

**Legend**

⊙	Lighting pole	⊗	DP Distribution Panel
⊠	Hand Hob	□	Pullbox
⊠	Hand Hob (It is shared with Traffic Signal Light)	—	Cable for Street Light
⊠	Hand Hob (It is shared with Traffic Signal Light)	—	14sq / 8sq / 5.5sq / 3.5sq-2C
⊠	under Vehicle Lane part with Conduits	○	Boil line symbol - Relocation

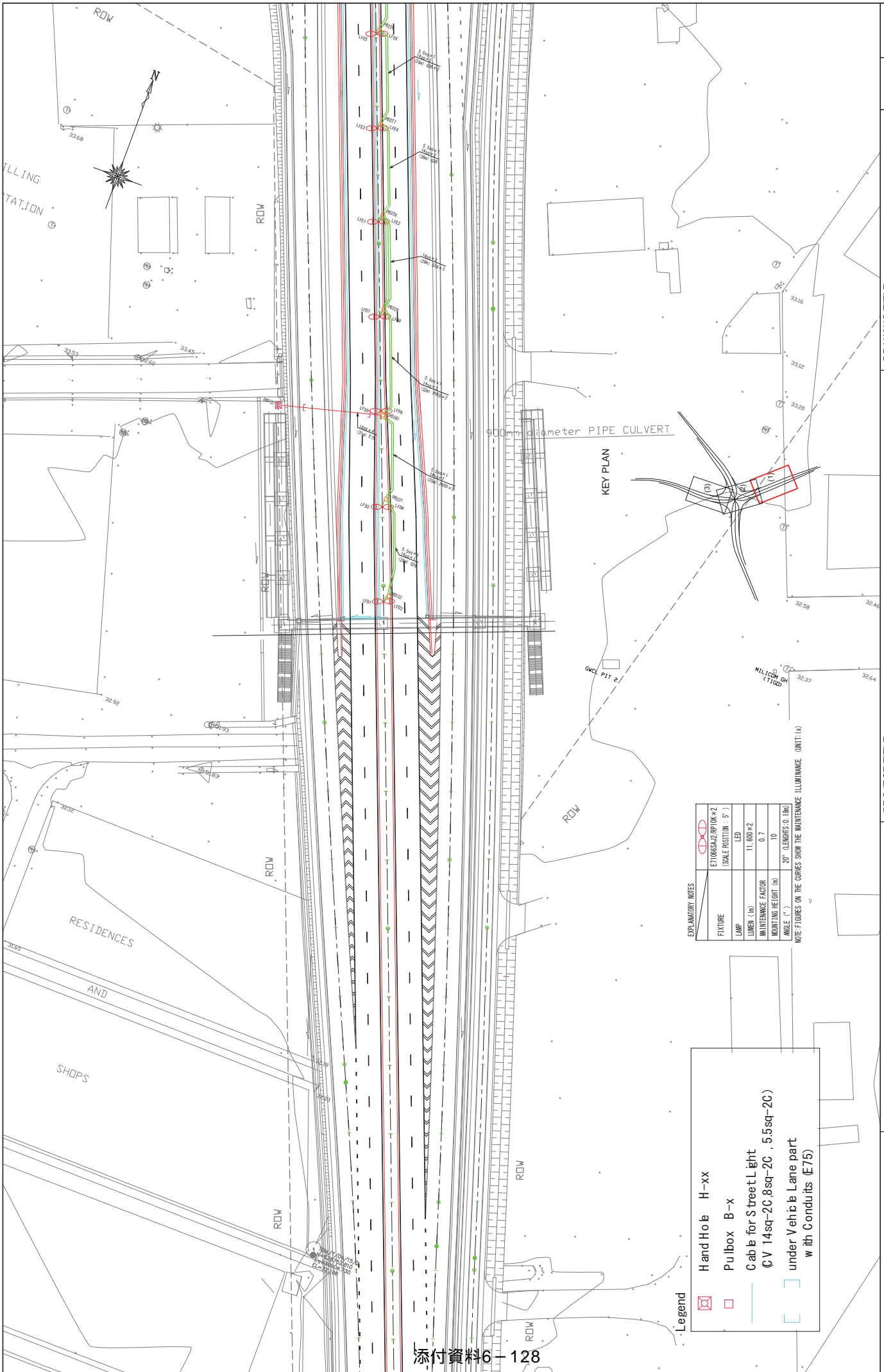
**EXPLANATORY NOTES**

FIXTURE	LED	E7707SAI2/PT10K (SCALE POSITION : 20' )	E7707SAI9/WCE07L (SCALE POSITION : 20' )	E7707SAI9/KCE15C (SCALE POSITION : 5' )	E7707SAI9/KCE09C (SCALE POSITION : 20' )
LAMP	LED	8,100	17,000	17,000	11,600
LUMEN (lm)	LED	0.7	0.7	0.7	0.7
MAINTENANCE FACTOR		10	10	11.5	5.5
MOUNTING HEIGHT (m)		0°	0°	20°	15°
ANGLE (°)		Concrete TYPE	Concrete TYPE	Concrete TYPE	Concrete TYPE
Foundation TYPE		Concrete TYPE	Concrete TYPE	Concrete TYPE	Concrete TYPE

(NOTE: Foundation TYPE of LA6, LA7, LA12, LA13 are Concrete TYPE B)

添付資料6-127

SCALE (A 1/800)	DRAWING NO.
	RL-01
PROJECT TITLE:	
THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)	
DRAWING TITLE:	
ROAD LIGHT(1) Layout Plan of Street Light (PHASE 2)	
GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	



EXPLANATORY NOTES

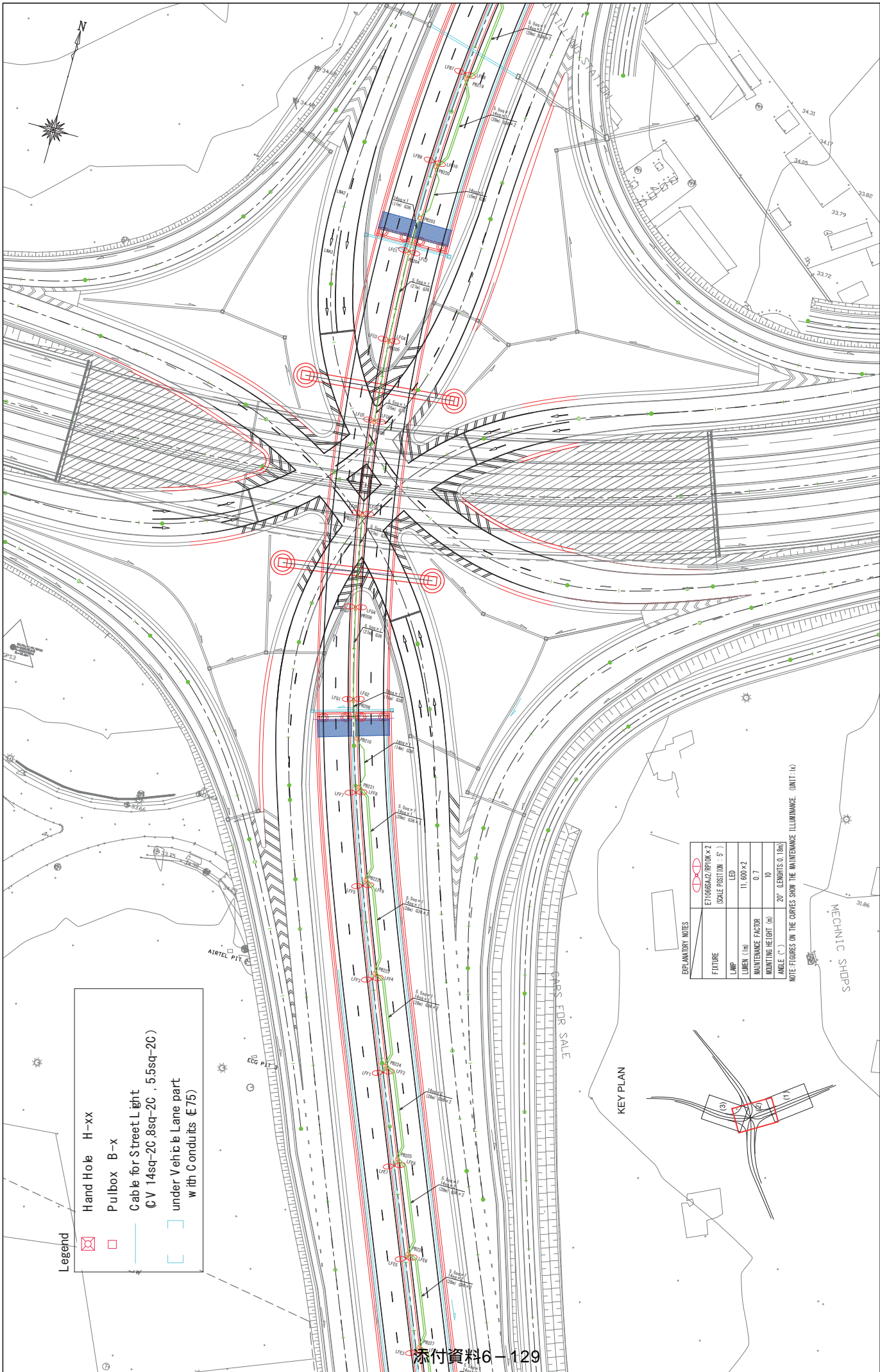
FIXTURE	E7108SKAZRFLKX-2 (SCALE POSITION - 5' )
LAMP	LED
LUMEN (lm)	11,600x2
MAINTENANCE FACTOR	0.7
MOUNTING HEIGHT (m)	10
ANGLE (°)	20° (LENGTHS 0.18m)

NOTE: FIGURES ON THE CURVES SHOW THE MAINTENANCE ILLUMINANCE. (UNIT: lx)

Legend

- Hand Hole H-xx
- Puibox B-x
- Cabinet for Street Light  
(CV 14sq-2C, 8sq-2C, 5.5sq-2C)
- under Vehicle Lane part  
with Conduits (E75)

GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	PROJECT TITLE: <b>THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)</b>
DRAWING TITLE: <b>ROAD LIGHT(2)          Layout Plan of Street Light (Flyover) (1/3)</b>		SCALE (A 1:800) DRAWING NO. <b>RL-02</b>



**Legend**

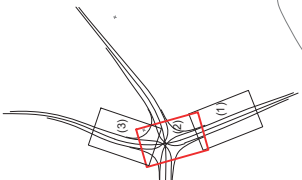
	Hand Hole	H-xx
	Pulbox	B-x
	Cable for Street Light	(CV 14sq-2C, 8sq-2C, 5.5sq-2C)
	Under-Vehicle Lane part with Conduits (€ 75)	

**EXPLANATORY NOTES**

FEATURE	ET108362/PTOK x 2
LAMP	LED
LUMEN (lm)	11,600 x 2
MAINTENANCE FACTOR	0.7
MOUNTING HEIGHT (m)	10
ANGLE (°)	20° (LENGTHS: 0.15m)

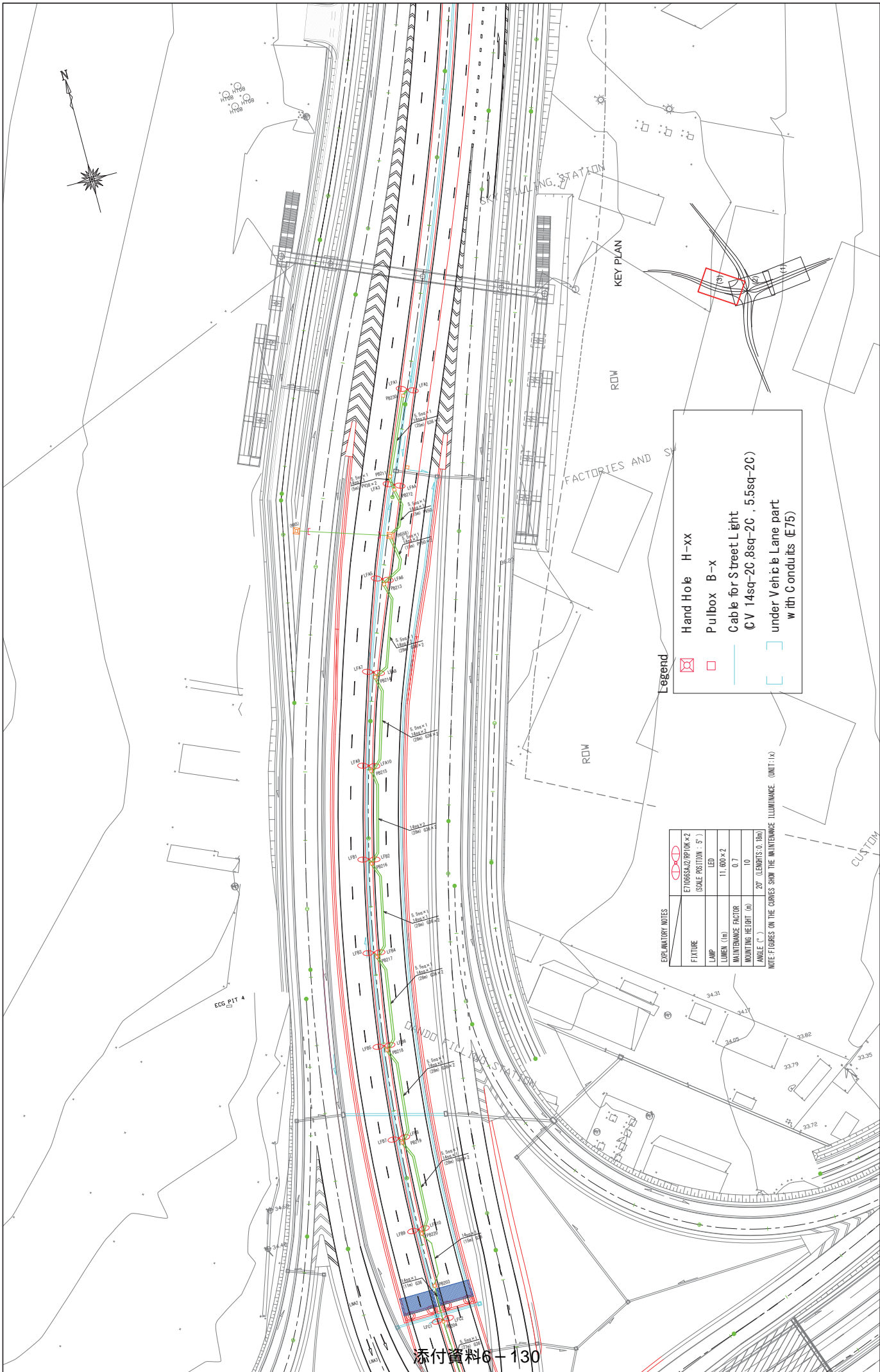
NOTE: FIGURES ON THE CURVES SHOW THE MAINTENANCE ILLUMINANCE. (UNIT: lx)

KEY PLAN



添付資料6-129

PROJECT TITLE: <b>THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)</b>	DRAWING NO. RL-03
	SCALE (A 1:800)
DRAWING TITLE: <b>ROAD LIGHT(3)          Layout Plan of Street Light (Flyover) (2/3)</b>	
CLIENT: <b>CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD.          JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY</b>	
AUTHORITY: <b>GHANA HIGHWAY AUTHORITY          MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS          REPUBLIC OF GHANA</b>	



添付資料6-130

GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)	DRAWING NO.: RL-04
		DRAWING TITLE: ROAD LIGHT(4) Layout Plan of Street Light (Flyover) (3/3)	SCALE (A 1:500)

EXPLANATORY NOTES

FIXTURE	ET1065A/2 RPT10K x 2
LAMP	LED
LUMEN (lm)	11,000 x 2
MAINTENANCE FACTOR	0.7
MOUNTING HEIGHT (m)	10
ANGLE (°)	20° (LENGTHS: 0.10m)

NOTE: FIGURES ON THE CURVES SHOW THE MAINTENANCE ILLUMINANCE. (UNIT: lx)

Legend

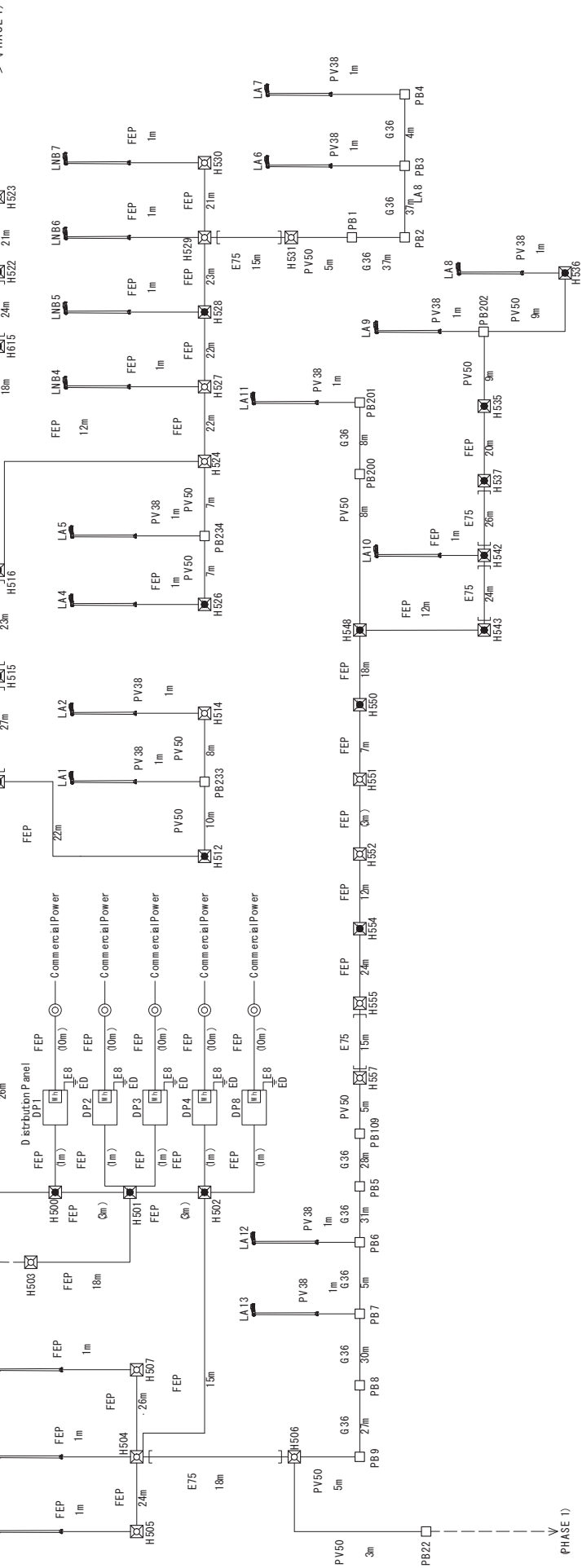
	Hand Hole	H-xx
	Pulbox	B-x
	Cable for Street Light	(C V 14sq-2C, 8sq-2C, 5.5sq-2C)
	under Vehicle Lane part	with C conduits (E75)

Legend

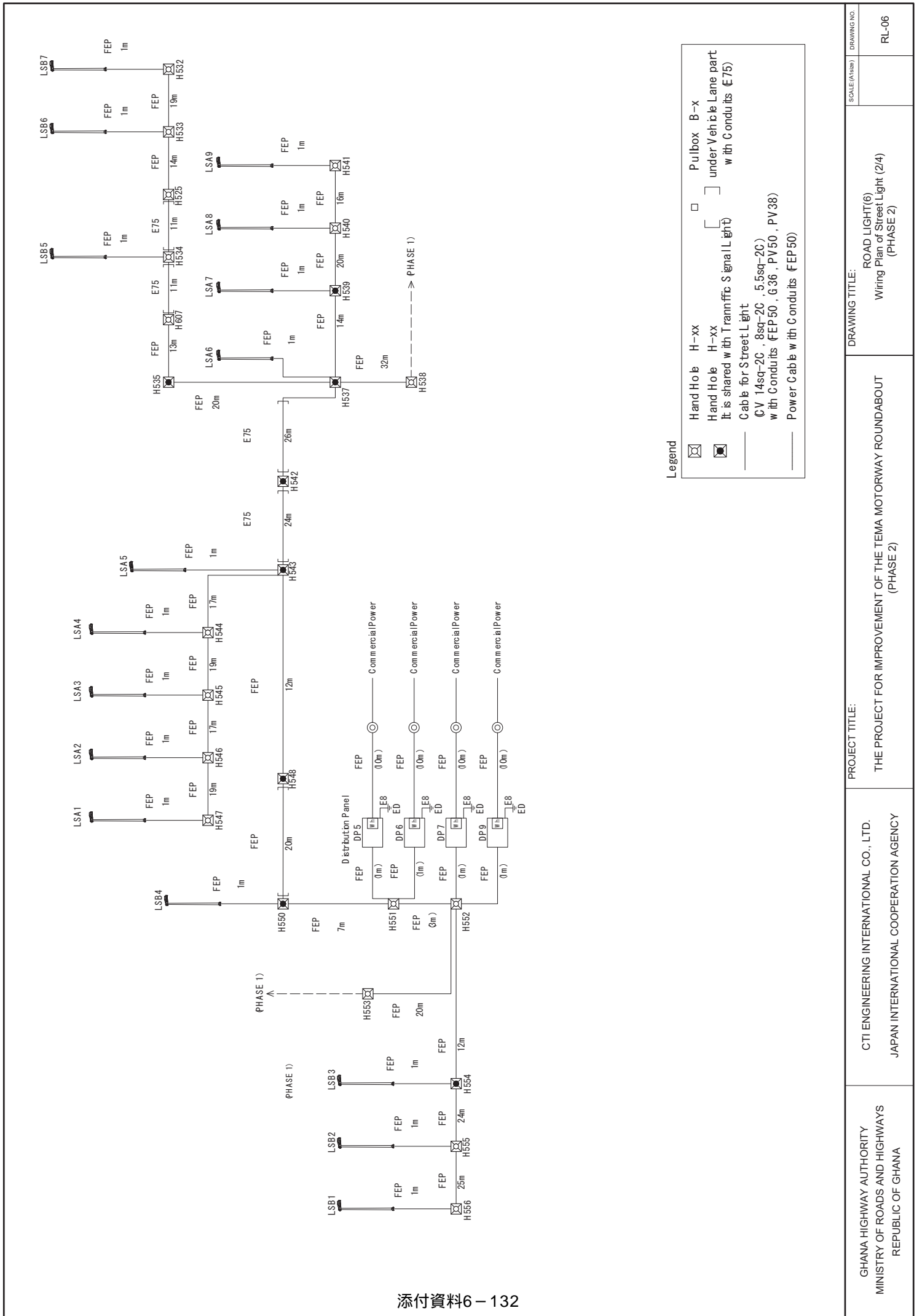
- Hand Hole H-xx
- Hand Hole H-xx
- Cable for Street Light (CV 14sq-2C, 8sq-2C, 5.5sq-2C) with Conduits (FEP50, G36, PV50, PV38)
- Pulbox B-x

