การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซล
DESIGN OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURE BY USING MICROSOFT EXCEL

นายวิชัย สังวรปทานสกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

WICHAI SUNGWORNPATANSAKUL
Assistant Professor
Department of Civil Engineering
Faculty of Engineering
KMITT

บทคัดย่อ

ในบทความนี้ จะนำเสนอวิธีการใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซล ซึ่งเป็นโปรแกรมตารางคำนวณอิเล็กทรอนิกส์ที่นิยมใช้กันมากโปรแกรมหนึ่ง ในการสร้างตารางคำนวณมาตรฐานสำหรับใช้ในงานออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยนำเสนอวิธีการออกแบบตามระเบียบวิธีหน่วยแรงใช้งานและอ้างอิงตามมาตรฐานการออกแบบของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย พร้อมทั้งแสดงตัวอย่างของรายการคำนวณพร้อมรูปรายละเอียดของการเสริมเหล็กประกอบกัน เพื่อเผยแพร่แก่ผู้ที่สนใจทั่วไป

SUMMARY

This paper presents the procedure of using Microsoft Excel, which is one of the most well known electronic spreadsheet software, in developing of the calcultion tablets for reinforced concrete design. The design is based on Working Stress Design method and design standard of Engineering Institute of Thailand. Some examples of worksheet in combination of text and reinforcement detail are also shown and distributed to any interested person as a public domain software.

บทนำ

โปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซล (Microsoft Excel) เป็นโปรแกรมตารางคำนวณอิเล็กทรอนิกส์ที่มีสมรรถนะสูงสุดโปรแกรมหนึ่ง ซึ่งทำงานภายใต้ภาวะแวดล้อมของระบบบัญชรของไมโครซอฟท์ (Microsoft Windows) มีลักษณะเด่นที่สำคัญ คือ ทำงานในระบบกราฟฟิกส์ ซึ่งใช้งานง่าย สามารถใช้สร้างตารางคำนวณและรูปภาพประกอบได้ มีความเหมาะสมกับการคำนวณแบบลองผิดลองถูกได้ดี ด้วยคุณลักษณะดังกล่าว ผู้เขียนจึงได้ทดลองสร้างตารางคำนวณเพื่อใช้ในงานออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน ตามมาตรฐานการออกแบบของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย [1] ซึ่งสามารถใช้งานได้ดีตามเป้าหมายที่วางไว้

รายละเอียดของระบบฮาร์ดแวร์

ระบบฮาร์ดแวร์ของไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ ควรมีลักษณะดังนี้ คือ

1. เป็นไมโครคอมพิวเตอร์ของไอบีเอ็มหรือเทียบเท่า มีหน่วยประมวลผลกลางหมายเลข 80386 หรือเทียบเท่า และควรจะมีจอภาพสีซึ่งจะทำใช้ตารางคำนวณได้ดีเต็มที่
2. มีระบบฮาร์ดดิสก์สำหรับเก็บข้อมูล ซึ่งจะทำให้ใช้งานได้เร็วขึ้น
3. มีเมาส์เพื่อใช้ในการเรียกโปรแกรมและคำสั่ง หรืออุปกรณ์ที่ทำงานได้เทียบเท่า
4. สามารถใช้ระบบบัญชรของไมโครซอฟท์ เวอร์ชั่น 3.1 ได้
5. เครื่องพิมพ์ระบบเข็มกระแทก (Dot Matrix) หรือระบบอื่น ๆที่สามารถใช้กับซอฟท์แวร์ได้

รายละเอียดของระบบซอฟท์แวร์

ระบบซอฟท์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาตารางคำนวณ ได้แก่

1. โปรแกรมไมโครซอฟท์ดอส (MS DOS) เวอร์ชั่น 5.0
2. โปรแกรมระบบบัญชรของไมโครซอฟท์ (Microsoft Windows) เวอร์ชั่น 3.1
3. โปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซล (Microsoft Excel) เวอร์ชั่น 4.0

<u>รายละเอียดของตารางคำนวณ</u>

ตารางคำนวณที่สร้างขึ้นนี้ สามารถใช้ในการคำนวณโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กได้ 5 ประเภท คือ

