บทที่ 4
ผลการดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาถึงการใช้งานโปรแกรม CADไท ในการออกแบบบันไดคอนกรีตเสริมเหล็กช่วงเดียวอย่างละเอียด เราได้พัฒนาโปรแกรมให้ใช้งานง่าย สะดวก รวดเร็ว และถูกต้องยิ่งขึ้น รวมถึงช่วยลดเวลาในการออกแบบและแก้ไขลงไป ถ้านำโปรแกรม CADไทไปเปรียบเทียบกับการคำนวณด้วยมือผลที่ได้ ได้ปริมาณเหล็กเท่ากัน สามารถนำไปใช้งานได้จริง

ตัวอย่างที่ 1

จงคำนวณออกแบบบันไดท้องเรียบและคานรับบันได หากความสูงระหว่างชั้นของอาคาร 2.1 เมตร บันไดมีลูกนอนกว้าง 0.25 เมตร ลูกตั้งกว้าง 0.175 เมตร ความยาวช่วงบันได 3 เมตร ใช้เหล็ก SR 24 และ f_c = 210 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และชานพักอยู่ที่ระดับกึ่งกลางความสูงระหว่างชั้น

วิธีทำ กำหนดความหนา = 0.12 เมตร

น้ำหนักบรรทุกคงที่ = 288 กิโลกรัม/ตารางเมตร

น้ำหนักบรรทุกจร = 300 กิโลกรัม/ตารางเมตร

น้ำหนักทั้งหมด = 288 + 300 = 588 กิโลกรัม/ตารางเมตร

ใช้เหล็ก SR24 ; $u = \frac{1.615.\sqrt{f_c'}}{D}$, f_y = 2400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

f_s = 1200 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต,

$$f_c = 0.45x210 = 94.5$$

หาค่าพารามิเตอร์

$$n = \frac{2040000}{(15210.\sqrt{210})} = 9$$

$$k = \frac{1}{1+\frac{1200}{9x94.5}} = 0.41$$

$$j = 1-\frac{0.41}{3} = 0.86$$

$$R = \frac{1}{2}.94.5.\ 0.86.\ 0.41 = 16.89$$

คิดค่าโมเมนต์สูงสุด

$$M_{max} = \frac{588 \times 3^2}{8}$$

$$= 661.5 \text{ กิโลกรัม-เมตร}$$

คิดค่าแรงเฉือนสูงสุด

$$V_{max} = \frac{588 \times 3}{2}$$

$$= 882 \text{ กิโลกรัม}$$

ความหนาที่ใช้

$$d = 0.12 - 0.025 - \frac{0.012}{2}$$

$$= 0.089 \text{ เมตร}$$

โมเมนต์ที่ต้องการ

$$M_r = 16.89 \times 1.00 \times 8.9^2$$

$$= 1337.74 > 661.5 \text{ กิโลกรัม-เมตร} \quad \text{ใช้ได้}$$

แรงเฉือนที่ต้องการ

$$V_c = 0.29 \times \sqrt{210} \times 100 \times 8.9$$

$$= 3740.22 > 882 \text{ กิโลกรัม} \quad \text{ใช้ได้}$$

พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริม

$$A_s = \frac{661.5}{1200 \times 0.862 \times 0.089}$$

$$= 7.19 \text{ ตารางเซนติเมตร (ใช้ RB 12 มิลลิเมตร @ 0.125 เมตร, } A_s = 9.04 \text{ ตารางเซนติเมตร)}$$

หน่วยแรงยึดหน่วง

$$u = \frac{1.165 \times \sqrt{210}}{0.9}$$

$$\leq 11 \quad \text{(ใช้ 11 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)}$$