It is shared with Traffic Signal (Light) under Vehicle Lane part with Conduits (FEP50, G36, PV50, PV38)

Power Cable with Conduits (FEP50)



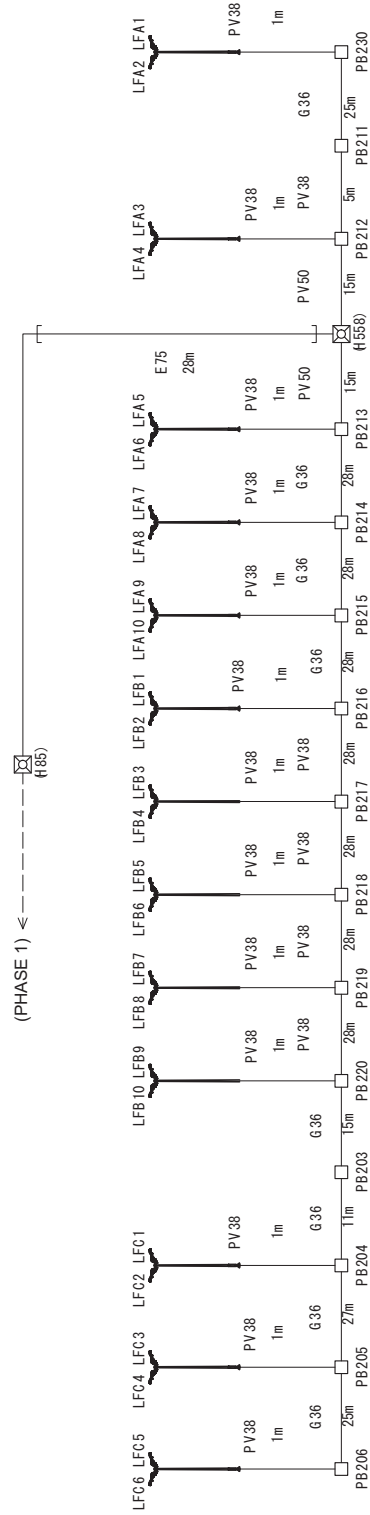
DRAWING NO.	ROAD LIGHT(5) Wiring Plan of Street Light (1/4) (PHASE 2)	PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)	GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA
SCALE (A1/100)	DRAWING TITLE: ROAD LIGHT(5) Wiring Plan of Street Light (1/4) (PHASE 2)		CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
RL-05			



Legend

- ☒ Hand Hole H-xx
- ☒ Hand Hole H-xx under Vehicle Lane part with Conduits (€75)
- ☒ Cable for Street Light (CV 14sq-2C, 8sq-2C, 5.5sq-2C) with Conduits FEP50, G36, PV50, PV38)
- ☒ Power Cable with Conduits FEP50
- ☐ Pulibox B-x

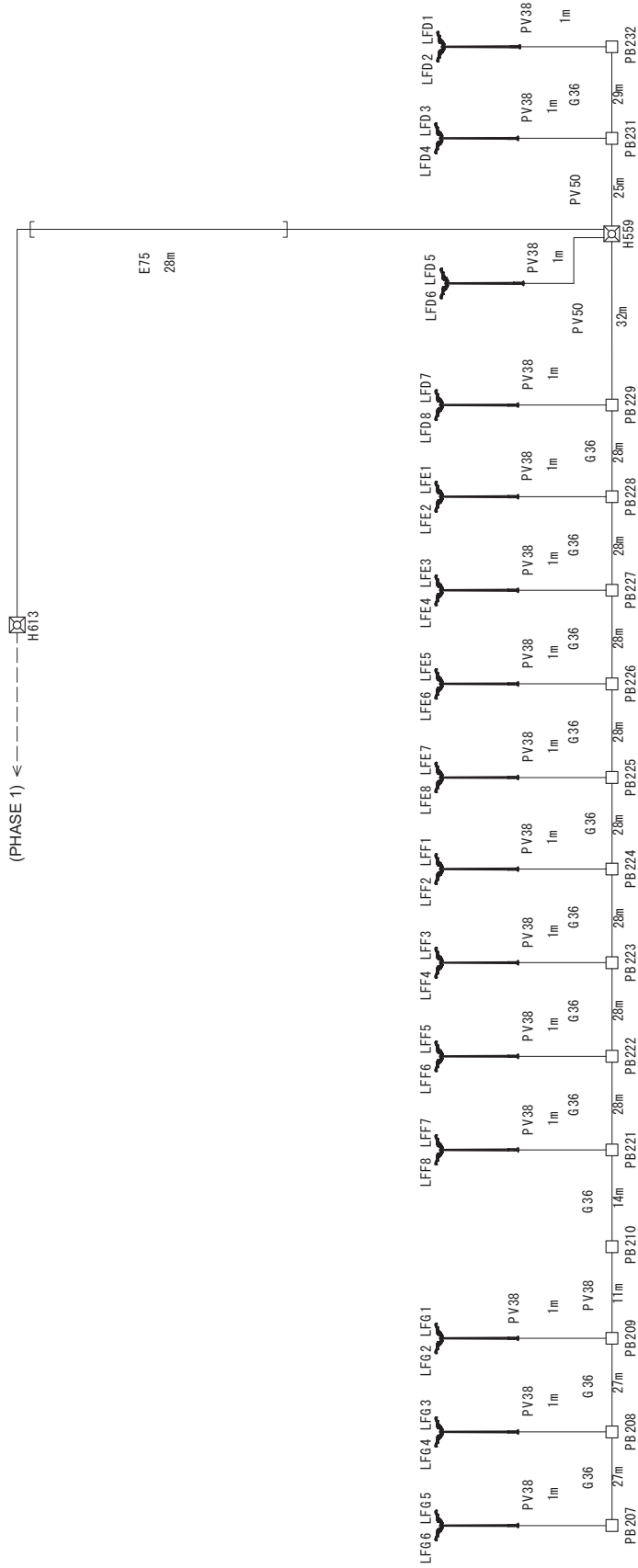
GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)	DRAWING TITLE: ROAD LIGHT(6) Wiring Plan of Street Light (2/4) (PHASE 2)
	SCALE (A1199)	DRAWING NO.
		RL-06



Legend

- Hand Hole H-xx
- Pulbox B-x
- Cable for Street Light (V 8sq-2C . 5.5sq-2C) with Conduits (FEP50)
- Power Cable with Conduits (FEP50)
- under Vehicle Lane part with Conduits (E75)

GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)	DRAWING TITLE: ROAD LIGHT(7) Wiring Plan of Street Light (3/4) (PHASE 2)	SCALE (A1/100) DRAWING NO. RL-07
--	---	--	---	--



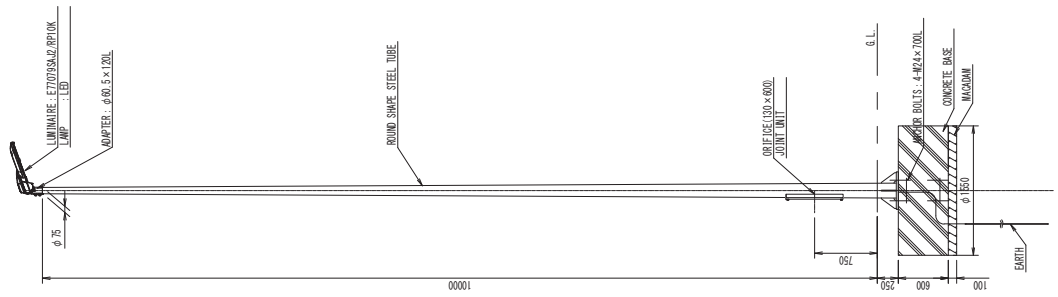
Legend

- Hand Ho b H-xx
  - Pulbox B-x
  - Cable for Street Light (CV 8sq-2C, 5.5sq-2C) with Conduits (FEP50)
  - Power Cable with Conduits (FEP50)
- under Vehicle Lane part with Conduits (F75)

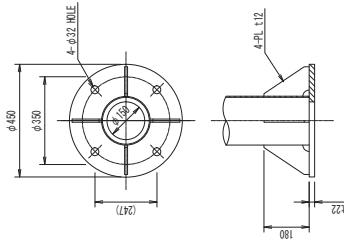
GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)	DRAWING TITLE: ROAD LIGHT(8) Wiring Plan of Street Light (4/4) (PHASE 2)	SCALE(A1/100) DRAWING NO. RL-08
--	--	---	---------------------------------------



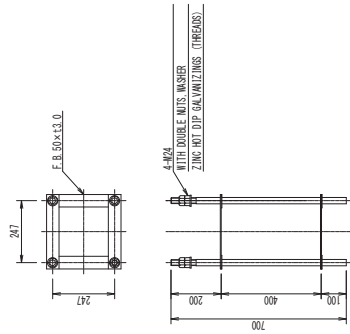
ELEVATION DIAGRAM OF LIGHTING



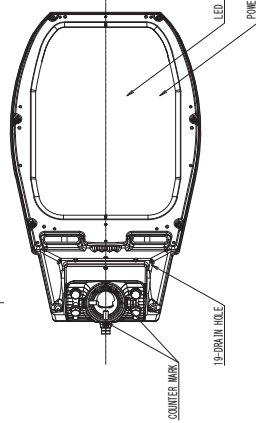
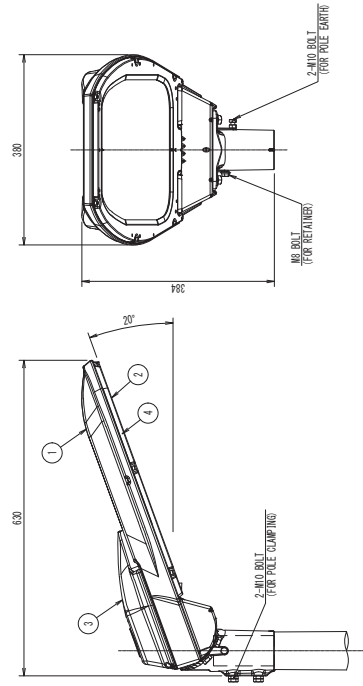
BASE-PLATE DETAIL



ANCHOR BOLTS DETAIL



LUMINAIRE DETAIL



No.	PARTS	MATERIAL	Q T	SUMMARY
1	BODY	ALUMINUM ALLOY DIE CASTING	1	
2	FRAME	ALUMINUM ALLOY DIE CASTING	1	
3	COVER	ALUMINUM ALLOY DIE CASTING	1	
4	FRONT GLASS	FIBERED GLASS T4	1	CLEAR

GHANA HIGHWAY AUTHORITY  
 MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS  
 REPUBLIC OF GHANA

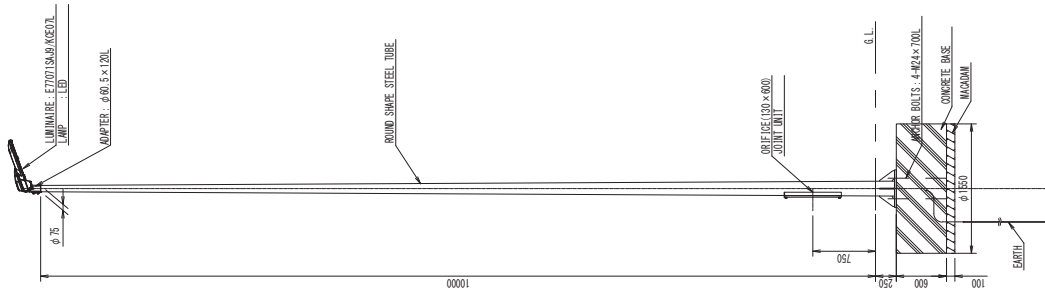
PROJECT TITLE:  
 THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT  
 PHASE 2

DRAWING TITLE:  
 ROAD LIGHT(9)  
 Installation and Detail Drawing of Street Light  
 (Type 1 Pole10m)

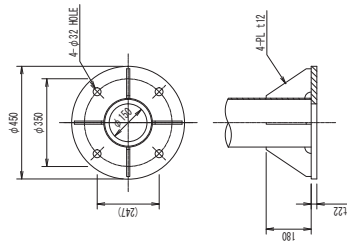
SCALE: (A1100)

DRAWING NO:  
 RL-09

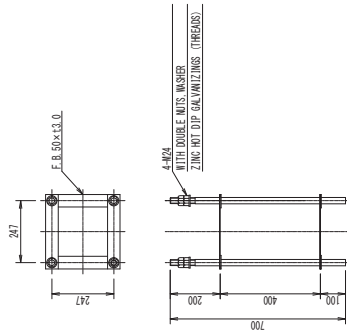
ELEVATION DIAGRAM OF LIGHTING S=1:30



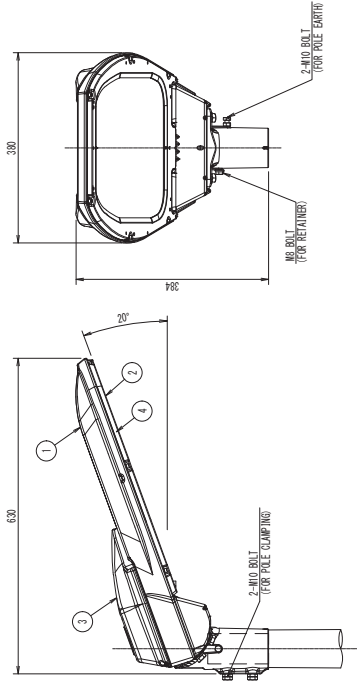
BASE-PLATE DETAIL S=1:10



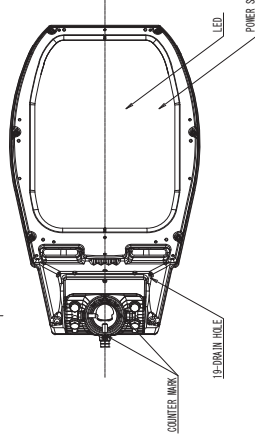
ANCHOR BOLTS DETAIL S=1:10



LUMINAIRE DETAIL S=1:5



NO.	PARTS	MATERIAL	Q T Y	SUMMARY
1	BODY	ALUMINUM DIE CASTING	1	
2	FRAME	ALUMINUM DIE CASTING	1	
3	REFLECTOR	ALUMINUM DIE CASTING	1	
4	FRONT GLASS	FIBERED GLASS 14	1	CLEAR



GHANA HIGHWAY AUTHORITY  
 MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS  
 REPUBLIC OF GHANA

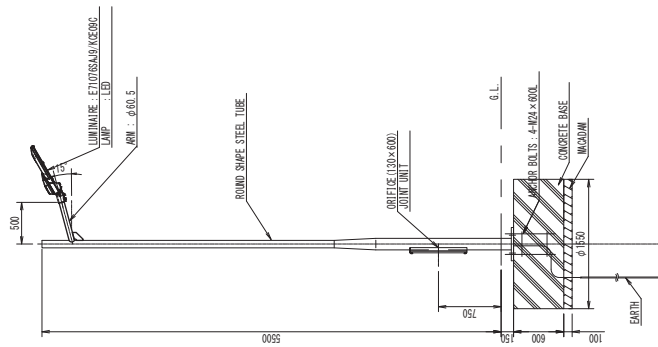
PROJECT TITLE:  
 THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT  
 PHASE 2)

DRAWING TITLE:  
 ROAD LIGHT(10)  
 Installation and Detail Drawing of Street Light  
 (Type2 Pole10m)

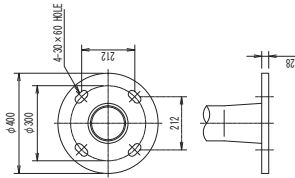
SCALE (A1100)

DRAWING NO.  
 RL-10

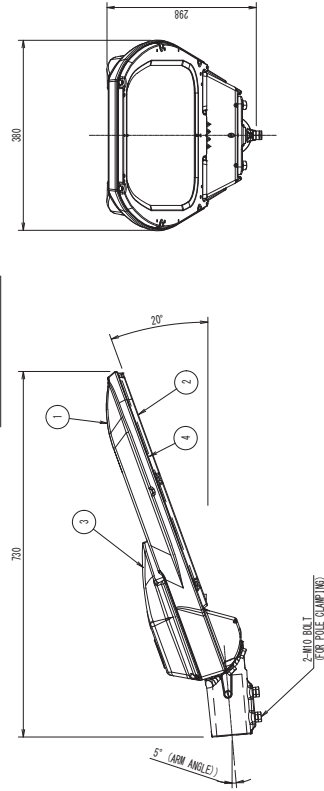
ELEVATION DIAGRAM OF LIGHTING S=1:30



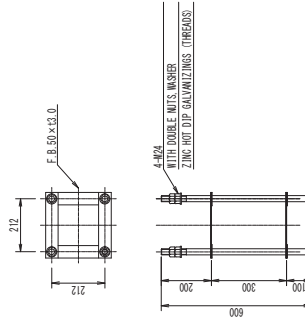
BASE-PLATE DETAIL S=1:10



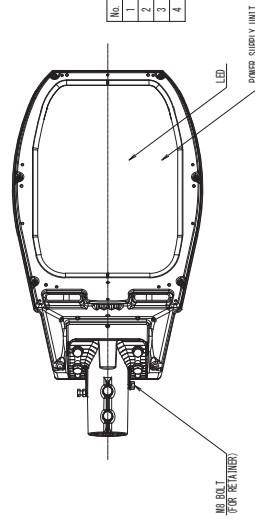
LUMINAIRE DETAIL S=1:5



ANCHOR BOLTS DETAIL S=1:10



No.	PARTS	MATERIAL	Q T	SUMMARY
1	BODY	ALUMINUM ALLOY DIE CASTING	1	
2	FRAME	ALUMINUM ALLOY DIE CASTING	1	
3	COVER	ALUMINUM ALLOY DIE CASTING	1	
4	FRONT GLASS	TEMPERED GLASS 14	1	CLEAR



GHANA HIGHWAY AUTHORITY  
MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS  
REPUBLIC OF GHANA

CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD.  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

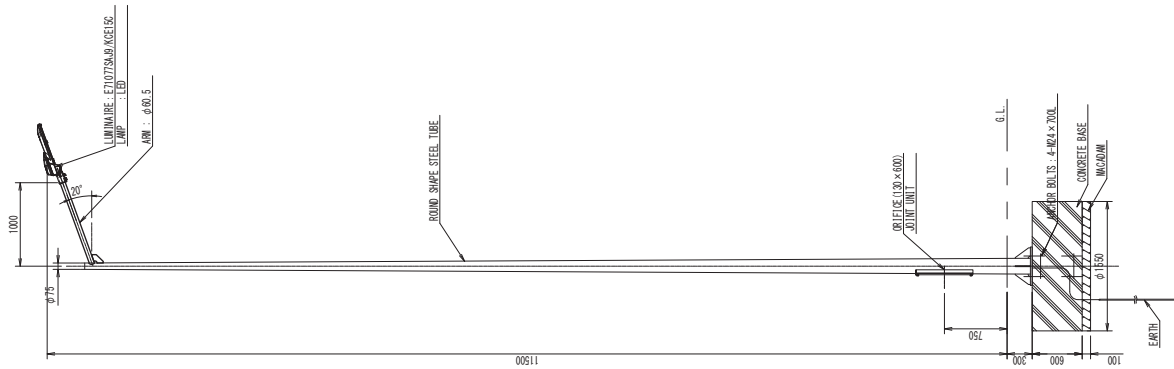
PROJECT TITLE:  
THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT  
PHASE 2)

DRAWING TITLE:  
ROAD LIGHT(11)  
Installation and Detail Drawing of Street Light  
(Type3 Poles,5m Arm0.5m)

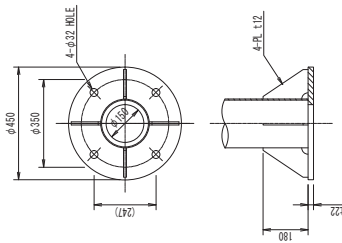
SCALE (A1100)