1. แผ่นพื้นทางเดียว (One Way Slab) แบ่งออกเป็นแผ่นพื้นแบบช่วงเดียว (Simply Supported) และแบบพื้นยื่น (Cantilever Supported) โดยสามารถแสดงรูปลักษณะของแผ่นพื้น ตารางของการออกแบบและรายละเอียดของการเสริมเหล็กได้ในหน้ากระดาษเดียว โดยผู้ใช้จะต้องกำหนดชื่อของโครงการ ชื่อของแผ่นพื้น ชื่อของวิศวกร คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ ค่าและตำแหน่งของน้ำหนักบรรทุกที่มากระทำ ความกว้างและความหนาของแผ่นพื้นและเหล็กเสริมที่เลือกใช้ ตารางคำนวณจะแสดงค่าของโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนสูงสุดที่เกิดขึ้น ตรวจสอบความสามารถในการรับโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนของหน้าตัดที่เลือก ปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องการ ระยะห่างของการเสริมเหล็ก ตรวจสอบความสามารถในการรับแรงถอนของเหล็กเสริมที่ใช้ โดยจะแสดงค่าที่ผู้ใช้ต้องป้อนเป็นตัวอักษรและตัวเลขสีเขียว และเงื่อนไขของการตรวจสอบเป็นตัวอักษรสีแดง เพื่อให้เห็นได้ชัดเจนและทำงานได้โดยสะดวก

2. แผ่นพื้น 2 ทาง (Two Way Slab) จะมีตารางคำนวณสำหรับออกแบบแผ่นพื้น 2 ทาง จำนวน 5 ตาราง ตามลักษณะของแผ่นพื้นที่ระบุในระเบียบวิธีที่ 2 ของการออกแบบ ทุกตารางคำนวณจะมีรูปแบบที่เหมือนกัน ซึ่งสามารถแสดงตารางของการออกแบบและรายละเอียดของการเสริมเหล็กในหน้าตัดพื้นทั้ง 2 ทิศทาง ได้ในหน้ากระดาษเดียว โดยผู้ใช้จะต้องกำหนด ชื่อของโครงการ ชื่อของแผ่นพื้น ชื่อของวิศวกร คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ ค่าของน้ำหนักบรรทุกจรและวัสดุตกแต่งผิว ความหนาของแผ่นพื้นและขนาดของ เหล็กเสริมที่เลือกใช้ ตารางคำนวณจะแสดงค่าของโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นที่จุดต่าง ๆ ปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องการ ระยะการเสริมเหล็ก การถ่ายน้ำหนักลงคานที่ยึดแผ่นพื้น โดยจะแสดงสีเช่นเดียวกันกับที่ได้กล่าวแล้ว

3. คานหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectanglar Beam) จะเป็นตารางคำนวณออกแบบคานโดยอาศัยผลจากการวิเคราะห์โครงสร้างซึ่งทำไว้แล้วเป็นข้อมูล ซึ่งสามารถแสดงตารางและรายละเอียดของการเสริมเหล็กได้ในหน้ากระดาษเดียวเช่นกัน ผู้ออกแบบจะต้องกำหนด ชื่อของโครงการ ชื่อของแผ่นพื้น ชื่อของวิศวกร คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ ขนาดของคานที่เลือกใช้ ค่าโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในคาน จำนวนและขนาดของเหล็กเสริม โปรแกรมจะตรวจสอบความสามารถในการรับโมเมนต์ดัด แรงเฉือน แรงยึดเกาะ โดยจะแสดงสีในลักษณะเดียวกันกับตารางคำนวณออกแบบแผ่นพื้น

4. เสาหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Tied Column) จะเป็นตารางคำนวณสำหรับออกแบบเสารับน้ำหนักตามแนวแกนอย่างเดียว สามารถแสดงรายการคำนวณและรายละเอียดการเสริมเหล็กได้เช่นเดียวกัน ผู้ออกแบบจะต้องกำหนด ชื่อของโครงการ ชื่อของเสา ชื่อของวิศวกร ค่าของน้ำหนักบรรทุก คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ ขนาดของเสาที่เลือกใช้จำนวนและขนาดของเหล็กเสริมและเหล็กปลอก โปรแกรมจะ

