之應力為小，取計算上之安全率普通可忽視。剛構形狀設為均等，荷重近於左右對稱時，則水平移動為極小。至於實際之建築物，各處所配置有剛強壁體，多半與剛構平行接近，故剛構之水平撓度會因壁體剛性之影響得考慮相當減少。由以上之理由一般可忽視節點之水平移動。

計算例 1



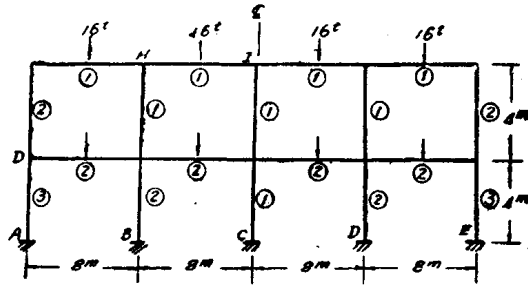
1.7 圖 簡單剛構之力矩分佈法計算例

註 D_1 ：由此節點之 FEM 總和值（此例為 -6.0）乘以 DF 並變更其符號。

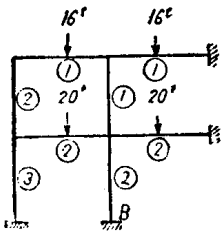
C_1 ：所分割之力矩取其半數傳達到隣接節點。

計算例 2

解 因為對稱剛構承受對稱荷重，故取中心為固定，可僅考慮一半而計算之。
 • [1.9 圖]



1-8 圖



1-9 圖

固定端力矩: FEM

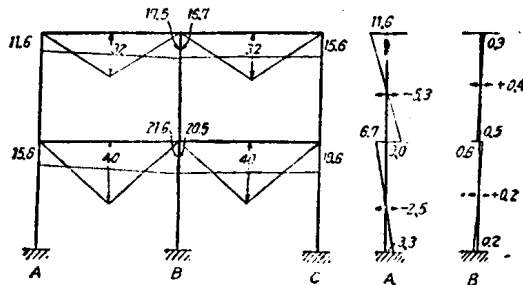
1 層 $Pl/8=20tm$

2 層 $Pl/8=16tm$

	GD	GH	HG	HE	HI	IH
DF	0.597	0.333	1	0.333	0.333	1
FEM	0	-16	-16	16	0	16
D ₁	10.7	5.3	0	0	0	0
C ₁	2.6	0	+2.8	2.6	0	+2.6
D ₂	-1.3	-2.9	-0.9	-0.9	0.9	0
C ₂	-0.5	-0.4	-1.1	-0.4	-0.3	-0.4
D ₃	5.7	0.4	0.2	0.2	0.2	0
Σ	11.6	-11.6	17.5	-3.5	-16.7	15.6

	DA	DE	ED	EA	EB	EH	EF	FE
DF	0.428	0.285	0.285	1	0.285	0.285	0.428	1
FEM	0	0	-20	-20	20	0	0	-20
D ₁	8.6	5.7	5.7	0	0	0	0	0
C ₁	0	5.3	0	+5.3	2.6	0	0	+2.6
D ₂	-2.4	-1.5	-1.5	-0.6	-0.9	-0.4	-0.9	0
C ₂	0	-0.9	-0.4	-1.3	-0.7	0	-0.4	-1.1
D ₃	0.5	0.4	0.4	0.2	0.3	0.2	0.3	0
Σ	6.7	9.7	-15.2	21.6	-0.5	-0.6	-20.5	19.6

1-10 圖



1-11 圖 彎曲力矩圖 (對稱柱即 C 柱 $M=0$)

3. 對地震力 (水平力) 之解法

a. 剪斷力之平衡

1.12圖為表示在矩形剛構之各層，有水平力作用。其時假想如圖示以切斷面 I—I，或 II—II，分別切在各層之柱頭，即變為位於自此等以上水平力之總和欲剪斷此層之各柱，得稱此水平力總和為層剪斷力。設上層與下層之層剪斷力分別以 Q_1 ， Q_2 表示。

$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= P_1 \\ Q_2 &= P_1 + P_2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5)$$