DRAWING NO.  
RL-11

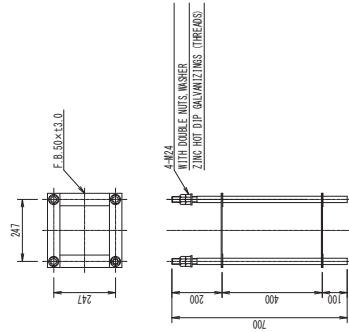
ELEVATION DIAGRAM OF LIGHTING S=1:30



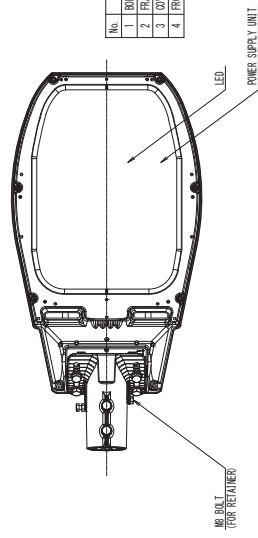
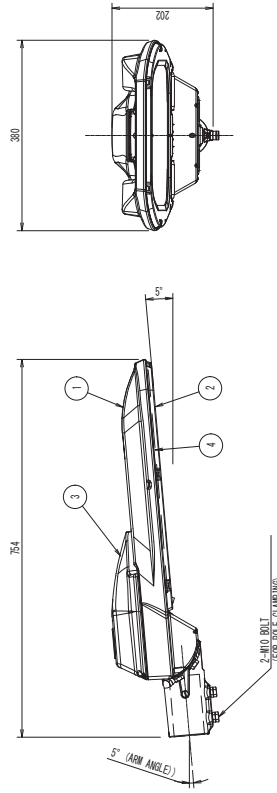
BASE-PLATE DETAIL S=1:10



ANCHOR BOLTS DETAIL S=1:10



LUMINAIRES DETAIL S=1:5



No.	PARTS	MATERIAL	Q'TY	SUMMARY
1	BODY	ALUMINUM ALLOY DIE CASTING	1	
2	FRAME	ALUMINUM ALLOY DIE CASTING	1	
3	COVER	ALUMINUM ALLOY DIE CASTING	1	
4	FRONT GLASS	TEMPERED GLASS 14	1	CLEAR

GHANA HIGHWAY AUTHORITY  
 MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS  
 REPUBLIC OF GHANA

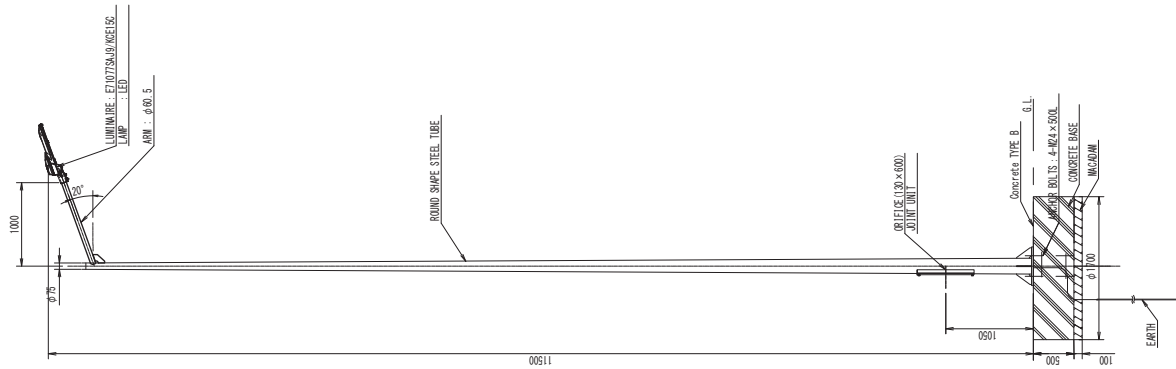
PROJECT TITLE:  
 THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT  
 PHASE 2

DRAWING TITLE:  
 ROAD LIGHT(12)  
 Installation and Detail Drawing of Street Light  
 (Type4 Pole1 1.5m Arm1m)

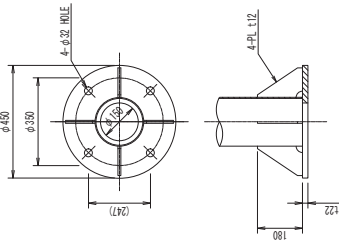
SCALE (A1199)

DRAWING NO.  
 RL-12

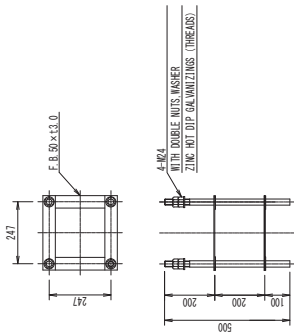
ELEVATION DIAGRAM OF LIGHTING



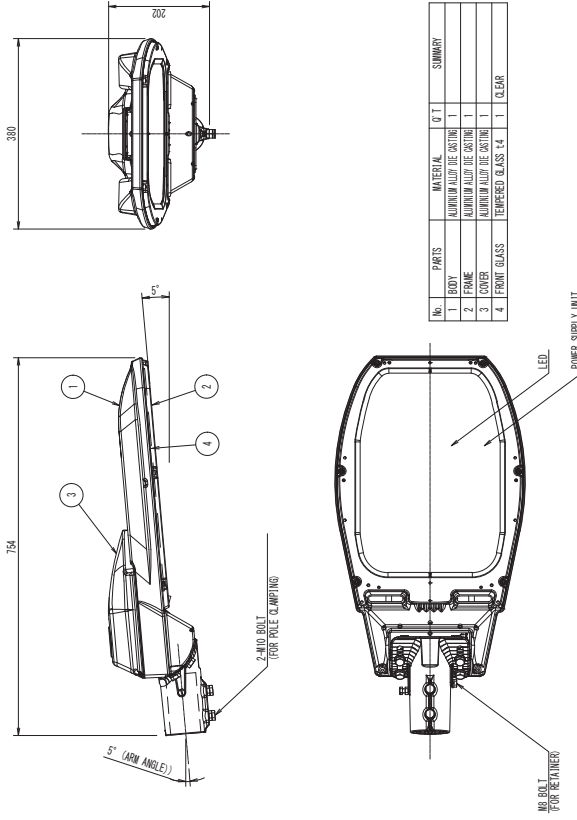
BASE-PLATE DETAIL



ANCHOR BOLTS DETAIL



LUMINAIRES DETAIL



GHANA HIGHWAY AUTHORITY  
 MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS  
 REPUBLIC OF GHANA

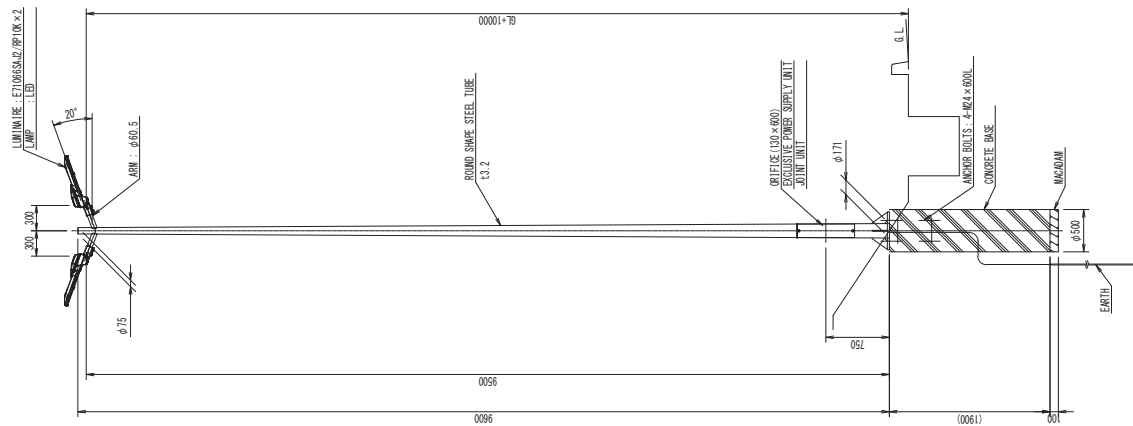
PROJECT TITLE:  
 THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT  
 PHASE 2)

DRAWING TITLE:  
 ROAD LIGHT(13)  
 Installation and Detail Drawing of Street Light  
 (Type5 Pole 11.5m Arm 1m, Concrete TYPE B)

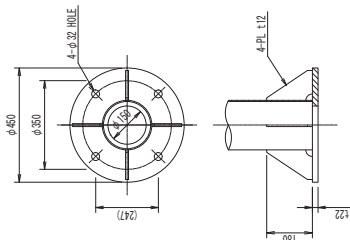
SCALE (A1100)

DRAWING NO.  
 RL-13

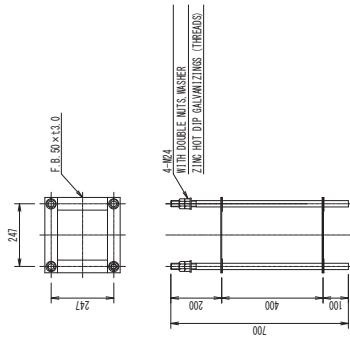
ELEVATION DIAGRAM OF LIGHTING S=1:30



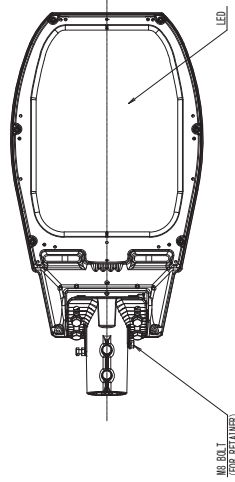
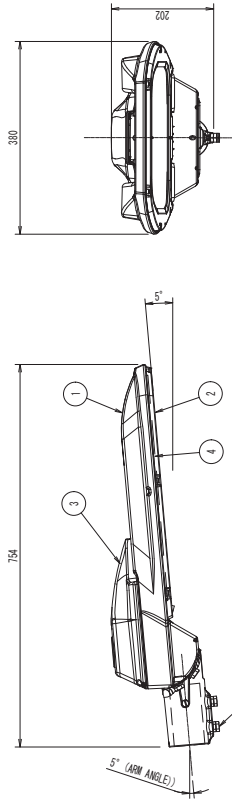
BASE-PLATE DETAIL S=1:10



ANCHOR BOLTS DETAIL S=1:10



LUMINAIRES DETAIL S=1:5



NO.	PARTS	MATERIAL	QTY	SUMMARY
1	BODY	ALUMINIUM ALLOY DIE CASTING	1	
2	FRAME	ALUMINIUM ALLOY DIE CASTING	1	
3	COVER	ALUMINIUM ALLOY DIE CASTING	1	
4	FRONT GLASS	TEMPERED GLASS 14	1	CLEAR

GHANA HIGHWAY AUTHORITY  
MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS  
REPUBLIC OF GHANA

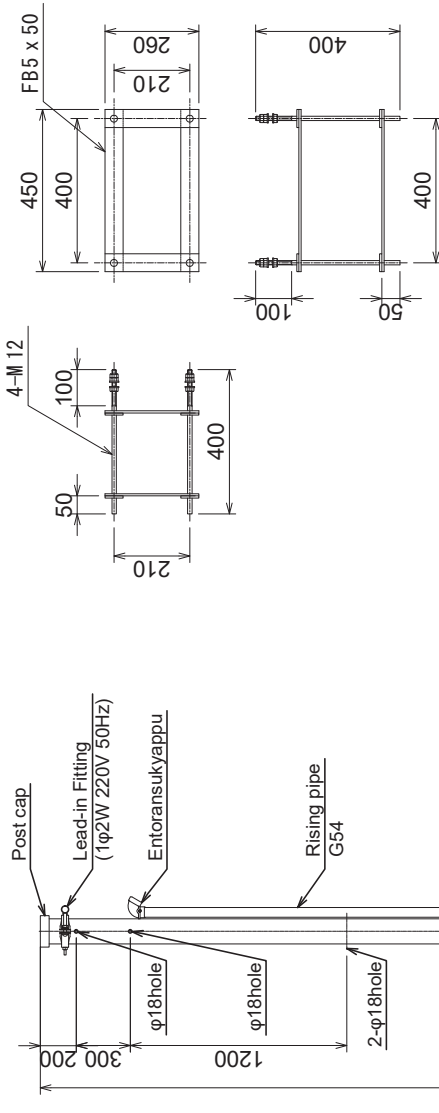
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD.  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

PROJECT TITLE:  
THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT  
PHASE 2

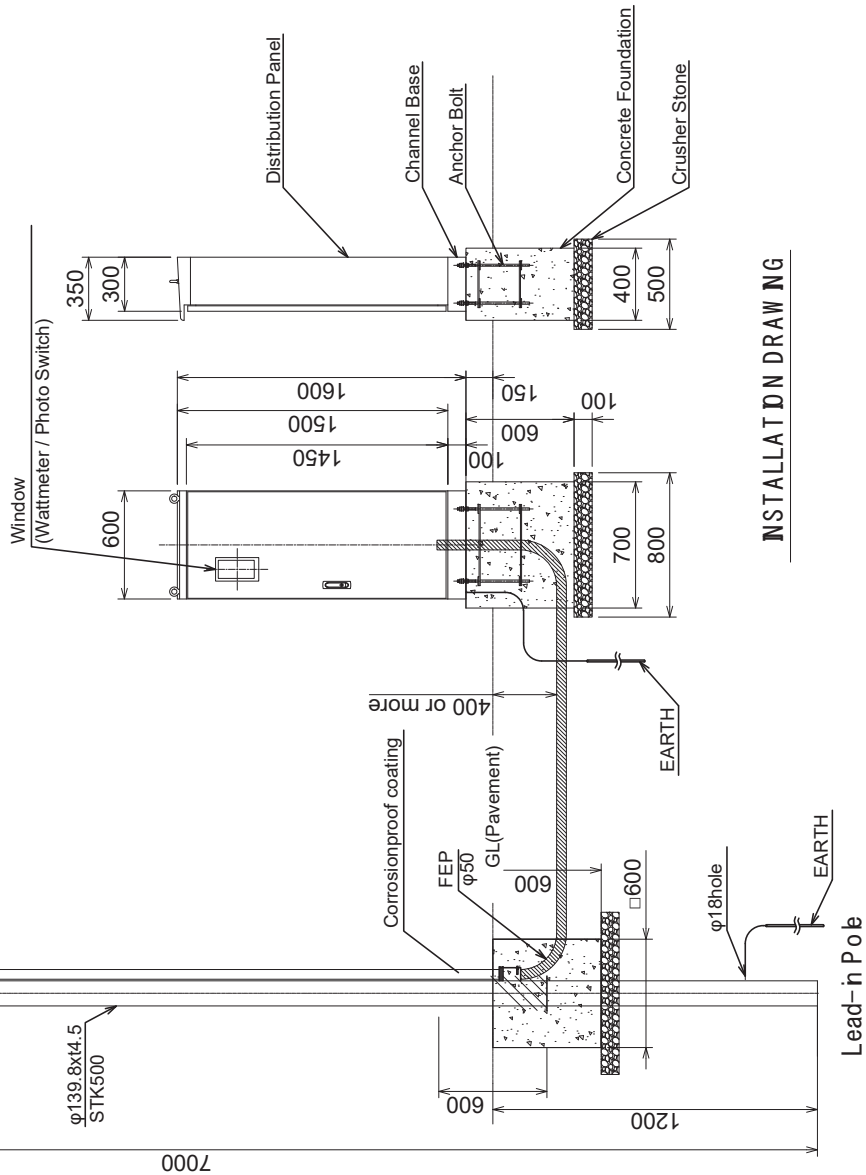
DRAWING TITLE:  
ROAD LIGHT(14)  
Installation and Detail Drawing of Street Light  
(Type6)

SCALE (A1199)

DRAWING NO.  
RL-14

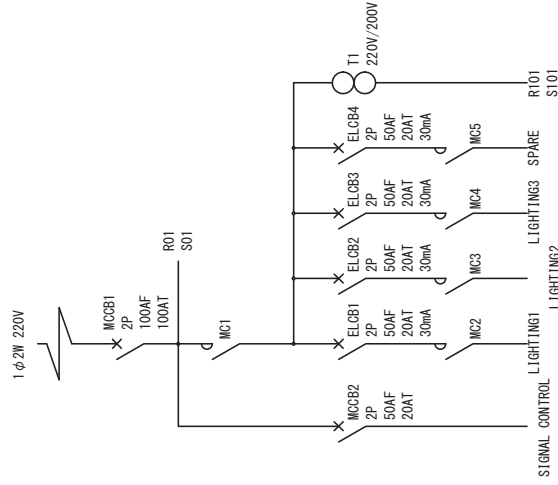


**DETAIL OF ANCHOR BOLTS**



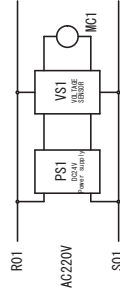
**INSTALLATION DRAWING**

**SINGLE CIRCUIT**

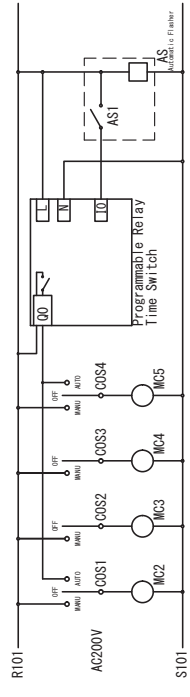


**VOLTAGE MONITOR CIRCUIT**

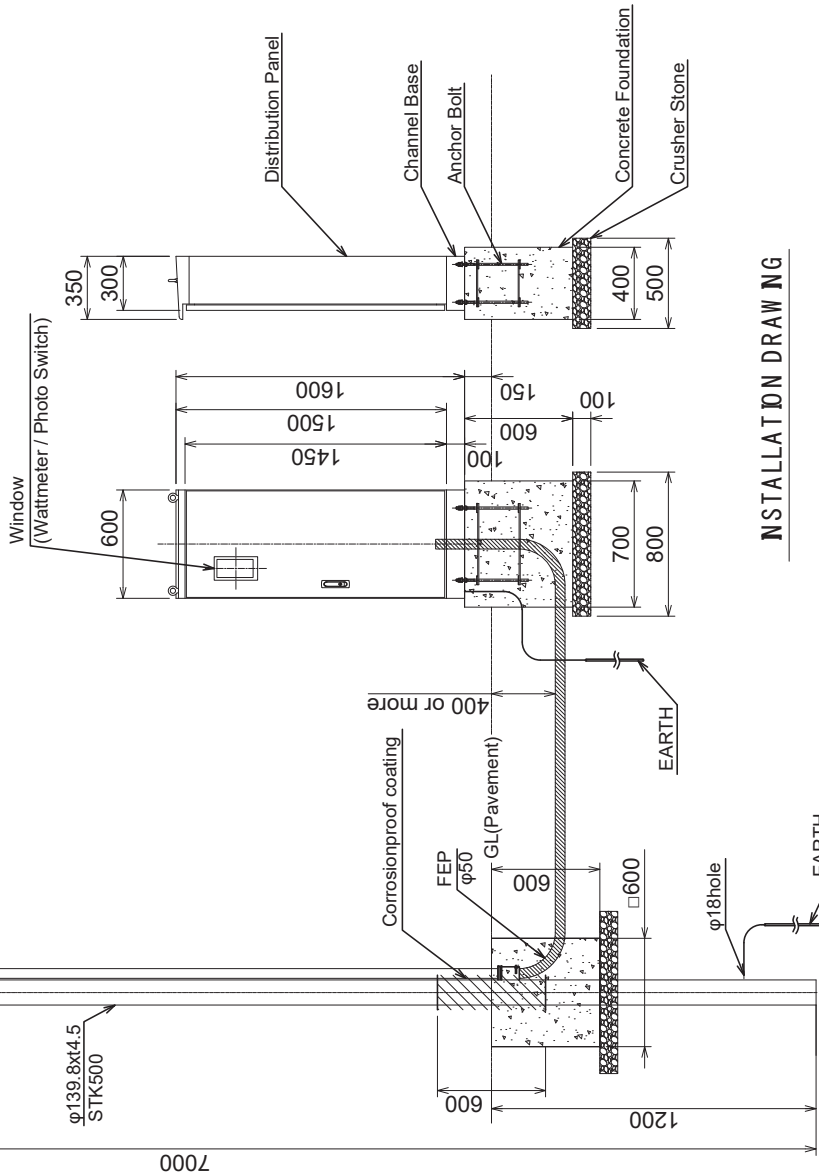
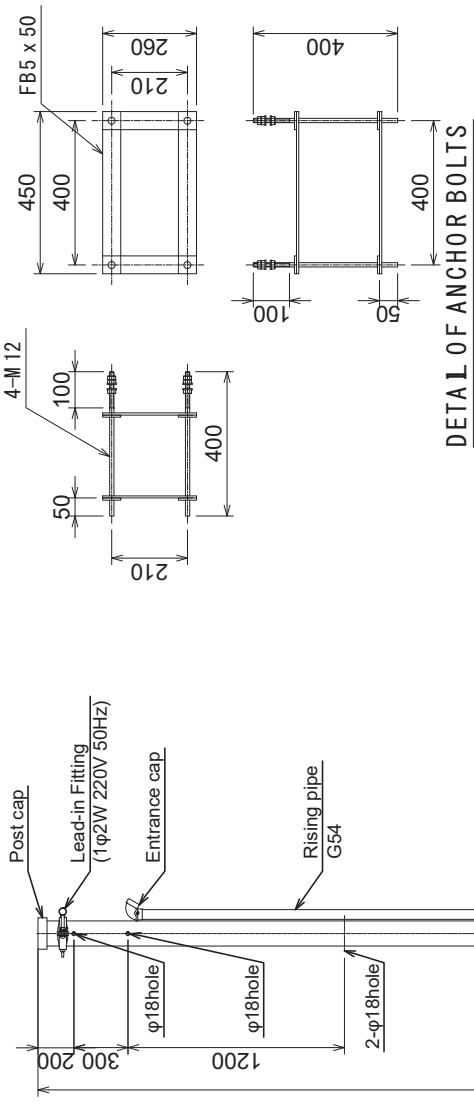
(For Underpass)