คำนวณความสามารถในการรับน้ำหนักของหน้าตัดและปริมาณการเสริมเหล็ก โดยจะแสดงสีในลักษณะเดียวกันกับตารางคำนวณออกแบบแผ่นพื้น

5. ฐานรากเสาเข็ม (Pile Footing) จะเป็นตารางคำนวณออกแบบฐานรากบนเสาเข็ม โดยผู้ใช้จะต้องกำหนดชื่อของโครงการ ชื่อของฐานราก ชื่อของวิศวกร น้ำหนักบรรทุกทั้งหมด ความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มแต่ละต้น รายละเอียดของฐานราก ขนาดของเสาตอม่อ คุณสมบัติของวัสดุ ขนาดของเหล็กเสริมที่ใช้ ตารางคำนวณจะแสดงค่าของแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในฐานรากพร้อมทั้งตรวจสอบค่าที่ยอมให้เกิดขึ้น ตรวจสอบการรับโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้น คำนวณหาจำนวนของเหล็กเสริมและระยะห่างของการเสริมเหล็ก พร้อมแสดงภาพกราฟฟิกส์ของฐานรากและการเสริมเหล็ก โดยแสดงสีในลักษณะเดียวกันกับที่กล่าวแล้วข้างต้น

ตัวอย่างของการคำนวณ

ตารางคำนวณที่แสดงในตอนท้ายของบทความนี้ เป็นตัวอย่างเพื่อแสดงให้เห็นลักษณะของตารางคำนวณผ่านเครื่องพิมพ์ ในบางกรณีที่ผู้ใช้ต้องการให้แสดงภาพกราฟฟิกส์ที่ตรงกับความเป็นจริง จะทำการแก้ไขรายละเอียดในภาพกราฟฟิกส์โดยใช้คำสั่งที่มีในโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซล อย่างไรก็ตาม ภาพกราฟฟิกส์ที่แสดงอยู่ในตารางคำนวณนั้น ยังใช้เป็นตัวอย่างของการเสริมเหล็กโดยให้ยึดตัวเลข ที่ที่แสดงเป็นค่าที่ถูกต้องได้

ขีดจำกัดของตารางคำนวณ

การใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซลในการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก จะมีขีดจำกัดเนื่องจากสมรรถนะทางด้านกราฟฟิกส์ของตัวซอฟท์แวร์อยู่บ้าง คือ ฟังก์ชั่นกราฟฟิกส์ที่มีอยู่ในโปรแกรม จะเป็นคำสั่งง่าย ๆ และยังมีประสิทธิภาพต่ำมากเมื่อเทียบกับโปรแกรมสำหรับสร้างภาพกราฟฟิกส์ลายเส้นและโปรแกรมสำหรับงานเขียนแบบ การแสดงรายละเอียดของการเสริมเหล็กในรายการคำนวณจึงไม่สามารถทำให้เหมือนจริงได้อย่างสมบูรณ์แบบ ยังต้องทำการแก้ไขในขณะออกแบบอยู่บ้าง เช่น ในการออกแบบคาน เสา เป็นต้น ในส่วนของการออกแบบแผ่นพื้น และฐานราก การแก้ไขรายละเอียดการเสริมเหล็กค่อนข้างจะยุ่งยากมาก สำหรับผู้ที่ยังไม่ชำนาญในการใช้โปรแกรมเพียงพอ ให้ใช้ภาพกราฟฟิกส์ของรายละเอียดการเสริมเหล็กที่แสดงในตารางคำนวณ จะอยู่ในลักษณะของรูปแบบตัวอย่าง (Typical Detail) เท่านั้น โดยใช้ค่าตัวเลขที่แสดงในรายละเอียดการเสริมเหล็ก เป็นค่าที่ถูกต้องซึ่งผู้ออกแบบและผู้เขียนแบบจะต้องถือเป็นหลัก

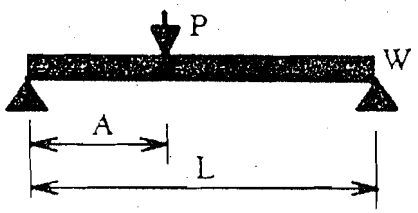
เอกสารอ้างอิง

1. คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมโยธา พ.ศ. 2533-2534 **"มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน"** ฉบับแก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 2 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ 2534

ONE WAY SLAB DESIGN
SIMPLY SUPPORTED SPAN

Project : Design Example
Slab No. S2

Date : 15-Apr-93
Engineer : Wichai S.