ผลรวมของเส้นรอบรูปของเหล็กเสริม

$$\sum_0 = \frac{882}{11 \times 0.862 \times 8.9}$$

$$= 10.45 \text{ เซนติเมตร}$$

พื้นที่หน้าตัดเหล็กปลอก

$$A_{s-min} = 0.0025 \times 100 \times 12$$

$$= 3.00 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

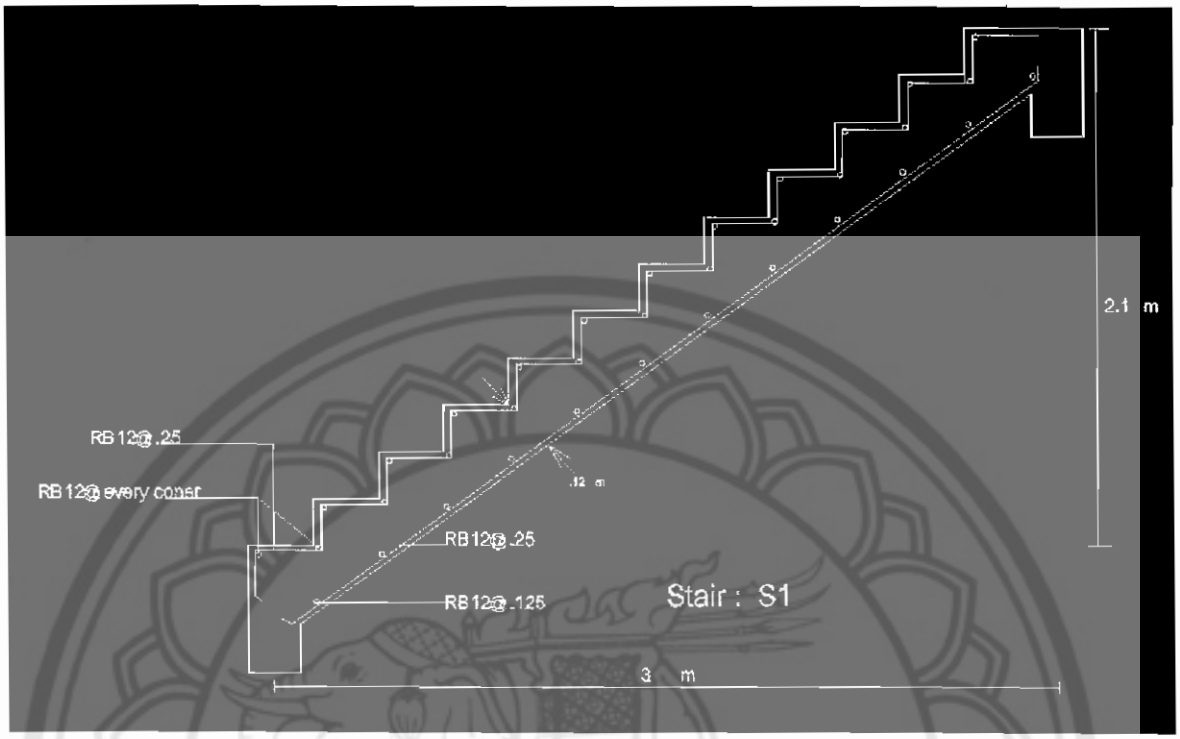
(ใช้ RB 12 มิลลิเมตร @ 0.25 เมตร, A_s = 4.52 ตารางเซนติเมตร)

ผลการคำนวณในโปรแกรม CADไท

INPUT										
ความยาวช่วงบันได	3	m								
จำนวนขั้น	[illegible]	ขั้น								
ความหนา	[illegible]	m								
น้ำหนักบรรทุกคงที่	288	kg/m^2								
น้ำหนักบรรทุกจร	[illegible]	kg/m^2								
น้ำหนักทั้งหมด	588	kg/m^2								
ความสูงช่วงบันได	2.1	m								
ความสูงระหว่างขั้น(ลูกตั้ง)	[illegible]	m								
ความยาวระหว่างขั้น(ลูกนอน)	[illegible]	m								
ระยะห้ม	[illegible]	m								
ใช้เหล็ก	[illegible]	mm								
เหล็กข้นคุณภาพ	[illegible]	SR24 / SD30 / SD40								
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, f_s	1,200	ksc								
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, E_s	2,040,000	ksc								
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f_c	[illegible]	ksc								
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, f_c	94.50	ksc								
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต, E_c	220,414.	ksc								
OUTPUT	n	=	9.00							
	k	=	0.41							
	j	=	0.86							
	R	=	16.89	ksc						
	M_{max}	=	661.50	kg-m						
	V_{max}	=	882.00	kg						
	d_{min}	=	6.26	cm						
	d	=	0.09	m						
	M_r	=	1337.74	kg-m	ใช้ได้					
	V_c	=	3740.22	kg	ใช้ได้					
	A_s	=	7.19	cm^2	use ใช้	RB	12@	[illegible]	9.05	ใช้ได้
	u	=	26.30		11ksc					
	$\sum o$	=	10.45	cm						
	$A_{s\text{-temp}}$	=	3	cm^2	use	RB	12@	[illegible]	4.52	ใช้ได้