**CONTROL CIRCUIT**



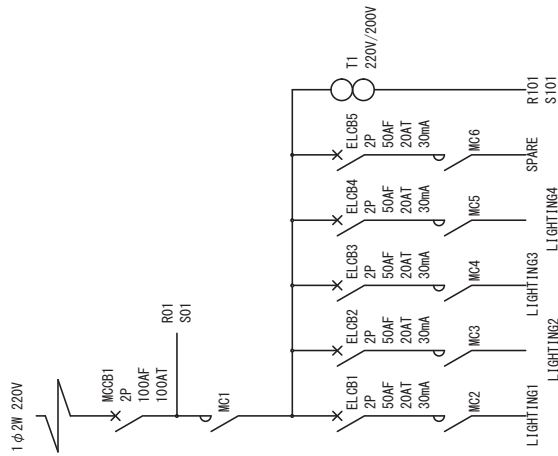
GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT PHASE 2)	DRAWING NO. RL-15
DRAWING TITLE: ROAD LIGHT(15) Installation Drawing of Distribution Panel (TypeA)		SCALE (A1/100)	



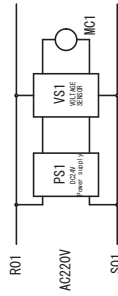
INSTALLATION DRAWING

Lead-in Pole

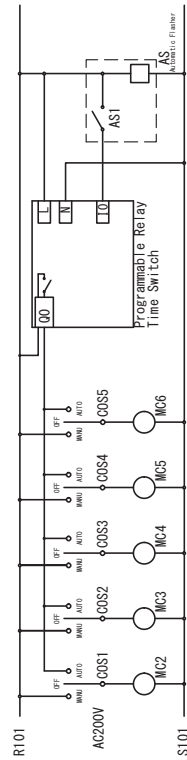
SINGLE CIRCUIT



VOLTAGE MONITOR CIRCUIT



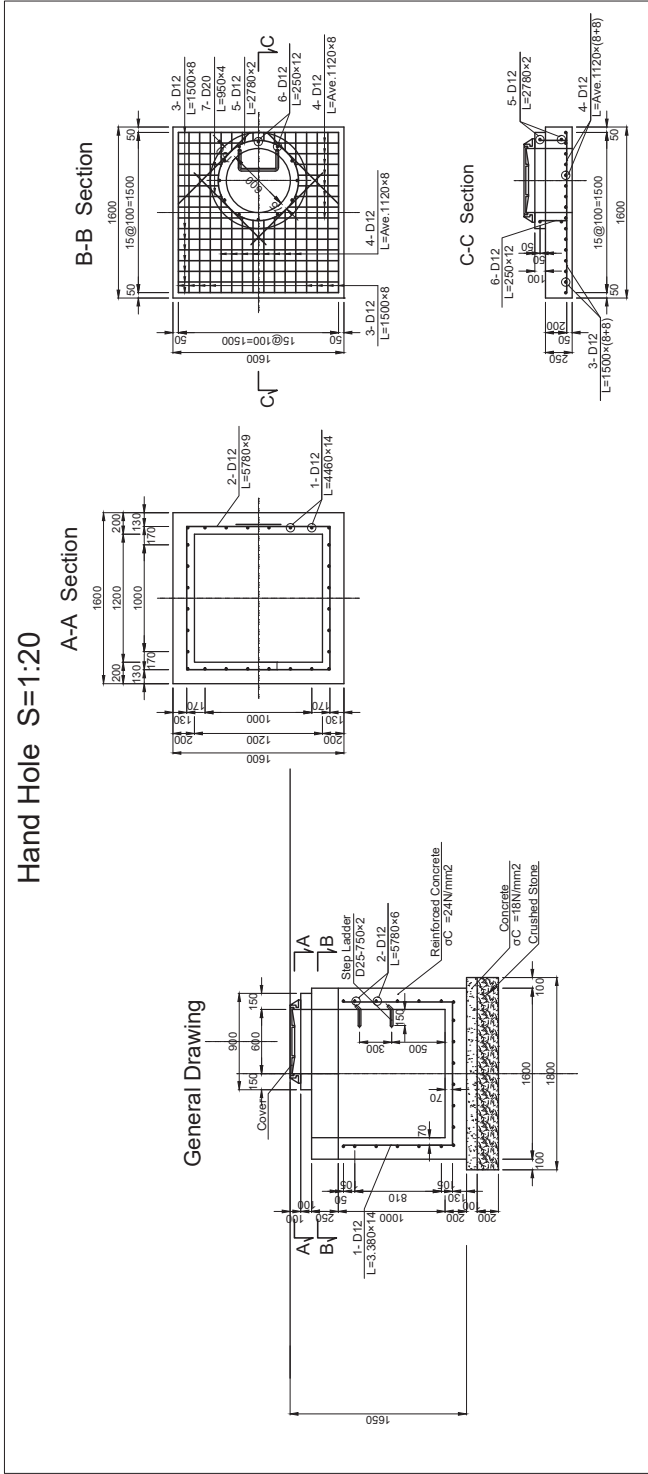
CONTROL CIRCUIT



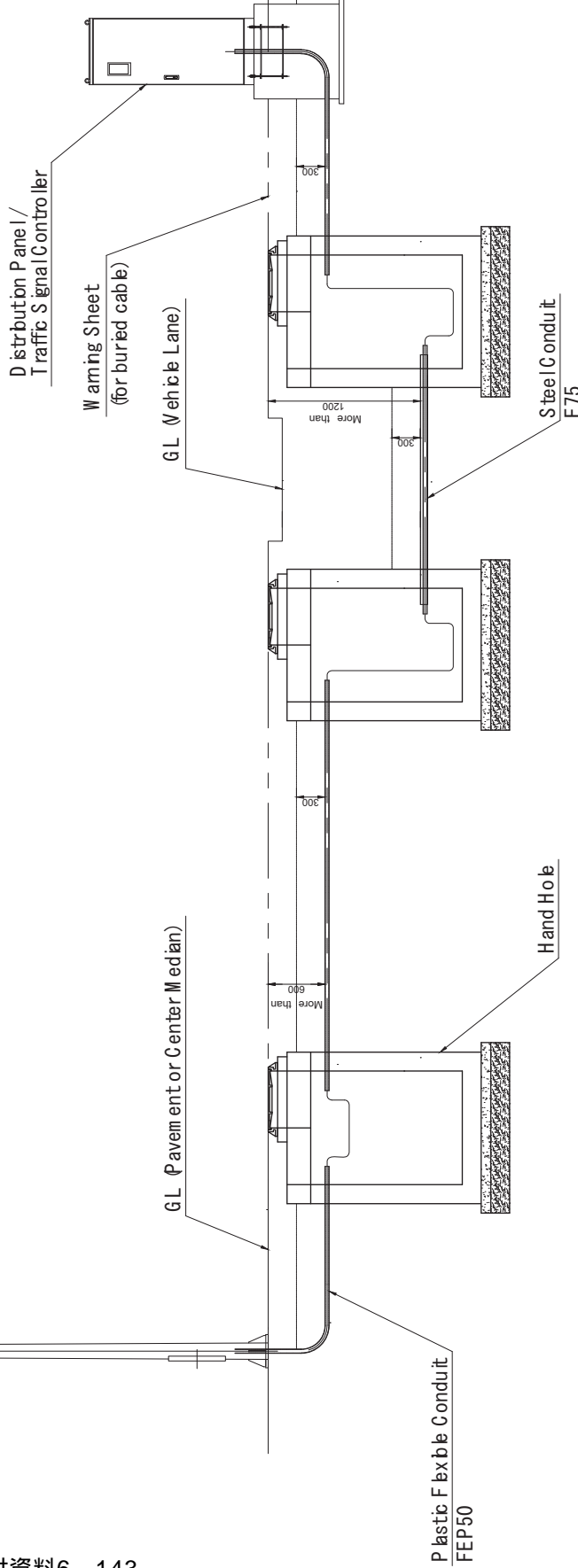
DRAWING NO.	SCALE (A1/100)	DRAWING TITLE: ROAD LIGHT(16) Installation Drawing of Distribution Panel (TypeB)	PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT PHASE 2)
GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	ROAD LIGHT(16) Installation Drawing of Distribution Panel (TypeB)	DRAWING NO. RL-16



Hand Hole S=1:20

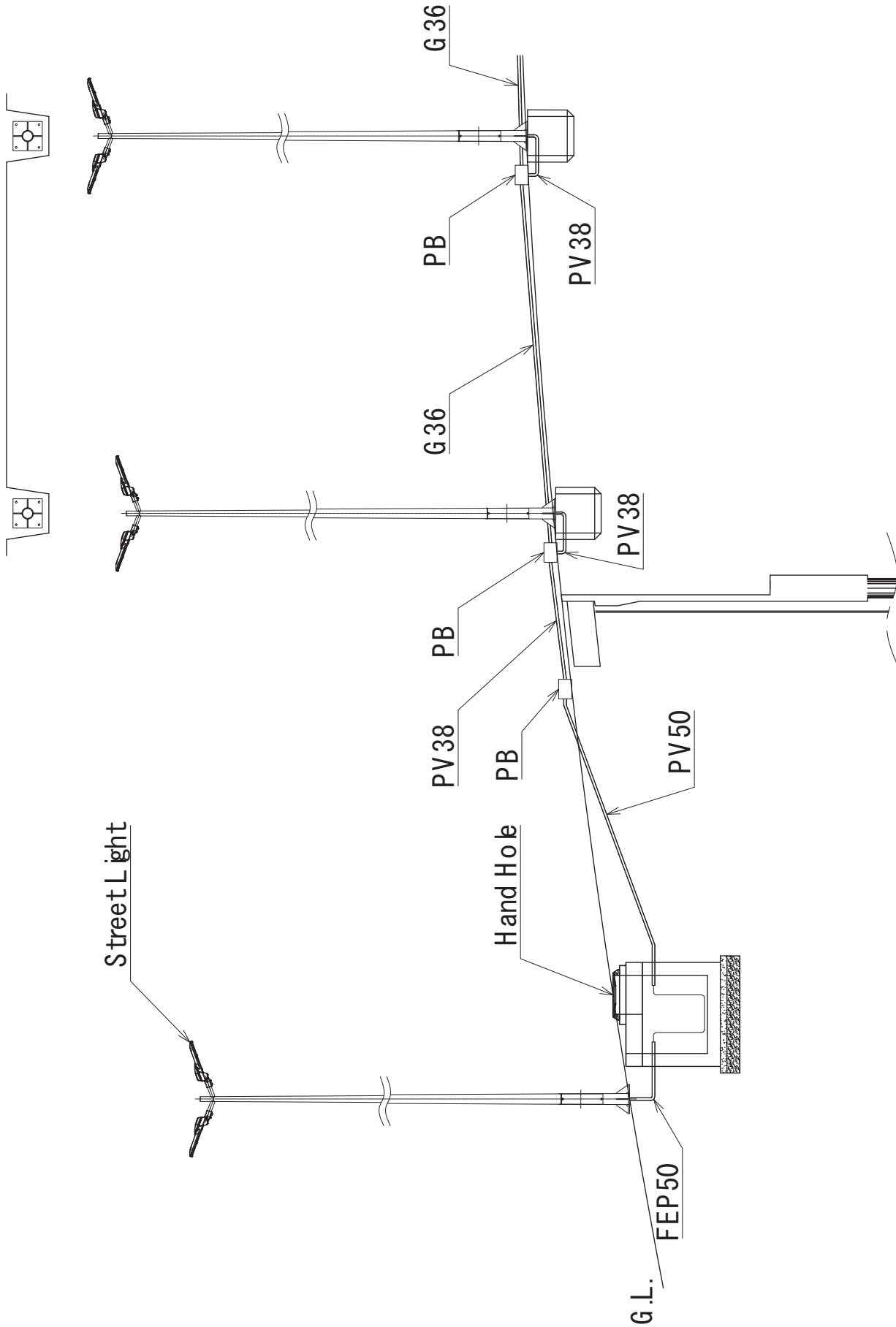


Street Light



Plastic Flexible Conduit  
FEP50

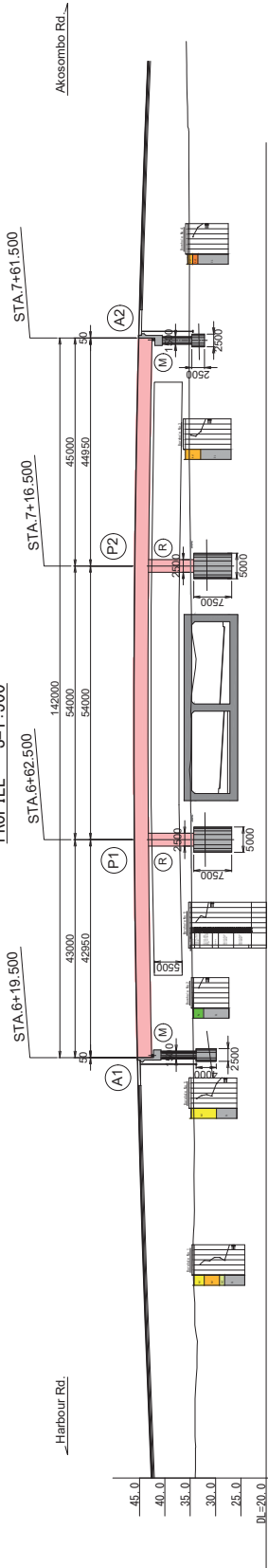
GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT PHASE 2)	DRAWING TITLE: ROAD LIGHT(17) Installation Drawing of Conduit Pipes and Cables SCALE (A119) RL-17
--	---	---	---



GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT PHASE 2)	DRAWING TITLE: ROAD LIGHT(18) Installation Reference Drawing of Conduit Pipes and Cables (Flyover)	SCALE: (A1/100) DRAWING NO. RL-18
--	---	---	--	---

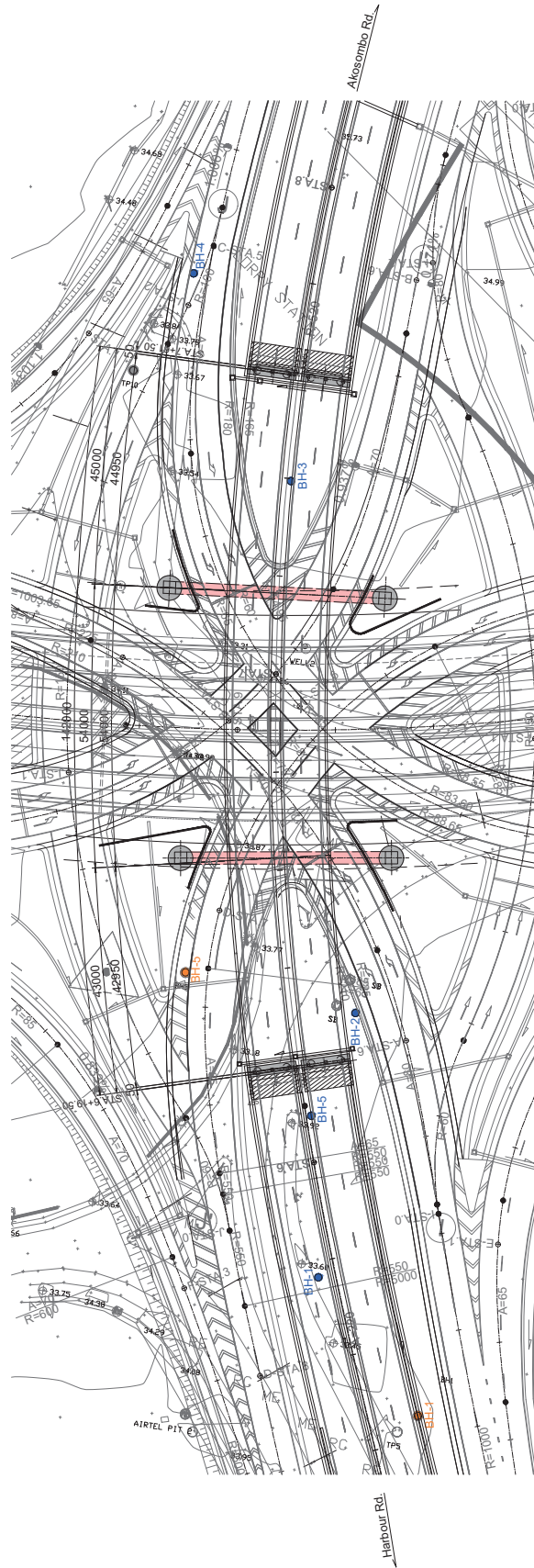
# GENERAL ARRANGEMENT OF BRIDGE

PROFILE S=1:500



VERTICAL ALIGNMENT	FORMATION HEIGHT	GROUND HEIGHT	STATION	SUPER ELEVATION	HORIZONTAL CURVATURE	WIDENING
	44.402	34.41	80.000	20.000	45.009	34.20
	45.304	34.36	11.167	20.000	45.304	34.36
	45.488	34.37	8.333	20.000	45.488	34.37
	45.839	34.65	20.000	20.000	45.839	34.65
	46.063	34.79	20.000	20.000	46.063	34.79
	46.158	34.86	5.000	20.000	46.158	34.86
	46.162	34.77	5.000	10.000	46.162	34.77
	46.162	34.78	10.000	10.000	46.162	34.78
	46.125	34.14	10.000	20.000	46.125	34.14
	45.965	34.97	20.000	20.000	45.965	34.97
	45.677	35.19	20.000	20.000	45.677	35.19
	44.716	35.19	20.000	80.000	44.716	35.19
	44.044	35.27	20.000	80.000	44.044	35.27

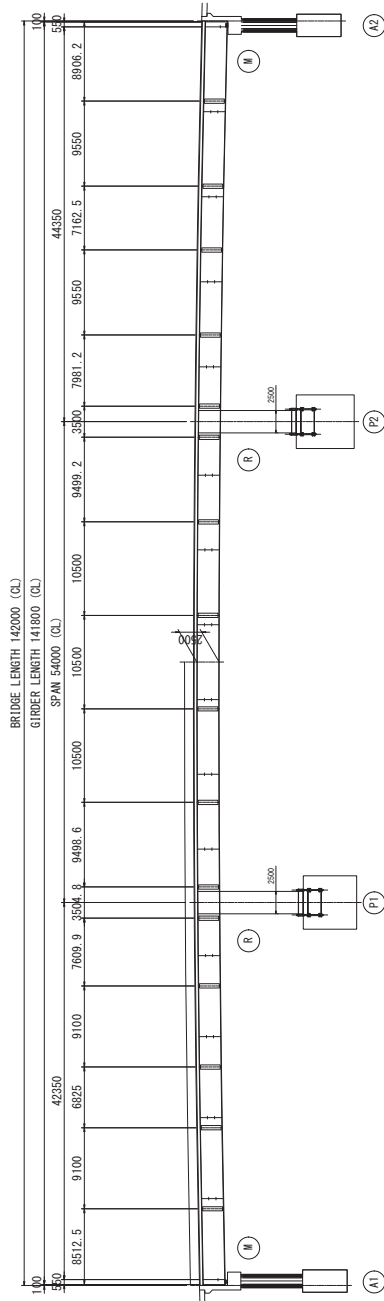
PLAN S=1:500



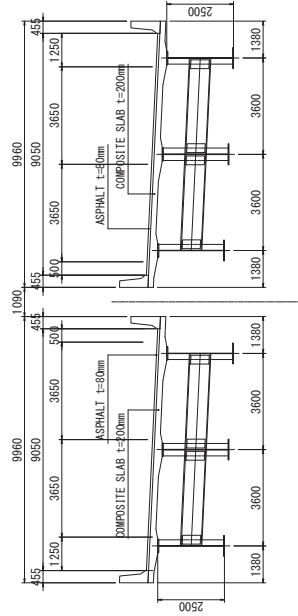
GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)	DRAWING TITLE: GENERAL ARRANGEMENT OF BRIDGE	SCALE (A1:100)	DRAWING NO.
			AS SHOWN	GB-01