MATERIAL PROPERTIES

fc'	=	175	ksc.	n	=	10.14	
fc	=	65	ksc.	k	=	0.354	
fs	=	1,200	ksc.	j	=	0.882	
Ec	=	201,209	ksc.	R	=	10.160	ksc.
Es	=	2,040,000	ksc.	vc	=	7.01	ksc.

LOAD

P	=	0	kg.	A	=	0.00	m.
W	=	270	kg/m.	L	=	2.00	m.

DESIGNED SECTION

Width, b	=	100	cm.	Mmax	=	135	kg.- m.
Depth, t	=	10	cm.	Vmax	=	270	kg.
d'	=	2.5	cm.	Mr	=	571	kg.- m.
d	=	7.5	cm.	As	=	1.70	sq.cm.

REINFORCEMENT

Use RB 6 mm. @ 0.166 m.

CHECK FOR SHEAR

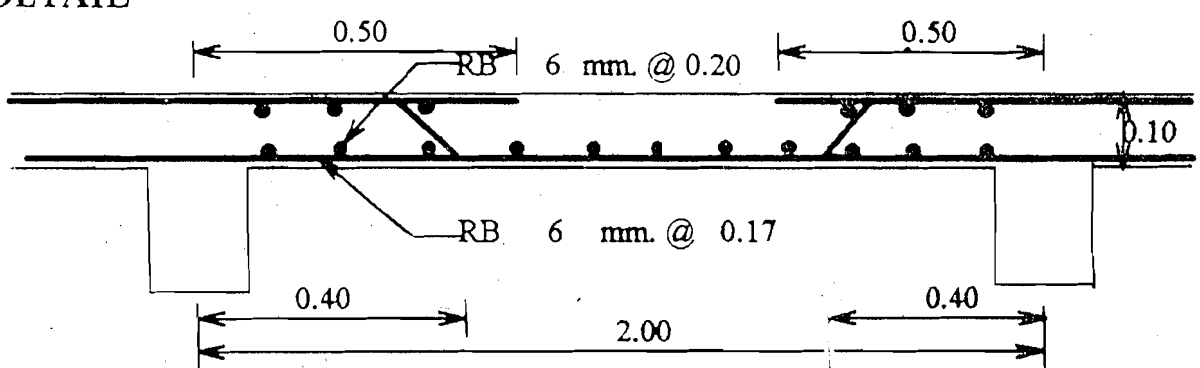
V conc.= Vc*b*d = 5,258 kg.

→ Vmax. = 270 Kg.

CHECK FOR BOND

U =	V/(perimeter*j*d)	=	3.60	ksc.
U allow.=	1.145*fc'^0.5/D	=	11.00 ksc.	for plain bars
U allow.=	2.29*fc'^0.5/D	=	25.00 ksc.	for deformed bars

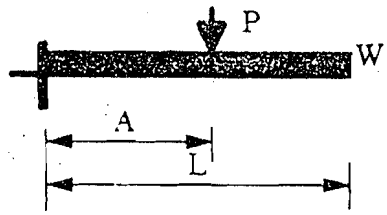
DETAIL



รูปที่ 1 ตัวอย่างตารางคำนวณออกแบบพื้นทางเดียวแบบช่วงเดียว

ONE WAY SLAB DESIGN
CANTILEVER SPAN

Project : Design Example Date : 15-Apr-93
Slab No. S1 Engineer : Wichai S.



MATERIAL PROPERTIES

fc'	=	175	ksc.	n	=	10.14	
fc	=	65	ksc.	k	=	0.354	
fs	=	1,200	ksc.	j	=	0.882	
Ec	=	201,209	ksc.	R	=	10.160	ksc.
Es	=	2,040,000	ksc.	vc	=	7.01	ksc.

LOAD

P	=	200	kg.	A	=	1.20	m.
W	=	270	kg/m.	L	=	1.20	m.