รูปที่ 4.1 การคำนวณในและรายละเอียดของโปรแกรม

เมื่อโปรแกรมทำการรับค่าแล้วจะทำการวิเคราะห์และวาดรูปออกแบบโครงสร้าง



รูปที่ 4.2 การวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้าง

และเมื่อนำโปรแกรม CAD ไทไปเปรียบเทียบกับการคำนวณด้วยมือผลที่ได้ ได้ปริมาณเหล็กเท่ากัน สามารถนำไปใช้งานได้จริง

ตัวอย่างที่ 2

จงคำนวณออกแบบบันไดห้องเรียบและคานรับบันได หากความสูงระหว่างชั้นของอาคาร 2.1 เมตร บันไดมีลูกนอนกว้าง 0.25 เมตร ลูกตั้งกว้าง 0.175 เมตร ความยาวช่วงบันได 3 เมตร ใช้เหล็ก SR 24 และ $f_c' = 210$ กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และชานพักอยู่ที่ระดับกึ่งกลางความสูงระหว่างชั้น

วิธีทำ กำหนดความหนา = 0.10 เมตร

น้ำหนักบรรทุกคงที่ = 240 กิโลกรัม/ตารางเมตร

น้ำหนักบรรทุกจร = 300 กิโลกรัม/ตารางเมตร

น้ำหนักทั้งหมด = 240 + 300 = 540 กิโลกรัม/ตารางเมตร

ใช้เหล็ก SR24 ; $u = \frac{1.615\sqrt{f_c'}}{D}$, $f_y = 2400$ กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

$f_s = 1200$ กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต,

$$f_c = 0.45x210 = 94.5$$

หาค่าพารามิเตอร์

$$n = \frac{2040000}{(15210.\sqrt{210})} = 9$$

$$k = \frac{1}{1+\frac{1200}{9x94.5}} = 0.41$$

$$j = 1-\frac{0.41}{3} = 0.86$$

$$R = \frac{1}{2}.94.5.\ 0.86.\ 0.41 = 16.89$$

คิดค่าโมเมนต์สูงสุด

$$M_{max} = \frac{540\times 3^2}{8}$$

$$= 607.50 \text{ กิโลกรัม-เมตร}$$

คิดค่าแรงเฉือนสูงสุด

$$V_{max} = \frac{540\times 3}{2}$$

$$= 810 \text{ กิโลกรัม}$$

ความหนาที่ใช้

$$d = 0.1 - 0.025 - \frac{0.012}{2}$$

$$= 0.07 \text{ เมตร}$$

โมเมนต์ที่ต้องการ

$$M_r = 16.89 \times 1.00 \times 7^2$$

$$= 839.40 > 607.50 \text{ กิโลกรัม-เมตร}$$ ใช้ได้

แรงเฉือนที่ต้องการ

$$V_c = 0.29 \times \sqrt{210} \times 100 \times 7$$

$$= 2962.76 > 810 \text{ กิโลกรัม}$$ ใช้ได้

พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริม

$$A_s = \frac{607.50}{1200 \times 0.862 \times 0.07}$$

$$= 8.33 \text{ ตารางเซนติเมตร (ใช้ RB 9 มิลลิเมตร @ 0.075 เมตร, } A_s = 8.48 \text{ ตารางเซนติเมตร)}$$

หน่วยแรงยึดหน่วง

$$u = \frac{1.165 \times \sqrt{210}}{0.9}$$

$$\leq 11 \quad \text{(ใช้ 11 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)}$$