GENERAL ARRANGEMENT OF SUPERSTRUCTURE (1) S=1:300

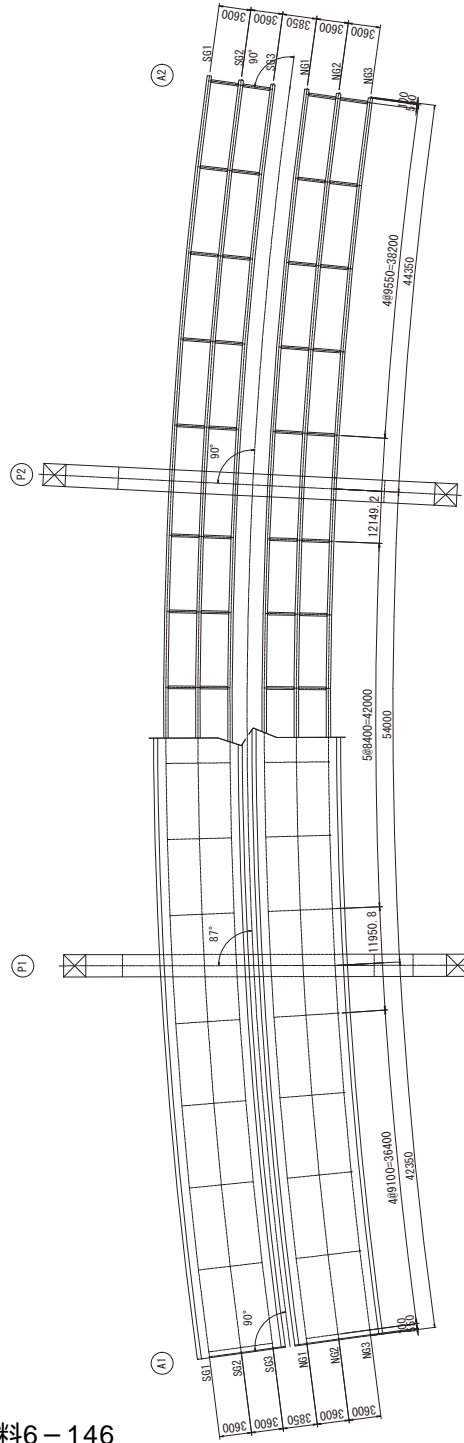
SIDE VIEW



TYPICAL CROSS SECTION S=1:100



PLAN VIEW



DESIGN CONDITION

ROAD CLASS	NATIONAL HIGHWAY
TYPE OF SUPERSTRUCTURE	3-SPAN CONTINUOUS COMPOSITE I-GIRDER BRIDGE
BRIDGE LENGTH	142,000 m
GIRDER LENGTH	141,800 m
SPAN	42,350 m + 54,000 m + 44,350 m
ROAD WIDTH	21,010 m
HORIZONTAL ALIGNMENT	R = 520
ANGLE OF SKEW	
LONGITUDINAL SLOPE	
TRANSVERSE SLOPE	
LIVE LOAD	B LIVE LOAD
SEISMIC COEFFICIENT	Kh = 0.10
HORIZONTAL SEISMIC COEFFICIENT	
PAVEMENT	ASPHALT (t=40mm)
SLAB DECK	COMPOSITE SLAB t=200mm
MATERIALS	STEEL: SM400, SM490, SM570, S10T REBAR: SD345
APPLICATION STANDARD	SPECIFICATIONS FOR HIGHWAY BRIDGES (JAPAN ROAD ASSOCIATION)

PROJECT TITLE:

THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT  
(PHASE 2)

DRAWING TITLE:

GENERAL ARRANGEMENT  
OF SUPERSTRUCTURE(1)

SCALE (A1100)

AS SHOWN

GHANA HIGHWAY AUTHORITY  
MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS  
REPUBLIC OF GHANA

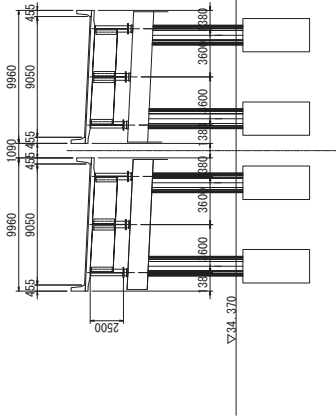
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD.  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

DRAWING NO.

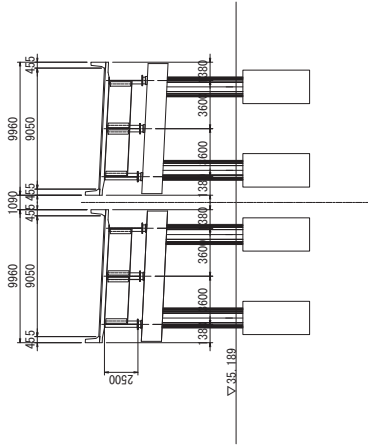
SP-01

GENERAL ARRANGEMENT OF SUPERSTRUCTURE (2) S=1:200

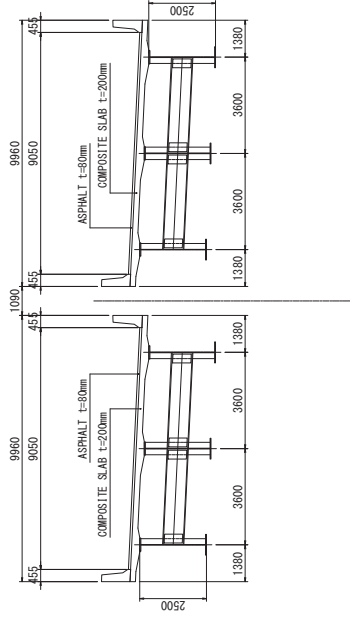
A1



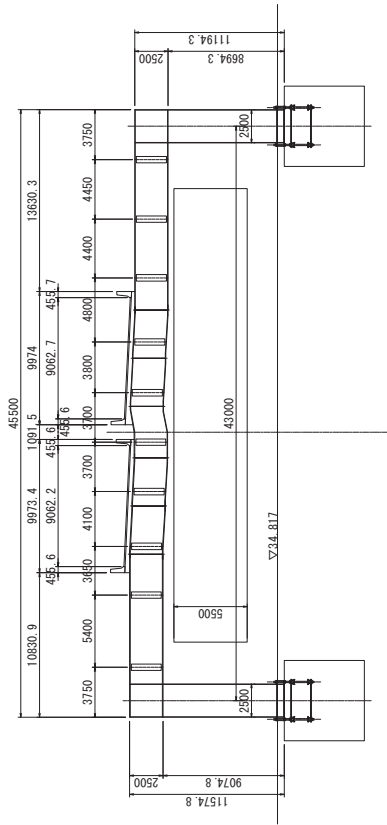
A2



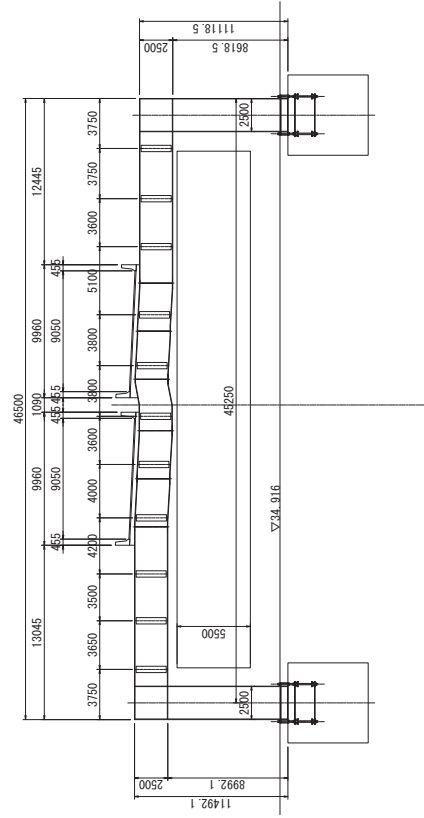
CROSS SECTION S=1:100



P1

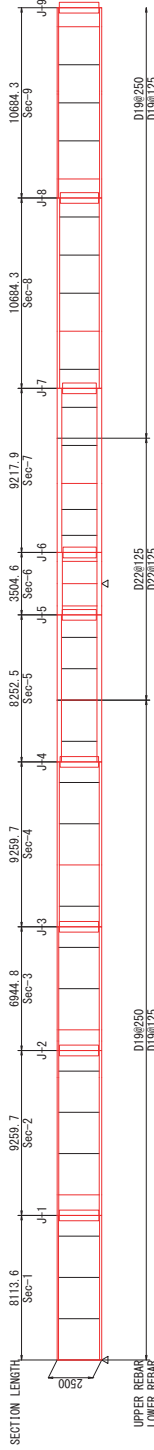
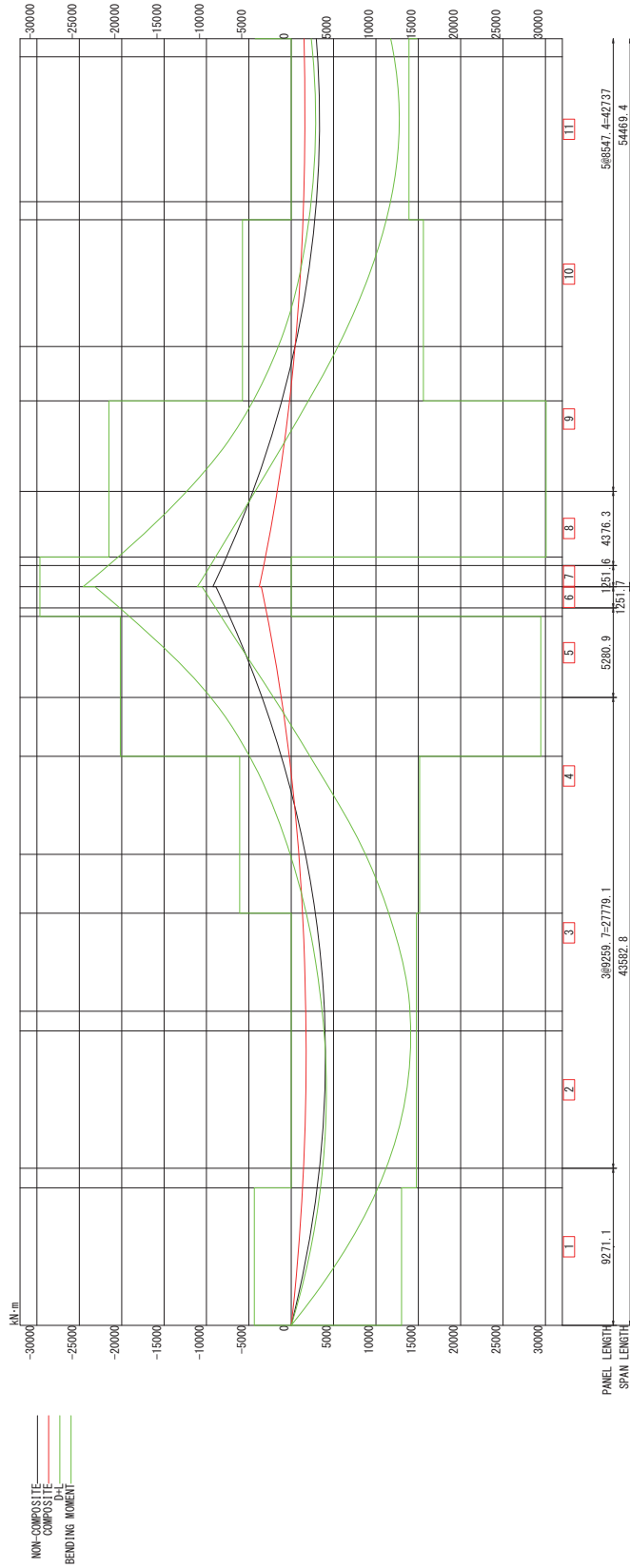


P2



SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES(1) S=1:150

SG1



SECTION NAME	WIDTH	HEIGHT	SECTION	UNIT : mm N/mm <sup>2</sup>	SECTION NAME	WIDTH	HEIGHT	SECTION	UNIT : mm N/mm <sup>2</sup>
UPPER FLANGE	500	500	Sec-1		UPPER FLANGE	500	500	Sec-9	
WEB	19(3)	2456	Sec-2		WEB	19(3)	2456	Sec-8	
LOWER FLANGE	780	20(3)	Sec-3		LOWER FLANGE	780	20(3)	Sec-7	
UPPER FLANGE	24(3)	28(3)	Sec-4		UPPER FLANGE	24(3)	28(3)	Sec-6	
UPPER FLANGE	113	144	Sec-5		UPPER FLANGE	113	144	Sec-5	
LOWER FLANGE	10	20	Sec-6		LOWER FLANGE	10	20	Sec-6	
UPPER FLANGE	165	200	Sec-7		UPPER FLANGE	165	200	Sec-7	
LOWER FLANGE	40	40	Sec-8		LOWER FLANGE	40	40	Sec-8	
WEB	40	40	Sec-9		WEB	40	40	Sec-9	
UPPER FLANGE	198	209	Case 1		UPPER FLANGE	198	209	Case 1	
LOWER FLANGE	198	209	Case 2		LOWER FLANGE	198	209	Case 2	
UPPER FLANGE	198	209	Case 3		UPPER FLANGE	198	209	Case 3	
LOWER FLANGE	198	209	Case 4		LOWER FLANGE	198	209	Case 4	
UPPER FLANGE	198	209	Case 5		UPPER FLANGE	198	209	Case 5	
LOWER FLANGE	198	209	Case 6		LOWER FLANGE	198	209	Case 6	

**MATERIALS**

(1): SM400  
 (2): SM490  
 (3): SM490Y  
 (4): SM570  
 (5): SM570Y  
 (6): SM490-H  
 (7): SM570-H  
 (8): SM570-H

**CASE**

1: D+L  
 2: D+L+CR+SH  
 3: D+L+CR+SH+STEEL  
 4: D+L+CR+SH+CONCRETE  
 5: ER (NON-COMPOSITION)

**STEEL GIRDER ALONE (NON-COMPOSITE)**

STEEL GIRDER-REBAR (COMPOSITE)  
 STEEL GIRDER-CONCRETE SLAB (COMPOSITE)

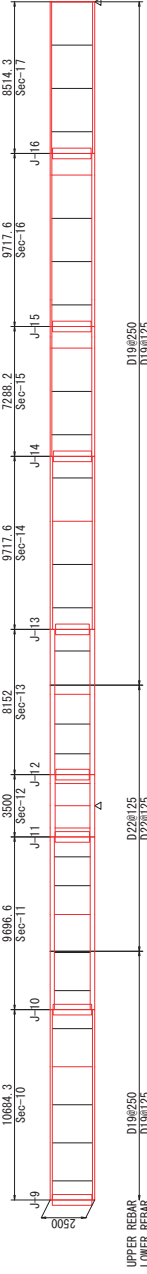
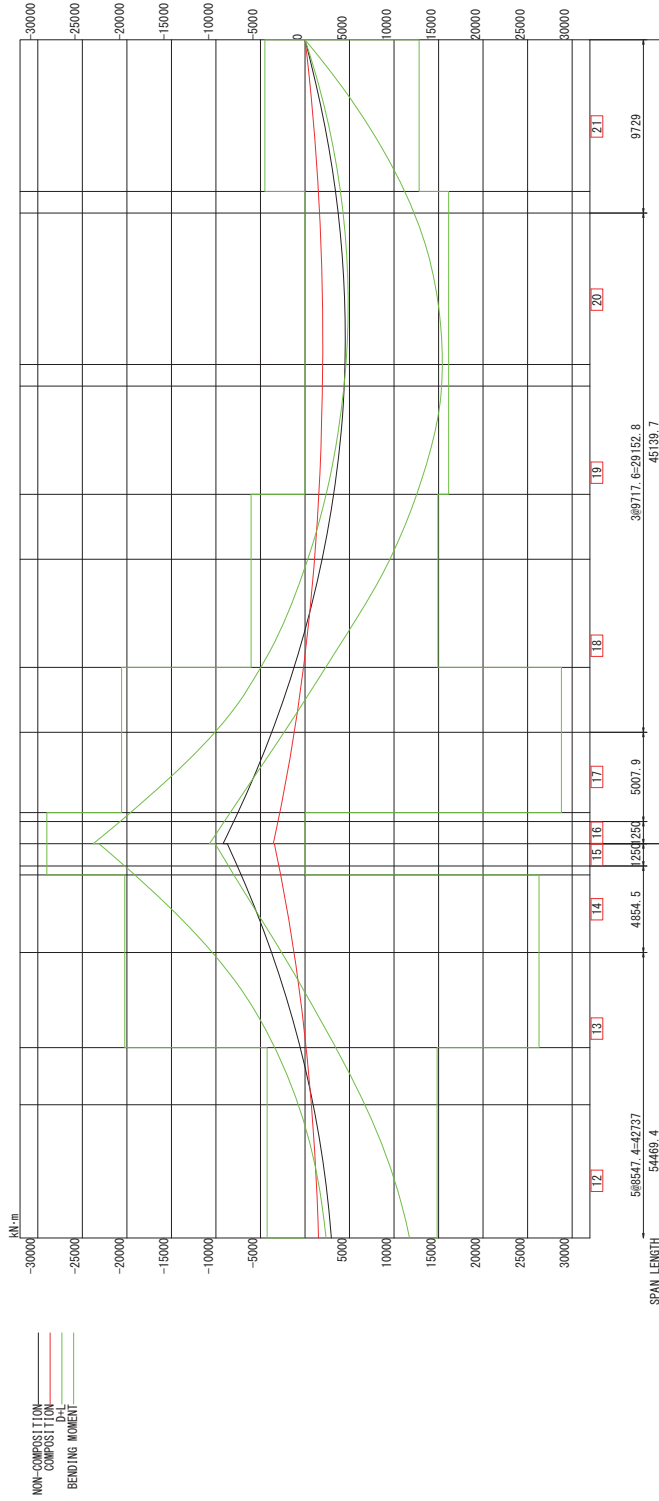
**FACTOR**

A: TENSION  
 B: COMPRESSION  
 C: STRESS (NET SECTION WITH BOLT HOLES)  
 D: MINIMUM THICKNESS  
 E: THICKNESS DIFFERENCE  
 F: STEEL BOX BEAM (SECTION OF PIERS)

GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)	DRAWING TITLE: SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES(1)	SCALE: (A150) AS SHOWN
			DRAWING NO. SF-01

# SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES (2) S=1:150

SG1



SECTION NAME	10	11	12	13	14	15	16	17
UPPER FLANGE	500	500	500	500	500	500	500	500
UPPER WEB	494(7)	494(7)	494(7)	494(7)	494(7)	494(7)	494(7)	494(7)
LOWER FLANGE	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)
LOWER WEB	780	780	780	780	780	780	780	780
UPPER FLANGE	26(3)	51(7)	53(7)	53(7)	33(3)	33(3)	33(3)	24(3)
UPPER WEB	-117	200	217	198	-127	-136	-137	-114
LOWER FLANGE	242	210	242	242	149	149	128	128
LOWER WEB	125	10	38	12	13	13	12	13
UPPER REBAR	3. STEEL	2. STEEL	2. STEEL	2. STEEL	2. STEEL	5. GIRDER + REBAR	5. GIRDER + REBAR	5. GIRDER + REBAR
LOWER REBAR	3. STEEL	2. STEEL	2. STEEL	2. STEEL	2. STEEL	1. COMPOSITE	1. COMPOSITE	2. COMPOSITE
UPPER FLANGE	197	197	46	107	53	0	0	0
UPPER WEB	75	75	46	107	53	0	0	0
LOWER FLANGE	120	120	145	120	120	23	-21	-35
LOWER WEB	0.64	1.08	0.82	1.08	0.74	0.92	0.92	0.79
UPPER FLANGE	55	205	210	210	85	210	210	202
UPPER WEB	51	205	210	210	199	210	210	202
LOWER FLANGE	E	A	B	A	E	B	A	D
LOWER WEB	E	B	B	B	E	A	A	D

UNIT : mm N/mm<sup>2</sup>

MATERIALS (1): SM400 (2): SM490 (3): SM490Y (4): SM570 (5): SM570H (6): SM490-H (7): SM570-H (8): SM570-H

CASE 1: D+L 2: D+L+CR+SH 3: D+L+CR+SH+T (S STEEL) 4: D+L+CR+SH+T (CONCRETE) 5: ER (NON-COMPOSITION)

STEEL GIRDER ALONE (NON-COMPOSITE)  
STEEL GIRDER+REBAR (COMPOSITE)  
STEEL GIRDER+CONCRETE SLAB (COMPOSITE)

FACTOR A: TENSION B: COMPRESSION

D: MINIMUM THICKNESS  
E: THICKNESS DIFFERENCE  
F: STEEL BOX BEAM SECTION OF PIERS

DRAWING TITLE:

PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)

CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD.  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

GHANA HIGHWAY AUTHORITY  
MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS  
REPUBLIC OF GHANA

SCALE: (A150)