DESIGNED SECTION

Width, b	=	100	cm.	Mmax	=	434	kg.- m.
Depth, t	=	10	cm.	Vmax	=	524	kg.
d'	=	2.5	cm.	Mr	=	571	kg.- m.
d	=	7.5	cm.	As	=	5.47	sq.cm.

REINFORCEMENT

Use RB 6 mm. @ 0.052 m.

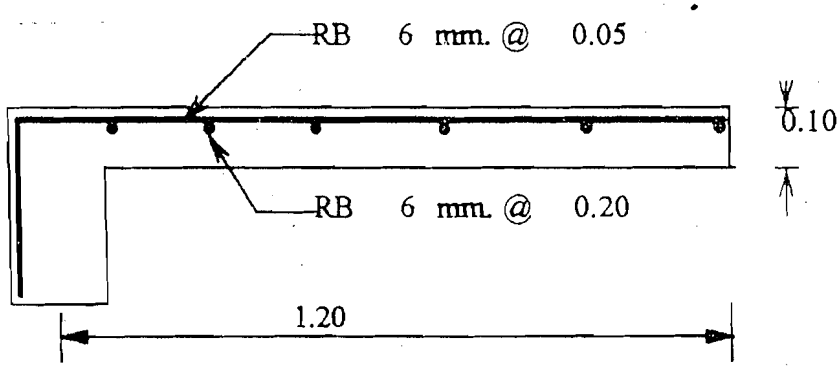
CHECK FOR SHEAR

V conc.= Vc*b*d = 5,258 kg.
→ Vmax. = 524 kg.

CHECK FOR BOND

U = V/(perimeter*j*d) = 2.17 ksc.
U allow.= 1.145*fc'^0.5/D = 11.00 ksc. for plain bars
U allow.= 2.29*fc'^0.5/D = 25.00 ksc. for deformed bars

DETAIL



รูปที่ 2 ตัวอย่างตารางคำนวณออกแบบพื้นทางเดียวแบบพื้นยื่น

TWO WAY SLAB DESIGN
CASE 1 : INTERIOR SPAN

Project Design Example
Slab No. S3
Date 15-Apr-93
Engineer Wichai S.

GEOMETRY

Short Span; S	3.00	m.	m = S/L	0.75	
Long Span; L	4.00	m.	Coef. (1 or 5/6)	1	

MATERIAL PROPERTIES

fc'	175	ksc.	n	10.139	
fc	65	ksc.	k	0.400	
fs	1,200	ksc.	j	0.867	
Ec	201,209	ksc.	R	13.64	
Es	2,040,000	ksc.			

LOAD

Live Load	150	kg/sq.m.	Floor Finished	50	kg/sq.m.

DESIGNED SECTION

Thickness	0.10	m.	Covering at Short Span	0.050	
Total Load	440	kg/sq.m.	Covering at Long Span	0.060	
Maximum Moment	204	kg.-m.	Required Eff. Depth	0.039	
Resisting Moment	341	kg.-m.	Required Thickness	0.089	m.

SHORT SPAN REINFORCEMENT

Use RB 6 @

Location	Coeff.	Moment	Reinf. Area	@
-M Cont.	0.052	204	3.92	0.072
-M Disc.	-	-	-	-
+M	0.039	152	2.93	0.096

LONG SPAN REINFORCEMENT

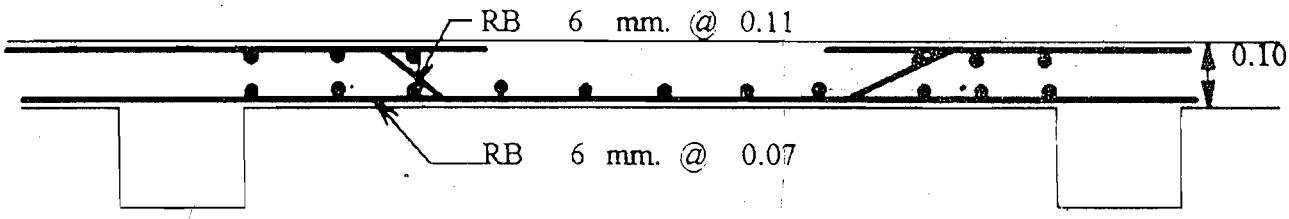
Use RB 6 @

Location	Coeff.	Moment	Reinf. Area	@
-M Cont.	0.033	131	2.51	0.113
-M Disc.	-	-	-	-
+M	0.025	99	2.38	0.119