ผลรวมของเส้นรอบรูปของเหล็กเสริม

$$\sum_0 = \frac{810}{11 \times 0.862 \times 7}$$

$$= 12.12 \text{ เซนติเมตร}$$

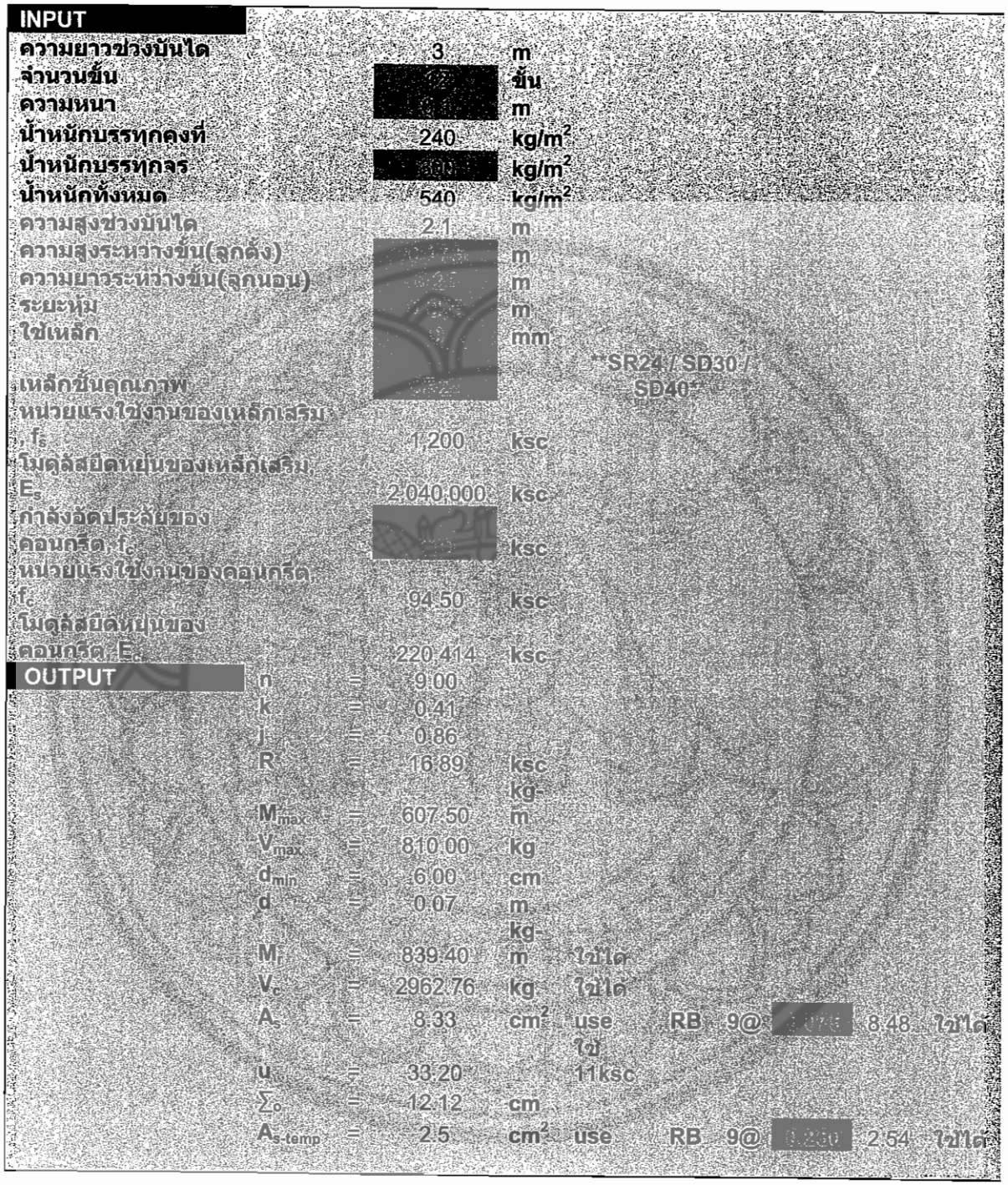
พื้นที่หน้าตัดเหล็กปลอก

$$A_{s-\min} = 0.0025 \times 100 \times 10$$

$$= 2.5 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

(ใช้ RB 9 มิลลิเมตร @ 0.25 เมตร, $A_s = 2.54$ ตารางเซนติเมตร)