若水平力沿同一方向承加時，則越下層其值越大。各層之剪斷力由該層之柱子分擔，於是上層各柱之剪斷力，設自左起各為 Q_{14} ， Q_{25} ， Q_{36} ，則此等柱之總和必相等於層剪斷力，故

$$Q_{14} + Q_{25} + Q_{36} = Q_1 \dots\dots\dots (6)$$

同理，下柱之各柱剪斷力自左各設為 Q_{47} ， Q_{58} ， Q_{69} 時，則

$$Q_{47} + Q_{58} + Q_{69} = Q_2 \dots\dots\dots (7)$$

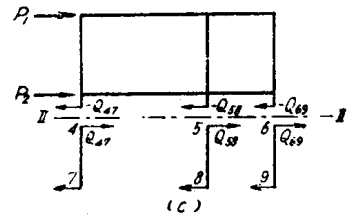
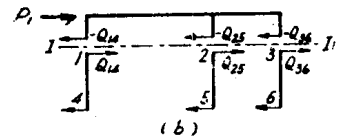
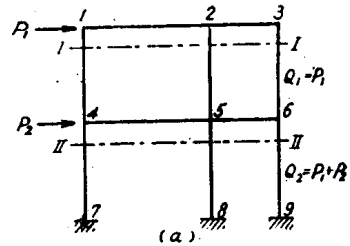
一般稱 (6)，(7) 式為剪力方程式，各層每有一式，故剪力方程式之數恰為層數，與部材角之數亦一致。

又，在剪力方程式之兩邊各乘以其層高而得之方程式稱為層方程式。即層力矩為層剪斷力乘以該層高，亦等於該層全數柱之上下彎矩總和。

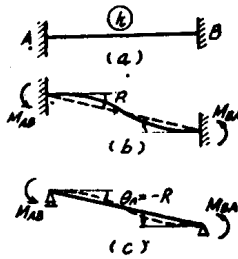
b. 依強制變位（移動）而得之固定端力矩

- (1) 1.13圖 (a) 中表示有剛比 k （刚度 K ）之直線材 AB ，其對該材兩端之廻轉帶有拘束（固定），但因引起如 (b) 圖示之部材角 R ，故非在兩端承加等值之固定端力矩 M_{AB} ， M_{BA} 不可。

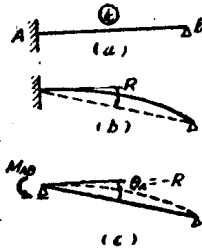
學者詳看 (b) 圖之狀態，正如 (c) 圖示之直線梁 AB ，在該梁兩端依承加方向、大小皆為相等之力矩 M_{AB} 作用，引起如圖點線示逆對稱之變形，此時兩端之撓角 θ_A 因與 $-R$ 狀態相等，得利用基本公式：



1.12圖



1.13■



1.14■

$$\theta_A = -\frac{1}{6EK}(2M_{AB} - M_{BA}) \quad \therefore M_{AB} = M_{BA}$$

$$\therefore M_{AB} = 6EK\theta_A \quad \therefore \theta_A = -R$$

得 $M_{AB} = 6EK_0k(-R)$

此值稱為依節點強制變位而得之固定端力矩，如次示：

$$(FEM)_{AB} = (FEM)_{BA} = -k(6EK_0R) = k\psi \dots \dots \dots (8)$$

$$(\because \psi = -6EK_0R)$$

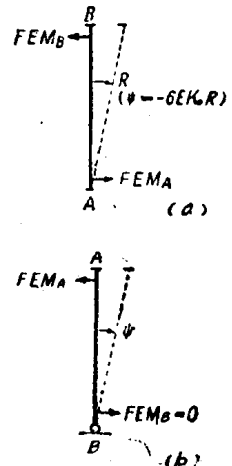
簡略如1.15■ (a) 示。 ψ 為加入任意之 M (例如 -100 tm) 者。

- (2) 1.14■ (a) 示，剛比 k 之直線材 AB 中，其對 A 端之迴轉帶有拘束 (固定)，為使如 (b) 示引起有 R 部材角，故須加固定端力矩 M_{AB} ，此值如取與(1)之情況同法由1.14■ (c) 之狀態求得。此時之取材端力矩，利用下列基本公式：

$$\theta_A = -\frac{1}{6EK}(2M_{AB} - M_{BA}) \quad \therefore M_{BA} = 0$$

$$\therefore M_{AB} = 3EK\theta_A = 3EK_0k(-R)$$

於是，另端為鉸節之構材，依強制變位 (移動) 所得之固定端力矩由 (9) 式求得。



1.15■

$$\left. \begin{aligned} (FEM)_{AB} &= -\frac{k}{2}(6EK_0R) = \left(\frac{k}{2}\right)(-6EK_0R) = k_c \cdot \psi \\ (FEM)_{BA} &= 0 \quad (\text{與計算分割率用之 } k_c \text{ 不同}) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (9)$$

ψ 為加入任意之 M (例如 -100 tm) 者。