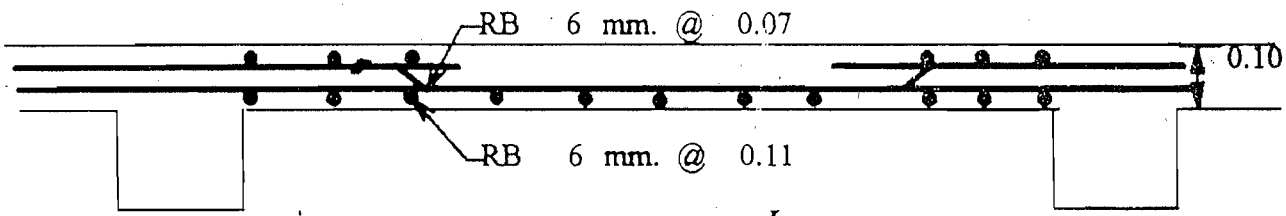
LOAD TRANSFERRED TO SUPPORTED BEAMS

Short Span	440	kg/m.	Long span	536	kg/m.

DETAIL OF SHORT SPAN



DETAIL OF LONG SPAN



รูปที่ 3 ตัวอย่างตารางคำนวณออกแบบแผ่นพื้น 2 ทาง

R/C BEAM DESIGN

Project : Design Example
Beam No. B1

Date : 15-Apr-93
Engineer : Wichai S.

MATERIAL PROPERTIES

fc'	175	ksc.	n	10.14	
fc	65	ksc.	k	0.354	
fs	1,200	ksc.	j	0.882	
Ec	201,209	ksc.	R	10.160	ksc.
Es	2,040,000	ksc.	vc	4.21	ksc.

DESIGNED SECTION

b	20	cm.	Mr	2,782	kg.- m.
t	40	cm.	M2	0	kg.- m.
d'	3.0	cm.	As1	6.90	sq.cm.
d	37.0	cm.	As2	0.00	sq.cm.
Mmax	2,700	kg.- m.	As	6.90	sq.cm.
Vmax	1,050	kg.	As'	0.00	sq.cm.

REINFORCEMENT

For As :-

Use	4	No. of bar diameter	15	mm. : Area	7.07	sq.cm.	
Use	0	No. of bar diameter	15	mm. : Area	0.00	sq.cm.	
				Total area	7.07	sq.cm.	O.K.
				===> As	6.90	sq.cm.	

For As' :-

Use	2	No. of bar diameter	15	mm. : Area	3.53	sq.cm.	
Use	0	No. of bar diameter	15	mm. : Area	0.00	sq.cm.	
				Total area	3.53	sq.cm.	O.K.
				===> As'	0.00	sq.cm.	

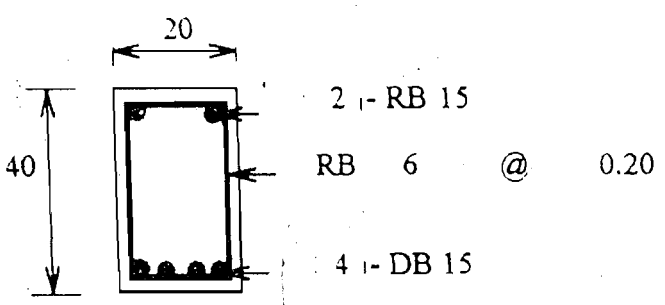
CHECK FOR SHEAR

V conc.=	Vc*b*d	3,113	kg., Vstir.	0	sq.cm.	
Use stirrup diameter =	6	mm. @	20	cm.		sq.cm.
V stirrup =	Av*fv*d/s	1,255	kg., V bent	0	sq.cm.	
Use	0	No. of bent up bar diameter	0	mm.		sq.cm.
V bent bar =	Av*fv*sin(45)	0	kg.	O.K.		sq.cm.