ผลการคำนวณในโปรแกรม CADไท

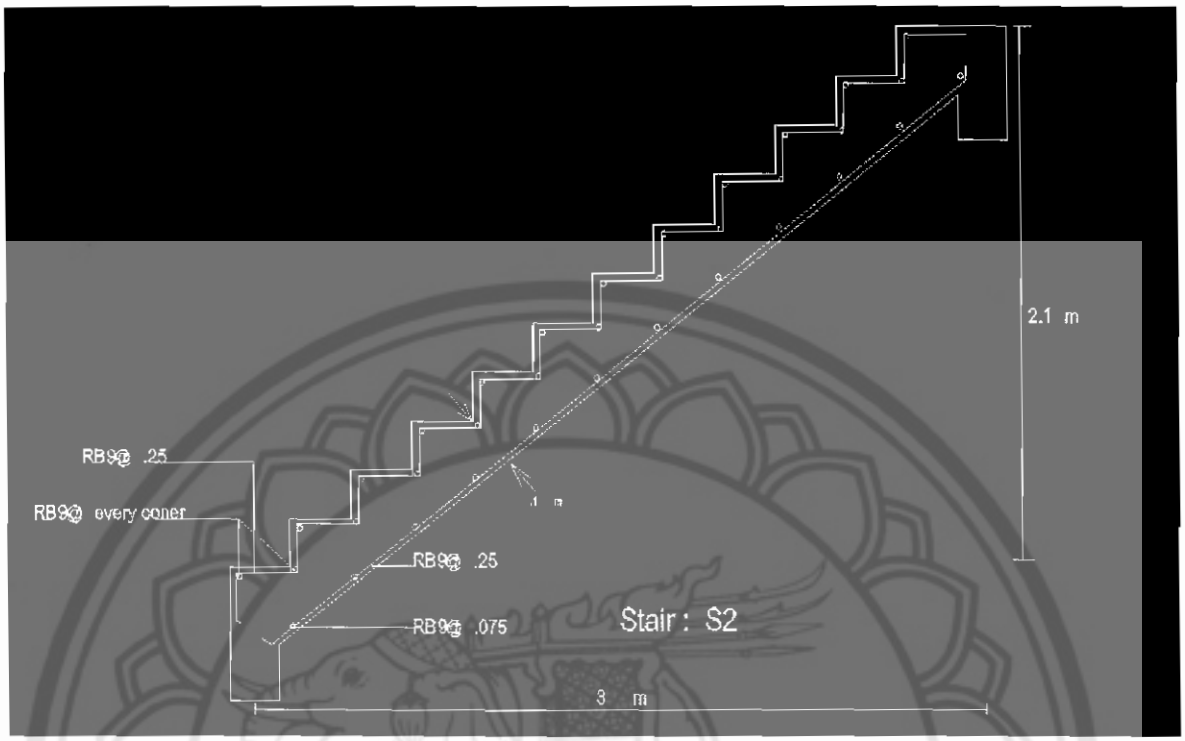


INPUT			
ความยาวช่วงบันได	3	m	
จำนวนขั้น	[illegible]	ขั้น	
ความหนา	[illegible]	m	
น้ำหนักบรรทุกคงที่	240	kg/m^2	
น้ำหนักบรรทุกจร	[illegible]	kg/m^2	
น้ำหนักทั้งหมด	540	kg/m^2	
ความสูงช่วงบันได	2.1	m	
ความสูงระหว่างขั้น(ลูกตั้ง)	[illegible]	m	
ความยาวระหว่างขั้น(ลูกนอน)	[illegible]	m	
ระยะหุ้ม	[illegible]	m	
ใช้เหล็ก	[illegible]	mm	
เหล็กชั้นคุณภาพ			**SR24 / SD30 / SD40**
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, f_s	1,200	ksc	
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม E_s	2,040,000	ksc	
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต f'_c	[illegible]	ksc	
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต f_c	94.50	ksc	
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต E_c	220,414	ksc	

OUTPUT								
n	=	9.00						
k	=	0.41						
j	=	0.86						
R	=	16.89	ksc					
M'_{max}	=	607.50	kg-m					
V_{max}	=	810.00	kg					
d_{min}	=	6.00	cm					
d	=	0.07	m					
M_r	=	839.40	kg-m	ใช้ได้				
V_c	=	2962.76	kg	ใช้ได้				
A_s	=	8.33	cm^2	use	RB	9@ [illegible]	8.48	ใช้ได้
u	=	33.20	ksc	ใช้ 11ksc				
$\sum_o$	=	12.12	cm					
$A_{s\text{-temp}}$	=	2.5	cm^2	use	RB	9@ [illegible]	2.54	ใช้ได้

รูปที่ 4.3 การคำนวณในและรายละเอียดของโปรแกรม

เมื่อโปรแกรมทำการรับค่าแล้วจะทำการวิเคราะห์และวาดรูปออกแบบโครงสร้าง



รูปที่ 4.4 การวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้าง

และเมื่อนำโปรแกรม CAD ไทไปเปรียบเทียบกับการคำนวณด้วยมือผลที่ได้ ได้ปริมาณเหล็กเท่ากัน สามารถนำไปใช้งานได้จริง