CHECK FOR BOND

U =	V/(perimeter*j*d)	1.71	ksc.
U allow.=	1.145*fc'^0.5/D	10.10	ksc. for plain bars
U allow.=	2.29*fc'^0.5 D	20.20	ksc. for deformed bars

DETAIL



รูปที่ 4 ตัวอย่างตารางคำนวณออกแบบคานหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า

TIED COLUMN DESIGN
AXIAL LOADING

Project Design Example — Date : 15-Apr-93
Column No. C1 — Engineer : Wichai S.

LOAD

Design column load	17,500	kgs.

MATERIAL PROPERTIES

Concrete strength (fc')	175	ksc.
Specified yield strength (fy)	1,200	ksc.
Allowable stress (fs = .4 fy)	480	ksc.

GEOMETRY

Dimension:	Side < a >	20	cm.
	Side < b >	20	cm.
	X area: (Ag)	400	sq.cm

REINFORCEMENT

Use 4 - RB 15 Area 7.07 sq.cm

Pg = Ast/Ag 0.0177

COLUMN CAPACITY

Formula: $P = 0.85\ Ag\ (\ 0.25\ fc' + fs\ Pg\ )$

Load resist by concrete (0.85 Ag .25 fc')	14,875	kgs.	
Load resist by reinf. (0.85 Ag fs Pg)	2,884	kgs.	
Total resisting load < P >	17,759	kgs.	O.K.
Design column load	17,500	kgs.	

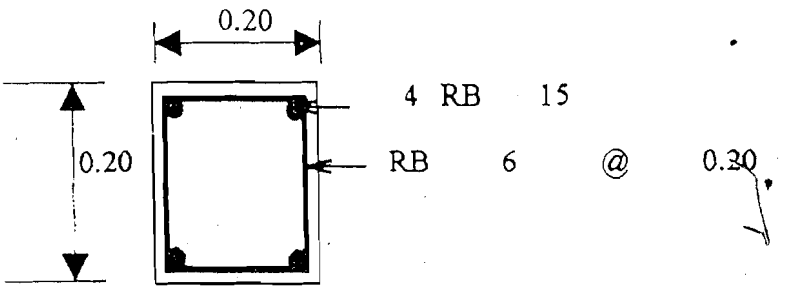
TIED BAR DESIGN

Use RB 6 @ 0.20 O.K.

MINIMUM SPACING OF TIED BAR

Least Dimension	0.20
16 * Main Bar Diameter	0.24
48 * Tied Bar Diameter	0.29

DETAIL

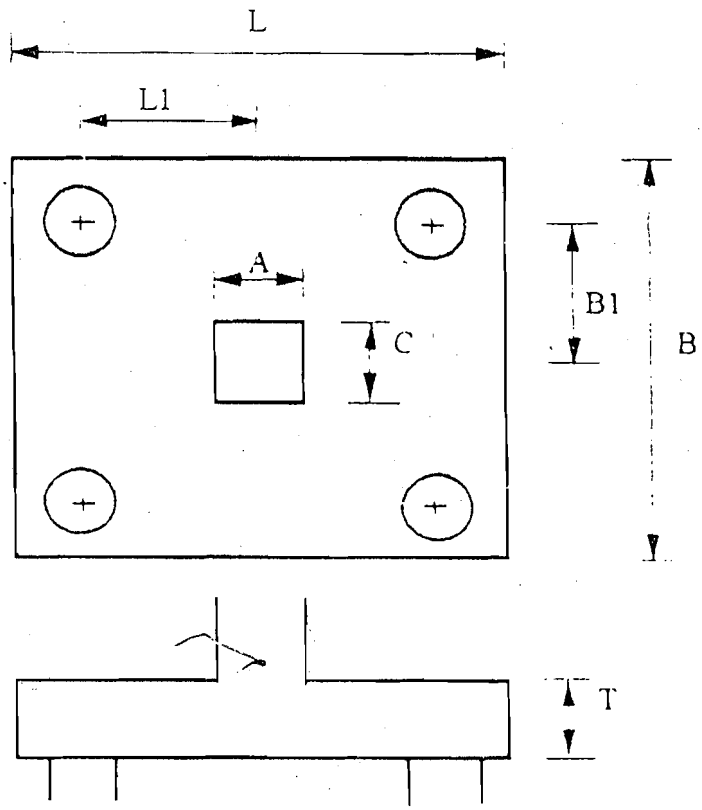


รูปที่ 5 ตัวอย่างตารางคำนวณออกแบบเสาหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า

PILE FOOTING DESIGN

Project Design Example
Footing No. F1

Date: 15-Apr-93
Engineer : Wichai S.



LOAD

Design column load	200,000	kg.	Pile Capacity	60,000	kg.

GEOMETRY OF FOOTING

Length L	3.00	m.	Total number of piles	4	each
Width B	3.00	m.	No. of pile for M-L	2	
Thickness T	1.10	m.	No. of pile for M-B	2	
Covering d'	0.125	m.	No. of pile for v(L)	2	
L1	0.90	m.	No. of pile for v(B)	2	
B1	0.90	m.	No.of pile for v(P)	4	

GEOMETRY OF COLUMN

A	0.50	m.	C	0.50	m.

MATERIAL PROPERTIES

fc'	175	ksc.	n	10.14
fs	1400	ksc.	k	0.363
vc (beam)	3.84	ksc.	j	0.879
vc (punching)	7.01	ksc.	R	12.57

ACTUAL LOAD

Weight of footing	23,760	kgs.	Actual load per pile	55,940	kgs.
Total loads on piles	223,760	kgs.			

รูปที่ 6 ตัวอย่างตารางคำนวณออกแบบฐานราก

CHECK FOR SHEAR ON BEAM

Shear V(B)	111,880	kgs.	v (B) = V/b d	3.82	ksc.
Shear V(L)	111,880	kgs.	v (B) allowable	3.84	ksc.
B	3.00	m.			
L	3.00	m.	v (L) = V/b d	3.82	ksc.
Depth d (T-d')	0.975	m.	v (L) allowable	3.84	ksc.

CHECK FOR PUNCHING SHEAR

Number of piles	4	each	Shear (V)	223,760	kgs.
A	0.50	m.	v = V/b d	3.89	ksc.
C	0.50	m.	v (punching) allowable	7.01	ksc.
Length; b = 2[(A+D)	5.90	m.			

MOMENT IN LONG (L) DIRECTION

Numbar of piles	2	each	Moment arm (L1-A/2)	0.65	m.
Load per pile	55,940	kgs.	Moment (M-L)	72,722	kg.-m.
Distance to C.G. colu	0.9	m.	Resisting moment (MR)	358,453	kg.-m.
			Reinforcement (As)	60.61	cm^2.

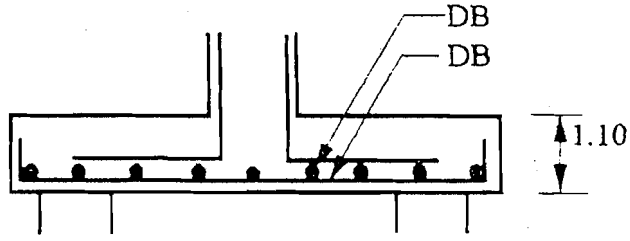
Used DB 25 No. of bar 12.3 spacing 0.251

MOMENT IN SHORT (B) DIRECTION

Number of piles	2	each	Moment arm (B1-C/2)	0.65	m.
Load per pile	55,940	kgs.	Moment (M-B)	72,722	kg.-m.
Distance to C.G. colu	0.9	m.	Resisting moment (MR)	358,453	kg.-m.
			Reinforcement (As)	60.61	cm^2.

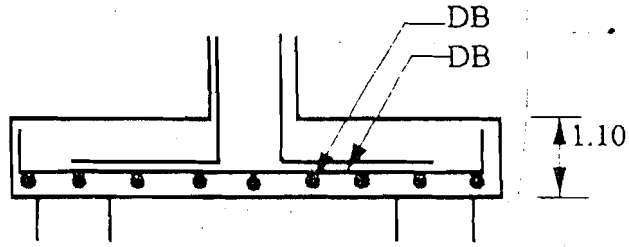
Used DB 25 No. of bar 12.3 spacing 0.251

DETAIL IN LONG DIRECTION



25 mm. @ 0.25
25 mm. @ 0.25

DETAIL IN SHORT DIRECTION



25 mm. @ 0.25
25 mm. @ 0.25

รูปที่ 6 (ต่อ)