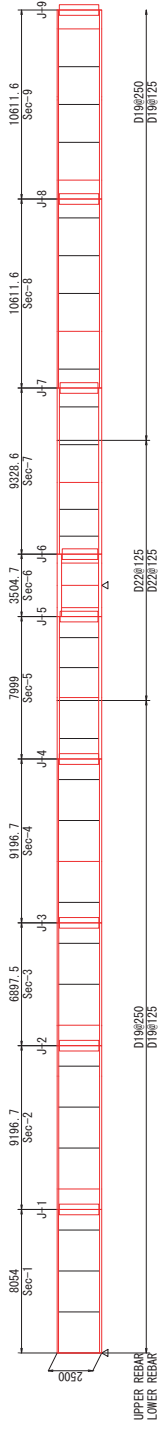
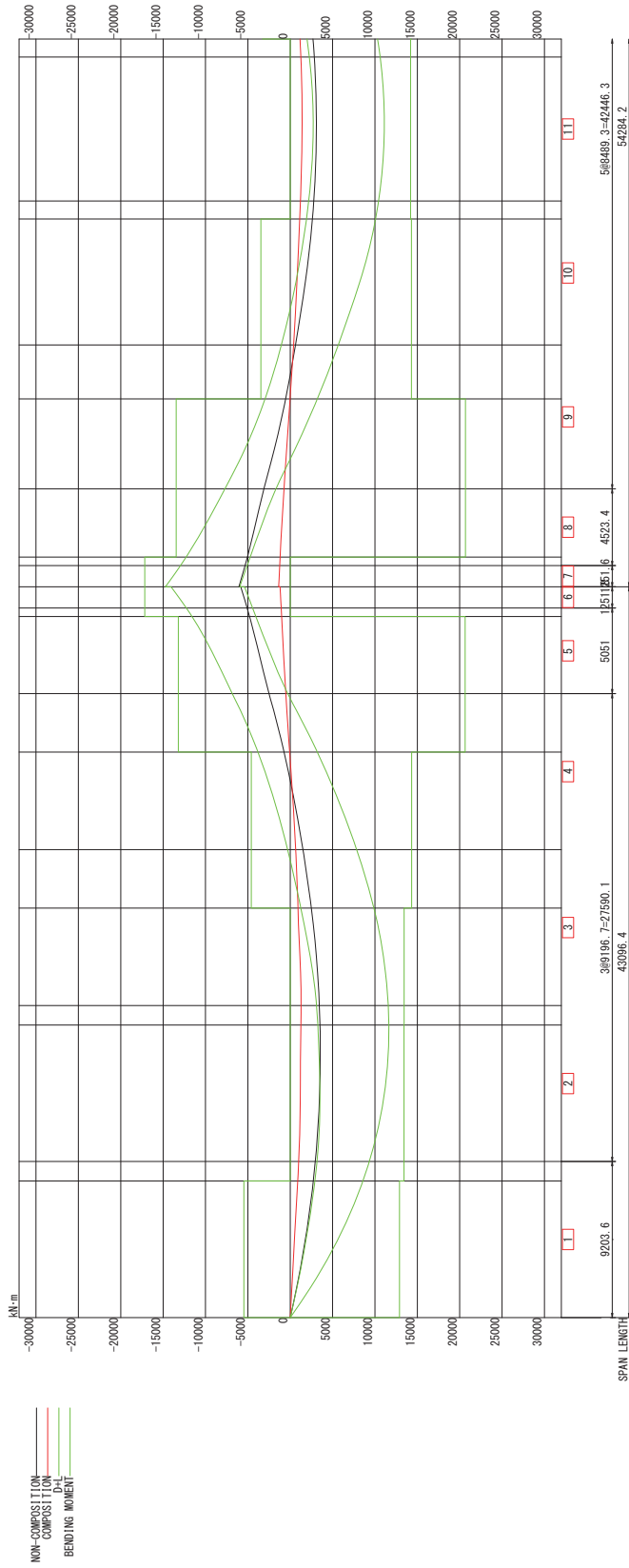
AS SHOWN

SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES(2)

SF-02

# SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES (3) S=1:150

SG2



SECTION NAME	1	2	3	4	5	6	7	8	9
UPPER FLANGE	500	500	500	500	500	500	500	500	500
UPPER WEB	140	140	140	140	140	140	140	140	140
LOWER FLANGE	140	140	140	140	140	140	140	140	140
LOWER WEB	70	70	70	70	70	70	70	70	70
UPPER REBAR	5-GIRDER + REBAR	5-GIRDER + REBAR	5-GIRDER + REBAR	5-GIRDER + REBAR	5-GIRDER + REBAR	5-GIRDER + REBAR	5-GIRDER + REBAR	5-GIRDER + REBAR	5-GIRDER + REBAR
LOWER REBAR	5-GIRDER + REBAR	5-GIRDER + REBAR	5-GIRDER + REBAR	5-GIRDER + REBAR	5-GIRDER + REBAR	5-GIRDER + REBAR	5-GIRDER + REBAR	5-GIRDER + REBAR	5-GIRDER + REBAR
UPPER COMPOSITE	2-COMPOSITE	2-COMPOSITE	2-COMPOSITE	3-STEEL	2-STEEL	2-STEEL	2-STEEL	3-STEEL	1-COMPOSITE
LOWER COMPOSITE	2-COMPOSITE	2-COMPOSITE	2-COMPOSITE	3-STEEL	2-STEEL	2-STEEL	2-STEEL	3-STEEL	1-COMPOSITE
UPPER FLANGE	0.47	0.76	0.75	0.50	0.81	0.81	0.52	0.81	0.62
LOWER FLANGE	166	205	185	73	179	187	56	181	185
UPPER FLANGE	D	E	D	D	E	D	B	D	D
LOWER FLANGE	D	D	D	B	B	E	B	B	E

MATERIALS (1): SM400 (2): SM490 (3): SM490Y (4): SM570 (5): SM570H (6): SM490-H (7): SM520-H (8): SM570-H (9): SM570-H

CASE 1-D-H-L 2-D-H-L+QR+SH 3-D-H-L+QR+SH+ST(STEEL) 4-D-H-L+QR+SH+ST(CONCRETE) 5-ER (NON-COMPOSITION)

STEEL GIRDER ALONE (NON-COMPOSITE) STEEL GIRDER+REBAR (COMPOSITE) STEEL GIRDER+CONCRETE SLAB (COMPOSITE)

FACTOR A: TENSION B: COMPRESSION C: STRESS NET SECTION WITH BOLT HOLES D: MINIMUM THICKNESS E: THICKNESS DIFFERENCE F: STEEL BOX BEAM SECTION OF PIERS

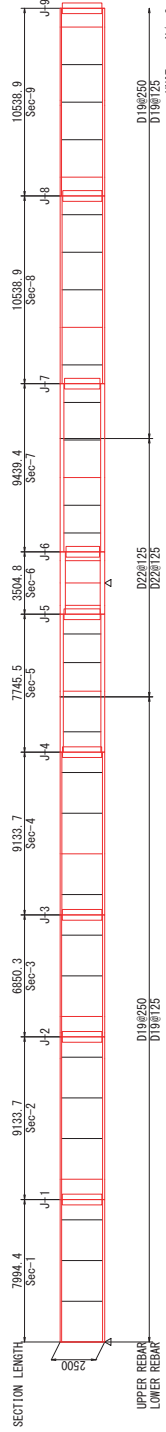
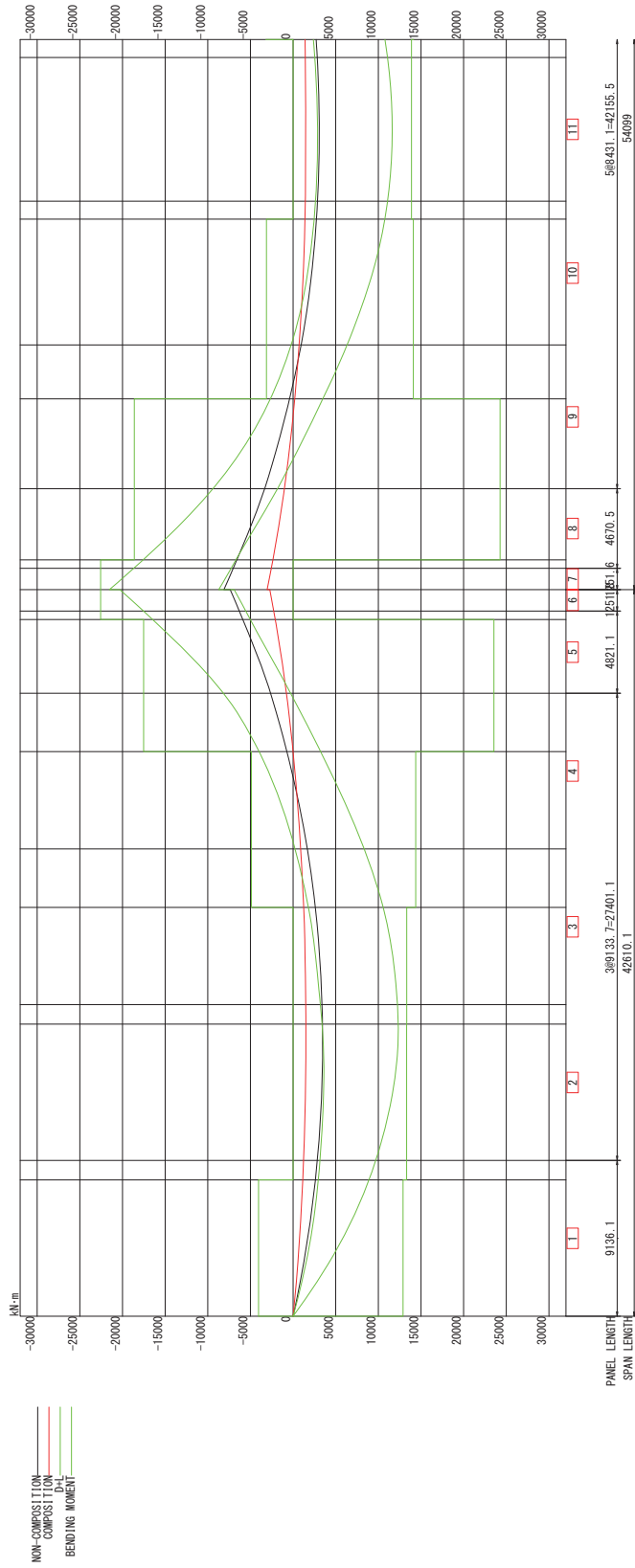
GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)	DRAWING TITLE: SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES(3)
SCALE (A1:100)		AS SHOWN
DRAWING NO.		SF-03





# SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES (5) S=1:150

SG3



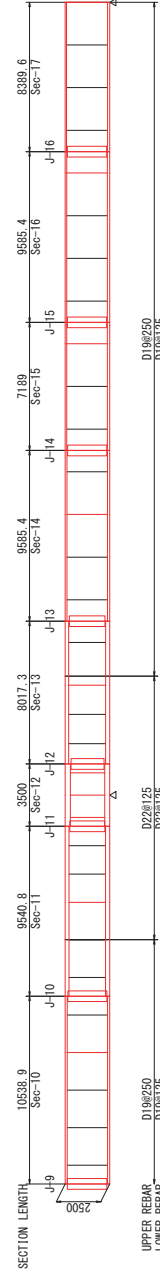
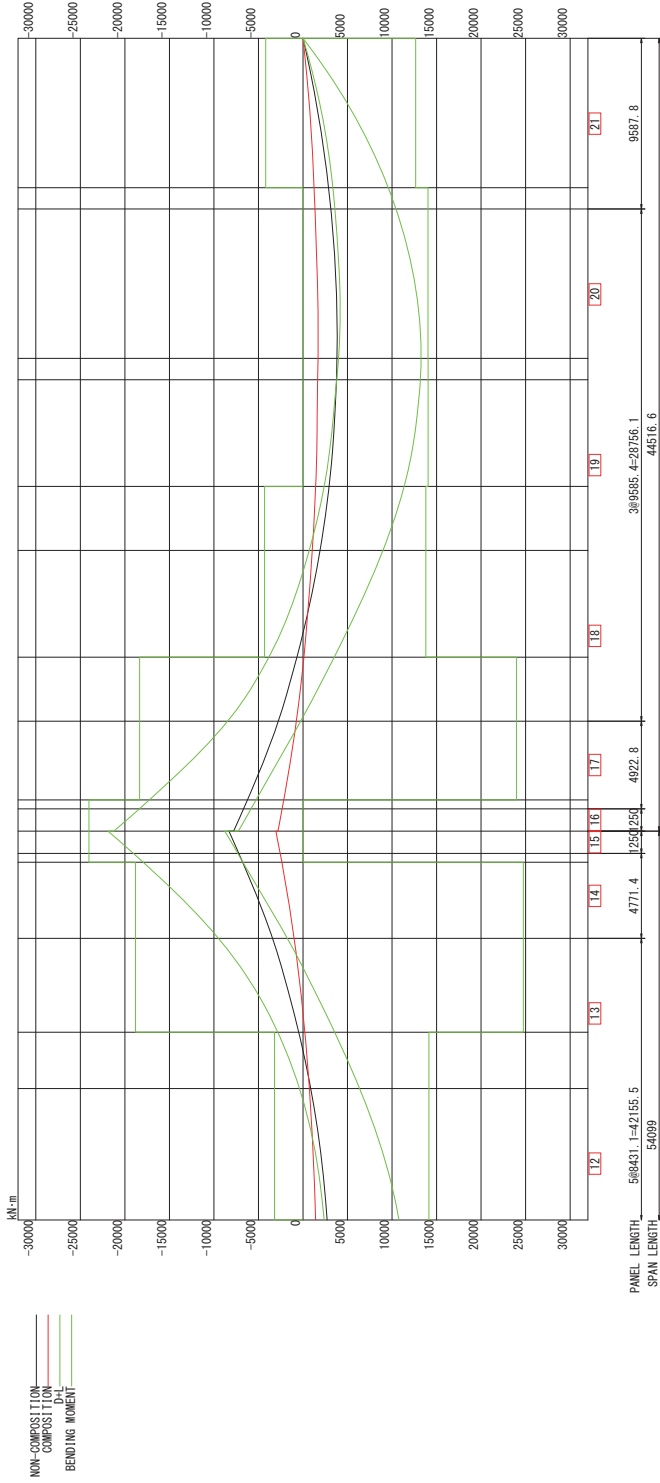
SECTION NAME	Sec-1	Sec-2	Sec-3	Sec-4	Sec-5	Sec-6	Sec-7	Sec-8	Sec-9	UNIT
UPPER FLANGE	500	500	500	500	500	500	500	500	500	mm
UPPER WEB	19(3)	19(3)	19(3)	19(3)	19(3)	19(3)	19(3)	19(3)	19(3)	mm
LOWER FLANGE	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	mm
LOWER WEB	780	780	780	780	780	780	780	780	780	mm
FLANGE THICKNESS	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	mm
FLANGE STRESS	-84	-112	-111	-126	200	198	200	-135	-98	N/mm <sup>2</sup>
FLANGE STRESS	128	128	242	210	210	210	210	210	210	N/mm <sup>2</sup>
FLANGE STRESS	43	15	16	115	10	12	10	138	15	N/mm <sup>2</sup>
LOWER FLANGE	5: GIRDER	5: GIRDER	5: GIRDER	2: COMPOSITE	2: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	3: GIRDER + REBAR	5: GIRDER	
LOWER FLANGE	145	105	184	-101	-106	-106	-106	188	80	mm
LOWER FLANGE	210	210	210	124	199	210	199	210	210	mm
LOWER FLANGE	66	15	16	23	12	10	11	16	34	mm
WEB	2: COMPOSITE	2: COMPOSITE	2: COMPOSITE	3: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	3: GIRDER + REBAR	1: COMPOSITE	
WEB	33	19	-17	-32	-48	52	49	32	15	mm
WEB	120	120	120	120	120	120	120	120	120	mm
WEB	0.50	0.86	0.86	0.56	1.06	1.10	1.08	0.60	0.71	
FLANGE THICKNESS	171	200	189	47	199	74	201	45	198	mm
FLANGE THICKNESS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	mm
FLANGE THICKNESS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	mm
FLANGE THICKNESS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	mm
FLANGE THICKNESS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	mm
FLANGE THICKNESS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	mm

MATERIALS (1) SM400  
 (2) SM490  
 (3) SM490Y  
 (4) SM570  
 (5) SM570Y  
 (6) SM400-H  
 (7) SM520-H  
 (8) SM570-H  
 CASE  
 1: D+L  
 2: D+L+CR+SH  
 3: D+L+CR+SH+1 (STEEL)  
 4: D+L+CR+SH+1 (CONCRETE)  
 5: ER (NON-COMPOSITION)  
 STEEL GIRDER ALONE (NON-COMPOSITE)  
 STEEL GIRDER-REBAR (COMPOSITE)  
 STEEL GIRDER-CONCRETE SLAB (COMPOSITE)  
 A: TENSION  
 B: COMPRESSION  
 C: STRESS (NET SECTION WITH BOLT HOLES)  
 D: MINIMUM THICKNESS  
 E: THICKNESS DIFFERENCE  
 F: STEEL BOX BEAM (SECTION OF PIERS)

DRAWING NO. SF-05  
 AS SHOWN  
 SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES(5)  
 DRAWING TITLE:  
 PROJECT TITLE:  
 THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)  
 CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD.  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
 GHANA HIGHWAY AUTHORITY  
 MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS  
 REPUBLIC OF GHANA

# SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES (6) S=1:150

SG3



MATERIALS (1): SM400  
 (2): SM490  
 (3): SM490Y  
 (4): SM570  
 (5): SM570H  
 (6): SM490-H  
 (7): SM570-H  
 (8): SM570-H

CASE  
 1-D+L  
 2-D+L+CR+SH  
 3-D+L+CR+SH+STEEL  
 4-D+L+CR+SH+CONCRETE  
 5-ER (NON-COMPOSITION)

STEEL GIRDER ALONE (NON-COMPOSITE)  
 STEEL GIRDER-REAR (COMPOSITE)  
 STEEL GIRDER-CONCRETE SLAB (COMPOSITE)

A:TENSION  
 B:COMPRESSION  
 C:STRESS NET SECTION WITH BOLT HOLES  
 D:MINIMUM THICKNESS  
 E:THICKNESS DIFFERENCE  
 F:STEEL BOX BEAM(SECTION OF PIERS)

SECTION NAME	10	11	12	13	14	15	16	17
UPPER REBAR	10538.9 Sec-10	9540.8 Sec-11	3500 Sec-12	8017.3 Sec-13	9595.4 Sec-14	7189 Sec-15	9595.4 Sec-16	8389.6 Sec-17
LOWER REBAR	D18#125	D19#250	D22#125	D22#125	D19#250	D19#125	D19#250	D19#125
WIDTH	500	500	500	500	500	500	500	500
FLANGE	57(7)	57(7)	57(7)	57(7)	57(7)	57(7)	57(7)	57(7)
WEB	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)
THICKNESS	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)
WIDTH	780	780	780	780	780	780	780	780
THICKNESS	24(3)	47(7)	56(7)	46(7)	25(3)	27(3)	27(3)	24(3)
FLANGE	-133	200	200	199	-136	-122	-122	-99
UPPER	273	210	210	210	242	144	144	113
LOWER	140	10	10	11	106	22	21	13
CASE	3: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	2: COMPOSITE	5: GIRDER	5: GIRDER	5: GIRDER
σ	-109	-109	217	-105	102	109	109	169
σ <sub>a</sub>	106	106	106	106	113	210	210	210
σ <sub>b</sub> -σ	12	9	10	12	13	12	12	51
CASE	3: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	3: GIRDER + REBAR	2: COMPOSITE	2: COMPOSITE	2: COMPOSITE
τ	-30	-49	53	50	34	20	-18	-31
τ <sub>a</sub>	120	120	120	120	120	120	120	120
COMPOSITE	0.59	1.07	1.10	1.08	0.71	0.90	0.90	0.60
UPPER FLANGE	48	201	200	200	69	204	188	188
LOWER FLANGE	55	55	55	55	195	188	188	188
FLANGE	E	A	F	A	B	B	B	D
LOWER FLANGE	D	B	F	B	B	A	A	D

GHANA HIGHWAY AUTHORITY  
 MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS  
 REPUBLIC OF GHANA

CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD.  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT  
 (PHASE 2)

SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES(6)

SCALE(A150)

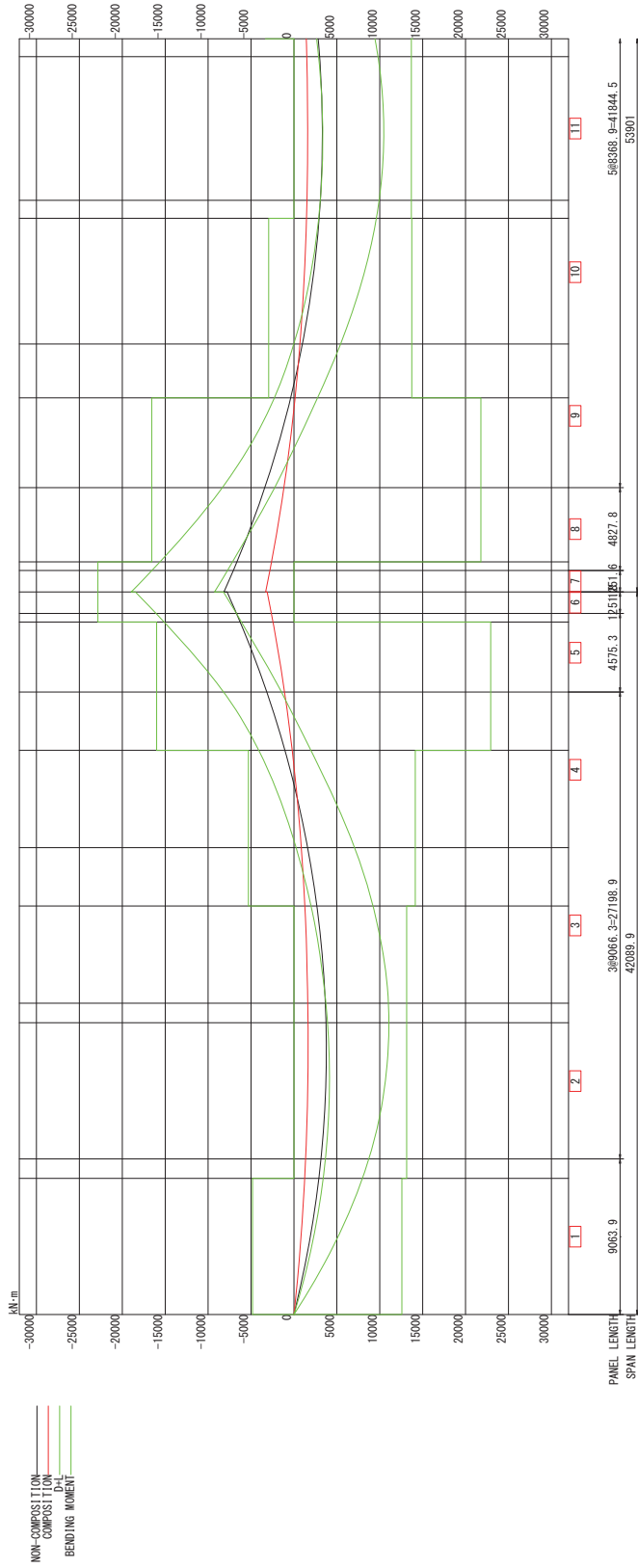
AS SHOWN

SF-06

DRAWING NO.

# SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES (7) S=1:150

NG1



SECTION NAME	1	2	3	4	5	6	7	8	9
UPPER FLANGE	133	177	177	96	189	189	189	106	181
UPPER WEB	210	210	210	124	119	119	119	106	210
UPPER LOWER REBAR	71	33	33	26	11	36	11	24	49
UPPER CASE	2: COMPOSITE	2: COMPOSITE	2: COMPOSITE	3: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	3: GIRDER + REBAR	1: COMPOSITE
UPPER T	28	17	-17	-30	-42	44	42	27	-13
UPPER C	0.49	0.71	0.71	0.44	1.01	0.87	1.02	0.50	0.59
UPPER LOWER FLANGE	157	189	175	24	24	24	24	180	176
UPPER FACTOR	D	D	D	E	A	F	B	E	D
UPPER CASE	5: GIRDER	5: GIRDER	5: GIRDER	5: GIRDER	2: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	5: GIRDER	5: GIRDER
UPPER σ	133	177	177	96	189	189	189	106	181
UPPER σ <sub>a</sub>	210	210	210	124	119	119	119	106	210
UPPER σ <sub>b-σ</sub>	71	33	33	26	11	36	11	24	49
UPPER CASE	2: COMPOSITE	2: COMPOSITE	2: COMPOSITE	3: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	3: GIRDER + REBAR	1: COMPOSITE
UPPER T	28	17	-17	-30	-42	44	42	27	-13
UPPER C	0.49	0.71	0.71	0.44	1.01	0.87	1.02	0.50	0.59
UPPER LOWER FLANGE	157	189	175	24	24	24	24	180	176
UPPER FACTOR	D	D	D	E	A	F	B	E	D

UNIT : mm N/mm<sup>2</sup>

MATERIALS (1): SM400 (2): SM490 (3): SM490Y (4): SM570 (5): SM570Y (6): SM490-H (7): SM570-H (8): SM570-H (9): 1-D+L (10): 2-D+L+CR+SH (11): 3-D+L+CR+SH+T (STEEL) (12): 4-D+L+CR+SH+T (CONCRETE) (13): 5-ER (NON-COMPOSITE)

STEEL GIRDER ALONE (NON-COMPOSITE)  
STEEL GIRDER+REBAR (COMPOSITE)  
STEEL GIRDER+CONCRETE SLAB (COMPOSITE)

A: TENSION  
B: COMPRESSION  
C: STRESS (NET SECTION WITH BOLT HOLES)  
D: MINIMUM THICKNESS  
E: THICKNESS DIFFERENCE  
F: STEEL BOX BEAM (SECTION OF PIERS)

SCALE: (A119)

DRAWING NO. SF-07

DRAWING TITLE: SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES(7)

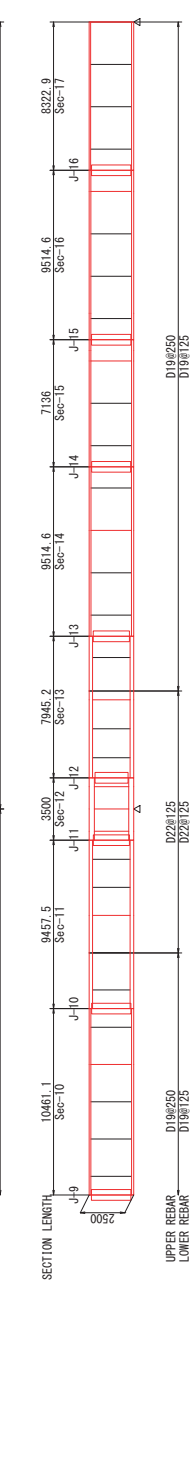
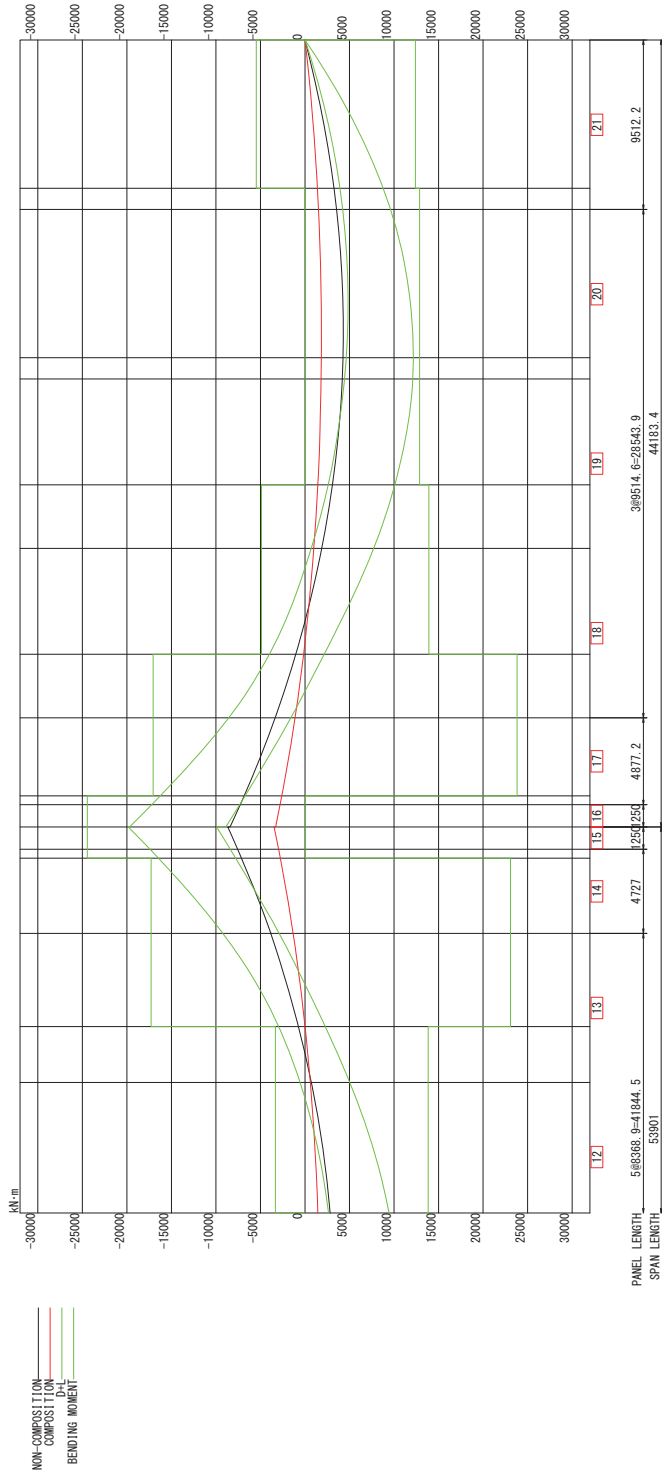
PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)

CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD.  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

GHANA HIGHWAY AUTHORITY  
MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS  
REPUBLIC OF GHANA

SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES (8) S=1:150

NG1



SECTION NAME	10	11	12	13	14	15	16	17
UPPER FLANGE	500	500	500	500	500	500	500	500
WEB	243	243	243	243	243	243	243	243
LOWER FLANGE	780	780	780	780	780	780	780	780
UPPER FLANGE	24(3)	41(7)	56(7)	41(7)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)
UPPER FLANGE	-118	183	210	210	155	151	151	128
UPPER FLANGE	123	11	27	11	65	19	18	19
UPPER FLANGE	2-COMPOSITE	2-GIRDER + REBAR	2-GIRDER + REBAR	2-GIRDER + REBAR	6-GIRDER	5-GIRDER	5-GIRDER	5-GIRDER
UPPER FLANGE	48	-109	107	108	-102	108	108	140
UPPER FLANGE	106	108	108	108	210	210	210	210
UPPER FLANGE	12	9	9	9	12	12	12	61
UPPER FLANGE	3-GIRDER + REBAR	2-GIRDER + REBAR	2-GIRDER + REBAR	2-GIRDER + REBAR	3-GIRDER + REBAR	2-COMPOSITE	2-COMPOSITE	2-COMPOSITE
UPPER FLANGE	z	-42	46	43	31	17	-18	-29
UPPER FLANGE	z.a	120	120	120	120	120	120	120
UPPER FLANGE	0.48	1.03	1.03	1.03	0.54	0.90	0.90	0.57
UPPER FLANGE	57	204	202	202	78	205	205	176
UPPER FLANGE	32	A	A	A	E	B	B	B
UPPER FLANGE	E	A	A	A	E	B	B	B
UPPER FLANGE	D	B	F	B	E	D	D	D

MATERIALS (1): SM400  
(2): SM490  
(3): SM490Y  
(4): SM570  
(5): SM570-H  
(6): SM400-H  
(7): SM520-H  
(8): SM570-H  
1: D+L  
2: D+L+CR+SH  
3: D+L+CR+SH+1 (STEEL)  
4: D+L+CR+SH+1 (CONCRETE)  
5: ER (NON-COMPOSITION)  
STEEL GIRDER ALONE (NON-COMPOSITE)  
STEEL GIRDER-REAR (COMPOSITE)  
STEEL GIRDER-CONCRETE SLAB (COMPOSITE)  
A: TENSION  
B: COMPRESSION  
C: STRESS (NET SECTION WITH BOLT HOLES)  
D: MINIMUM THICKNESS  
E: THICKNESS DIFFERENCE  
F: STEEL BOX BEAM (SECTION OF PIERS)

UNIT: mm, N/mm<sup>2</sup>

DRAWING TITLE: SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES (8)

PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)

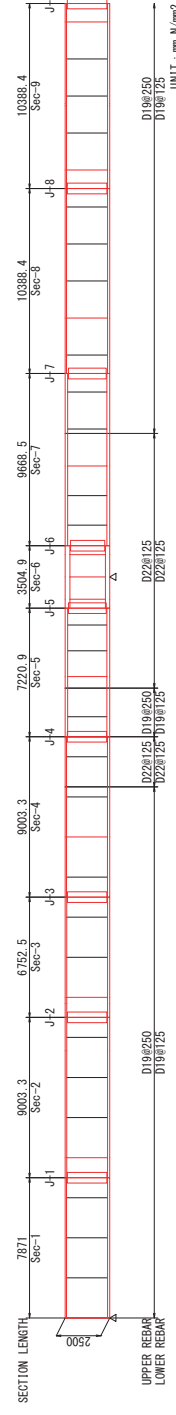
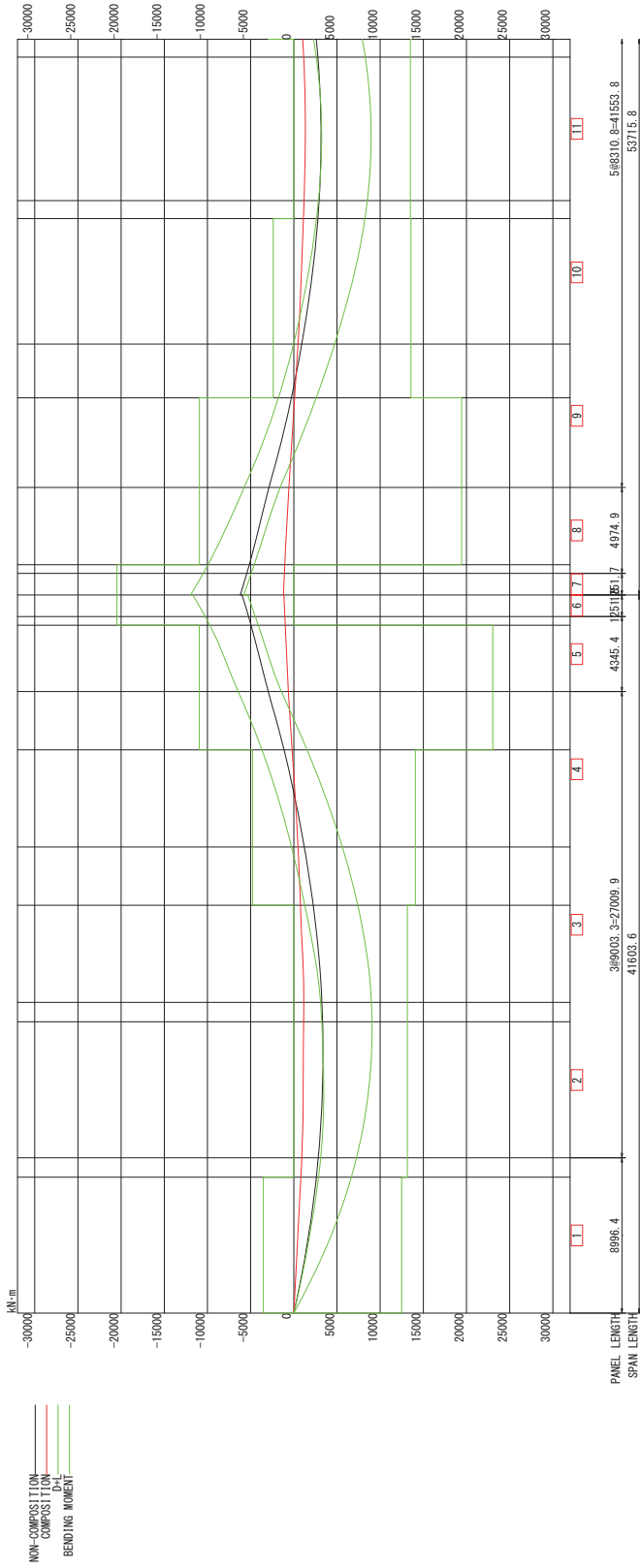
GHANA HIGHWAY AUTHORITY  
MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS  
REPUBLIC OF GHANA

CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD.  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

SCALE (A199): AS SHOWN  
DRAWING NO: SF-08

# SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES (9) S=1:150

NG2



SECTION NAME	1	2	3	4	5	6	7	8	9
UPPER FLANGE	500	500	500	500	500	500	500	500	500
UPPER WEB	19(3)	19(3)	19(3)	19(3)	19(3)	19(3)	19(3)	19(3)	19(3)
LOWER FLANGE	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)
LOWER WEB	780	780	780	780	780	780	780	780	780
UPPER FLANGE	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)
UPPER WEB	87	87	87	87	87	87	87	87	87
LOWER FLANGE	113	144	144	113	242	210	113	24	24
UPPER REBAR	5-GIRDER	5-GIRDER	5-GIRDER	5-GIRDER	4-GIRDER + REBAR	4-GIRDER + REBAR	2-GIRDER + REBAR	3-GIRDER + REBAR	5-GIRDER
LOWER REBAR	2-COMPOSITE	2-COMPOSITE	1-COMPOSITE	3-GIRDER + REBAR	3-GIRDER + REBAR	2-GIRDER + REBAR	3-GIRDER + REBAR	3-GIRDER + REBAR	1-COMPOSITE
UPPER FLANGE	112	145	145	112	167	170	170	170	130
UPPER WEB	210	210	210	210	187	187	108	108	210
LOWER FLANGE	96	65	65	26	21	87	17	27	71
UPPER FLANGE	2-COMPOSITE	2-COMPOSITE	1-COMPOSITE	3-GIRDER + REBAR	3-GIRDER + REBAR	2-GIRDER + REBAR	3-GIRDER + REBAR	3-GIRDER + REBAR	1-COMPOSITE
UPPER WEB	24	15	-15	-24	-28	30	28	22	-13
LOWER FLANGE	120	120	120	120	120	120	120	120	120
UPPER FLANGE	0.42	0.48	0.48	0.35	0.55	0.42	0.59	0.60	0.70
UPPER WEB	177	177	141	135	153	160	160	33	150
LOWER FLANGE	D	E	E	E	E	F	F	F	D
LOWER WEB	D	D	D	E	B	B	B	B	D

UNIT : mm N/mm<sup>2</sup>

MATERIALS (1) : S3400  
 (2) : S4600  
 (3) : S4600Y  
 (4) : S4670  
 (5) : S4670H  
 (6) : S4600-H  
 (7) : S4620-H  
 (8) : S4670-H

1-D+L  
 2-D+L+CR+SH  
 3-D+L+CR+SH+I (STEEL)  
 4-D+L+CR+SH+I (CONCRETE)  
 5-ER (NON-COMPOSITION)

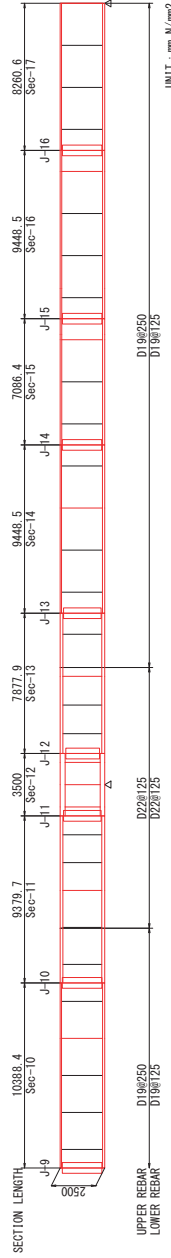
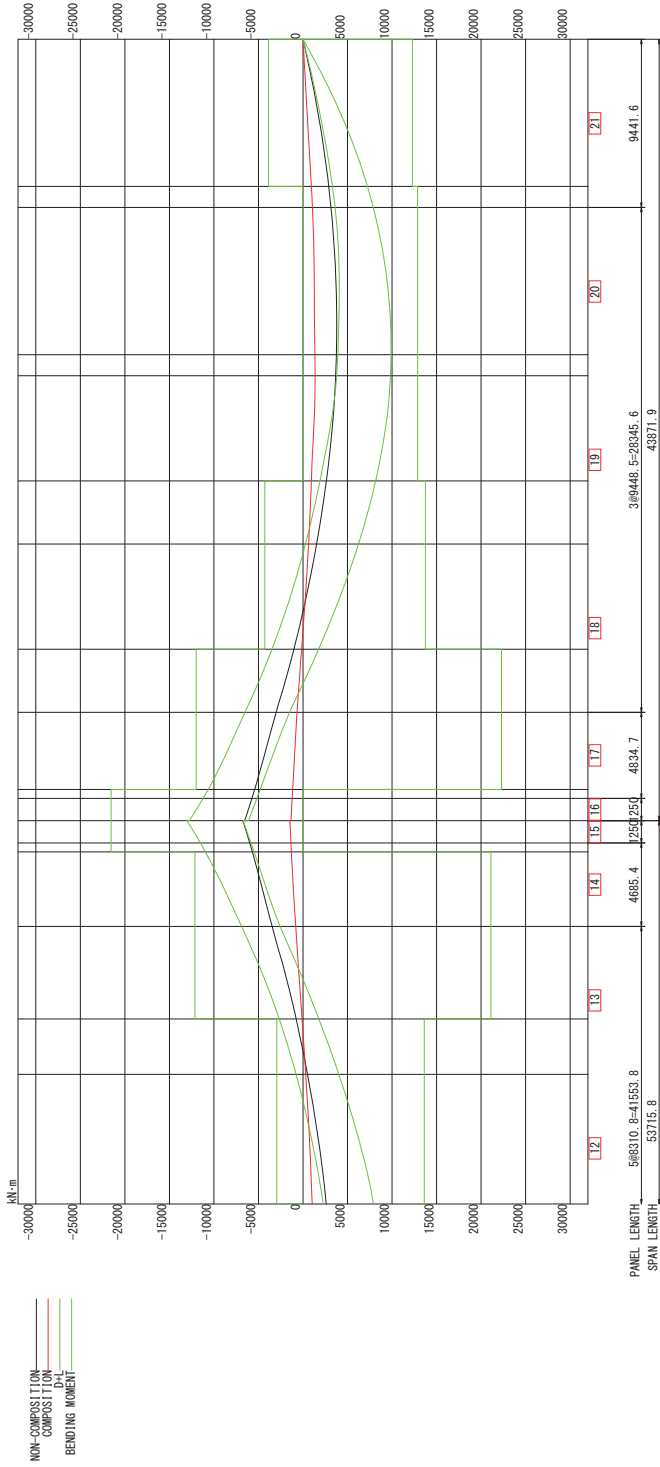
STEEL GIRDER ALONE (NON-COMPOSITE)  
 STEEL GIRDER-REBAR (COMPOSITE)  
 STEEL GIRDER-CONCRETE SLAB (COMPOSITE)

A-TENSION  
 B-COMPRESSION  
 C-STRESS (NET SECTION WITH BOLT HOLES)  
 D-MINIMUM THICKNESS  
 E-THICKNESS DIFFERENCE  
 F-STEEL BOX BEAM (SECTION OF PIERS)

GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)	DRAWING TITLE: SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES (9)
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		SCALE (A150) : AS SHOWN
		DRAWING NO. SF-09

# SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES(10) S=1:150

NG2

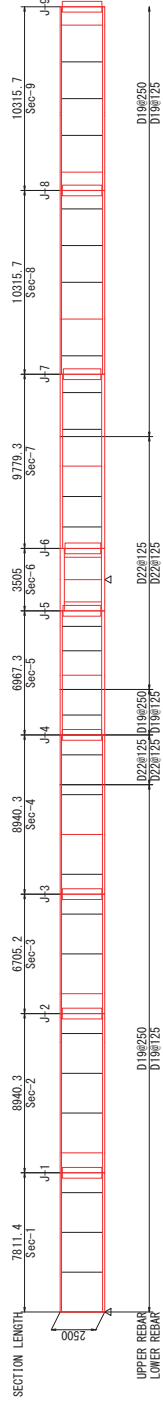
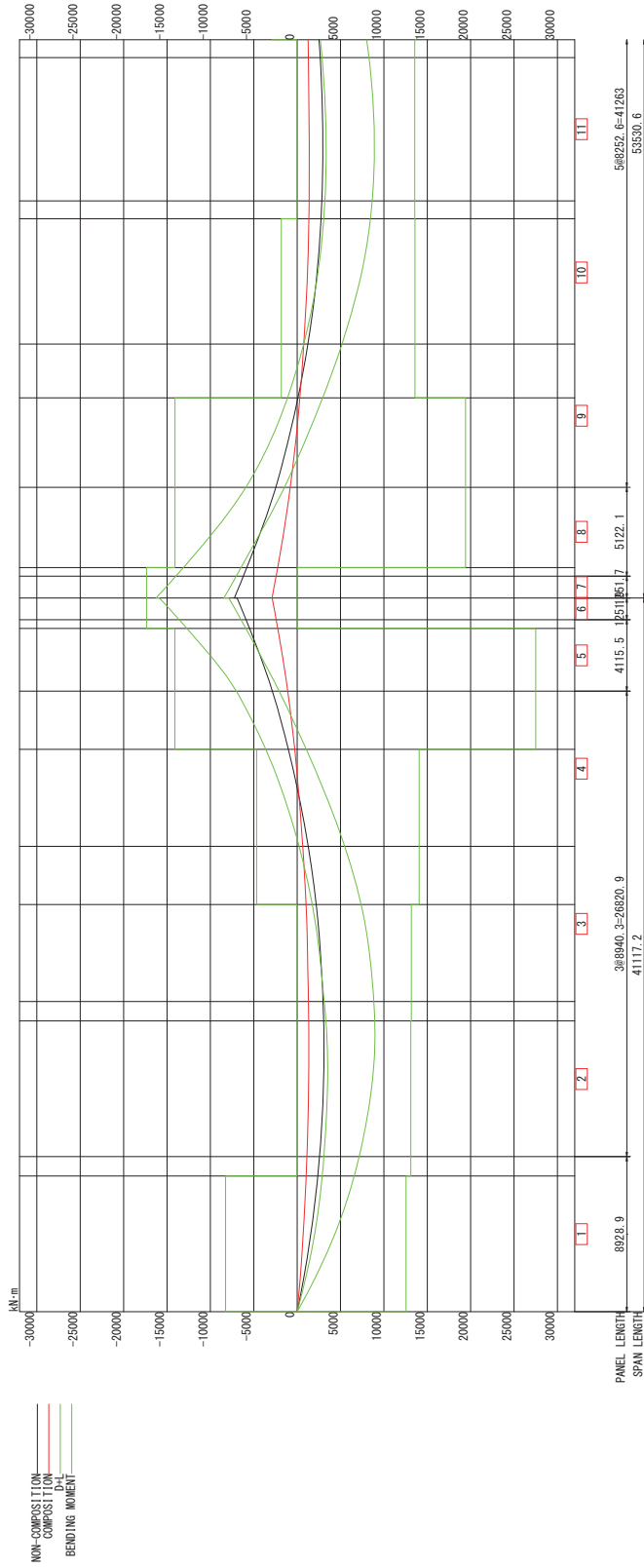


SECTION NAME	10	11	12	13	14	15	16	17
UPPER FLANGE	500	500	500	500	500	500	500	500
WEB	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)
LOWER FLANGE	780	780	780	780	780	780	780	780
UPPER FLANGE	24(3)	33(3)	51(7)	33(3)	26(3)	24(3)	24(3)	24(3)
UPPER FLANGE	-202	182	132	158	-89	-120	-121	-99
UPPER FLANGE	273	210	210	210	113	144	144	113
UPPER FLANGE	71	48	78	52	23	24	23	13
LOWER FLANGE	-66	-165	-177	-177	-101	161	161	161
LOWER FLANGE	186	172	217	189	124	210	210	210
LOWER FLANGE	10	17	83	22	23	48	49	66
UPPER REBAR	D18@250	D22@125	D22@125	D18@125	D18@125	D18@250	D18@125	D18@125
LOWER REBAR	D18@125	D22@125	D22@125	D18@125	D18@125	D18@125	D18@125	D18@125
UNIT : mm N/mm <sup>2</sup>								
MATERIALS	(1): SM400	(2): SM400	(3): SM490Y	(4): SM570	(5): SM490-H	(6): SM490-H	(7): SM570-H	(8): SM570-H
CASE	1-D+L	2-D+L+CR+SR	3-D+L+CR+SR+T(STEEL)	4-D+L+CR+SR+T(CONCRETE)	5-ER (NON-COMPOSITION)	STEEL GIRDER ALONE (NON-COMPOSITE)	STEEL GIRDER+REBAR (COMPOSITE)	STEEL GIRDER+CONCRETE SLAB (COMPOSITE)
FACTOR	A:TENSION	B:COMPRESSION	C:STRESS(NET SECTION WITH BOLT HOLES)	D:MINIMUM THICKNESS	E:THICKNESS DIFFERENCE	F:STEEL BOX BEAM(SECTION OF PIERS)		

GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)	DRAWING TITLE: SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES(10)
	SCALE(A119)	SCALE(A119)
	AS SHOWN	AS SHOWN
		DRAWING NO. SF-10

# SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES (11) S=1:150

NG3



SECTION NAME	1	2	3	4	5	6	7	8	9
UPPER FLANGE	500	500	500	500	500	500	500	500	500
UPPER WEB	19(3)	19(3)	19(3)	19(3)	19(3)	19(3)	19(3)	19(3)	19(3)
LOWER FLANGE	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)
LOWER WEB	780	780	780	780	780	780	780	780	780
FLANGE THICKNESS	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)
WEB THICKNESS	-79	-103	-101	-72	189	183	188	-217	-228
FLANGE STRESS	113	113	113	113	210	210	210	273	273
WEB STRESS	34	10	11	40	11	27	12	56	45
CASE	5: GIRDER	5: GIRDER	5: GIRDER	5: GIRDER	2: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	3: GIRDER + REBAR	3: GIRDER + REBAR
FLANGE STRESS	110	144	143	-86	-176	197	-101	131	138
WEB STRESS	210	210	210	124	106	210	106	210	210
FLANGE STRESS	100	66	67	28	19	13	14	70	72
CASE	2: COMPOSITE	2: COMPOSITE	1: COMPOSITE	3: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	2: GIRDER + REBAR	1: COMPOSITE	1: COMPOSITE
FLANGE STRESS	24	13	-14	-27	-39	-42	39	23	-12
WEB STRESS	120	120	120	120	120	120	120	120	120
FLANGE STRESS	0.39	0.47	0.47	0.34	1.00	1.00	0.99	0.64	0.70
FLANGE FACTOR	129	175	141	10	205	205	205	16	151
WEB FACTOR	D	D	D	E	A	A	A	D	D
FLANGE FACTOR	D	D	D	D	B	B	B	D	D

MATERIALS (1): SM400  
 (2): SM490  
 (3): SM490Y  
 (4): SM570  
 (5): SM570Y  
 (6): SM490-H  
 (7): SM570-H  
 (8): SM570-H  
 CASE  
 1: D+L  
 2: D+L+CR+SH  
 3: D+L+CR+SH+STEEL  
 4: D+L+CR+SH+CONCRETE  
 5: ER (NON-COMPOSITION)  
 STEEL GIRDER ALONE (NON-COMPOSITE)  
 STEEL GIRDER+REBAR (COMPOSITE)  
 STEEL GIRDER+CONCRETE SLAB (COMPOSITE)

GHANA HIGHWAY AUTHORITY  
 MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS  
 REPUBLIC OF GHANA

PROJECT TITLE:  
 THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT  
 (PHASE 2)

CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD.  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

DRAWING TITLE:  
 SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES(11)

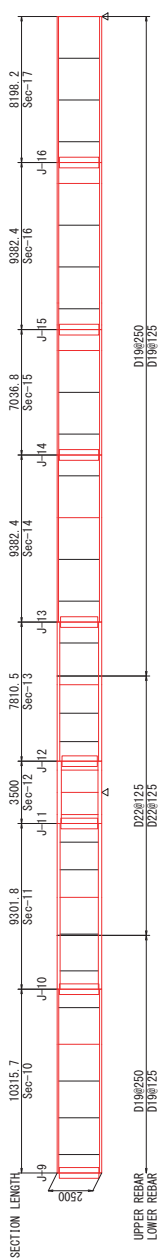
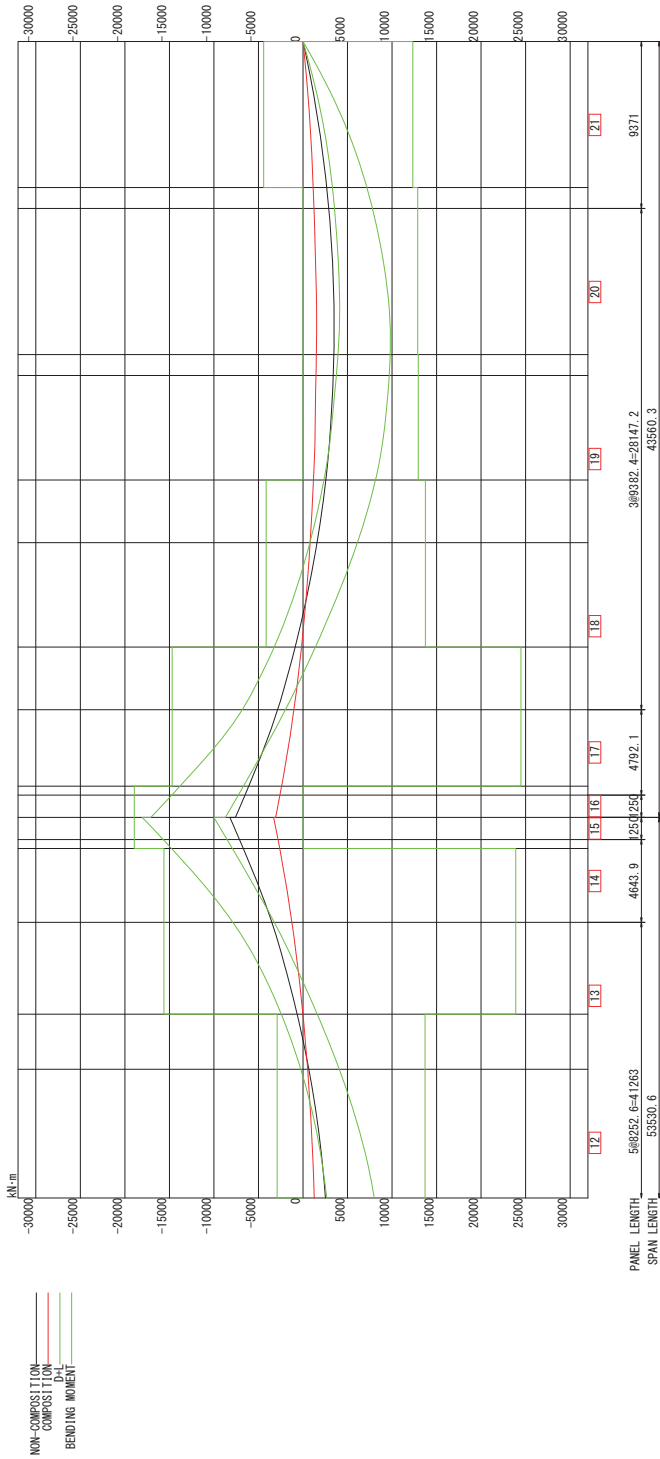
SCALE (A150):  
 AS SHOWN

DRAWING NO.  
 SF-11



# SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES (12) S=1:150

NG3



SECTION NAME	10	11	12	13	14	15	16	17
UPPER FLANGE	500	500	500	500	500	500	500	500
UPPER WEB	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450
LOWER FLANGE	780	780	780	780	780	780	780	780
UPPER FLANGE	24(3)	38(3)	42(7)	36(3)	24(3)	24(3)	24(3)	24(3)
UPPER WEB	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)	20(3)
UPPER FLANGE	273	210	210	210	113	144	144	113
UPPER WEB	75	10	10	9	26	32	32	21
LOWER FLANGE	58	169	199	106	97	160	160	120
LOWER WEB	106	111	110	124	124	210	210	210
LOWER FLANGE	17	17	17	12	27	51	50	88
CASE	3-G IRDER + REBAR	2-G IRDER + REBAR	2-G IRDER + REBAR	2-G IRDER + REBAR	5-G IRDER	5-G IRDER	5-G IRDER	5-G IRDER
COMPOSITE	3-G IRDER + REBAR	2-G IRDER + REBAR	2-G IRDER + REBAR	2-G IRDER + REBAR	2-G IRDER + REBAR	2-G IRDER + REBAR	2-G IRDER + REBAR	2-G IRDER + REBAR
FLANGE	-25	-41	-44	40	27	14	-14	-25
WEB	120	120	120	120	120	120	120	120
UPPER FLANGE	0.53	1.03	1.04	1.03	0.41	0.58	0.58	0.47
UPPER WEB	50	210	210	207	71	194	194	144
LOWER FLANGE	22	A	A	B	E	D	E	D
LOWER WEB	E	B	B	A	D	D	D	D
LOWER FLANGE	D	B	B	A	D	D	D	D

DRAWING TITLE:  
THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)

DRAWING NO.  
SCALE (A119)  
AS SHOWN  
SF-12

SECTIONAL FORCES AND PROPERTIES (12)

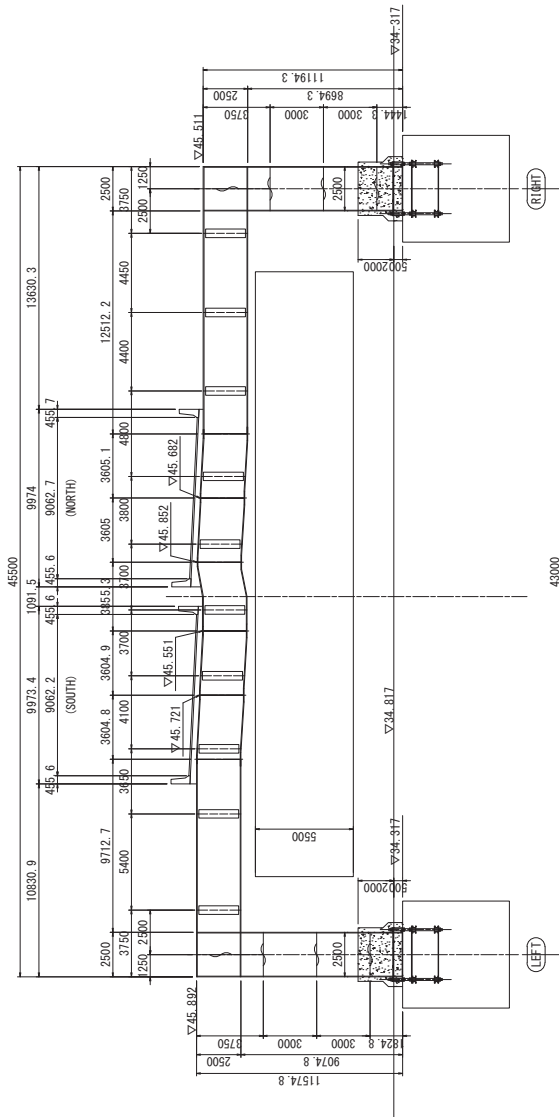
GHANA HIGHWAY AUTHORITY  
MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS  
REPUBLIC OF GHANA

CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD.  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

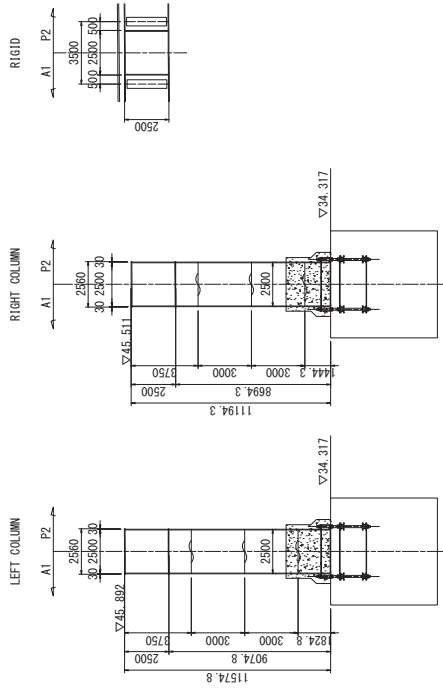
**GENERAL ARRANGEMENT OF SUBSTRUCTURE (1) S=1:150**

**P1 PIER**

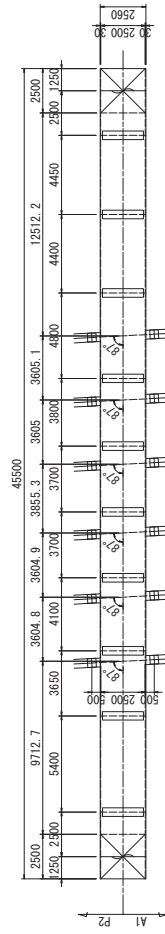
**FRONT VIEW**



**SIDE VIEW**



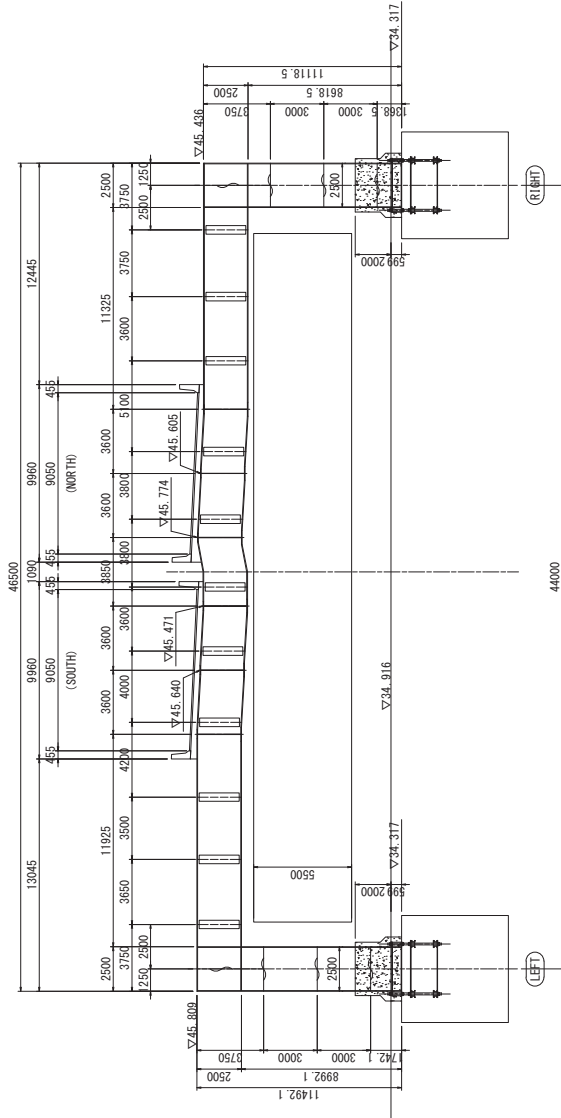
**PLAN VIEW**



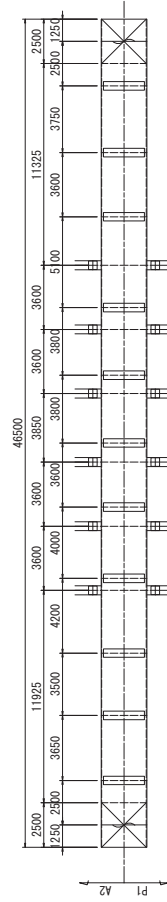
GENERAL ARRANGEMENT OF SUBSTRUCTURE (2) S=1:150

P2 PIER

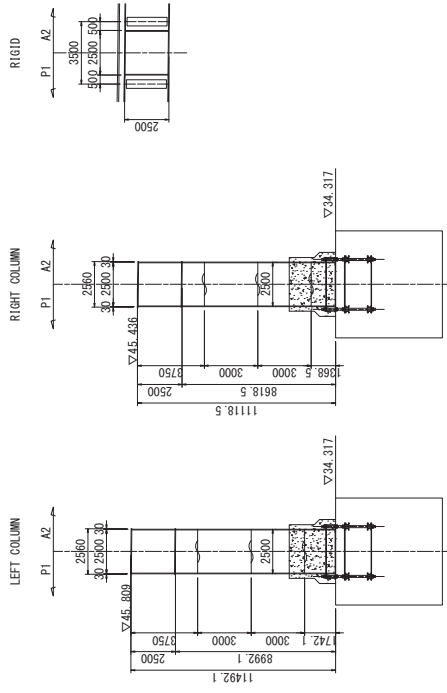
FRONT VIEW



PLAN VIEW



SIDE VIEW



RIGHT COLUMN

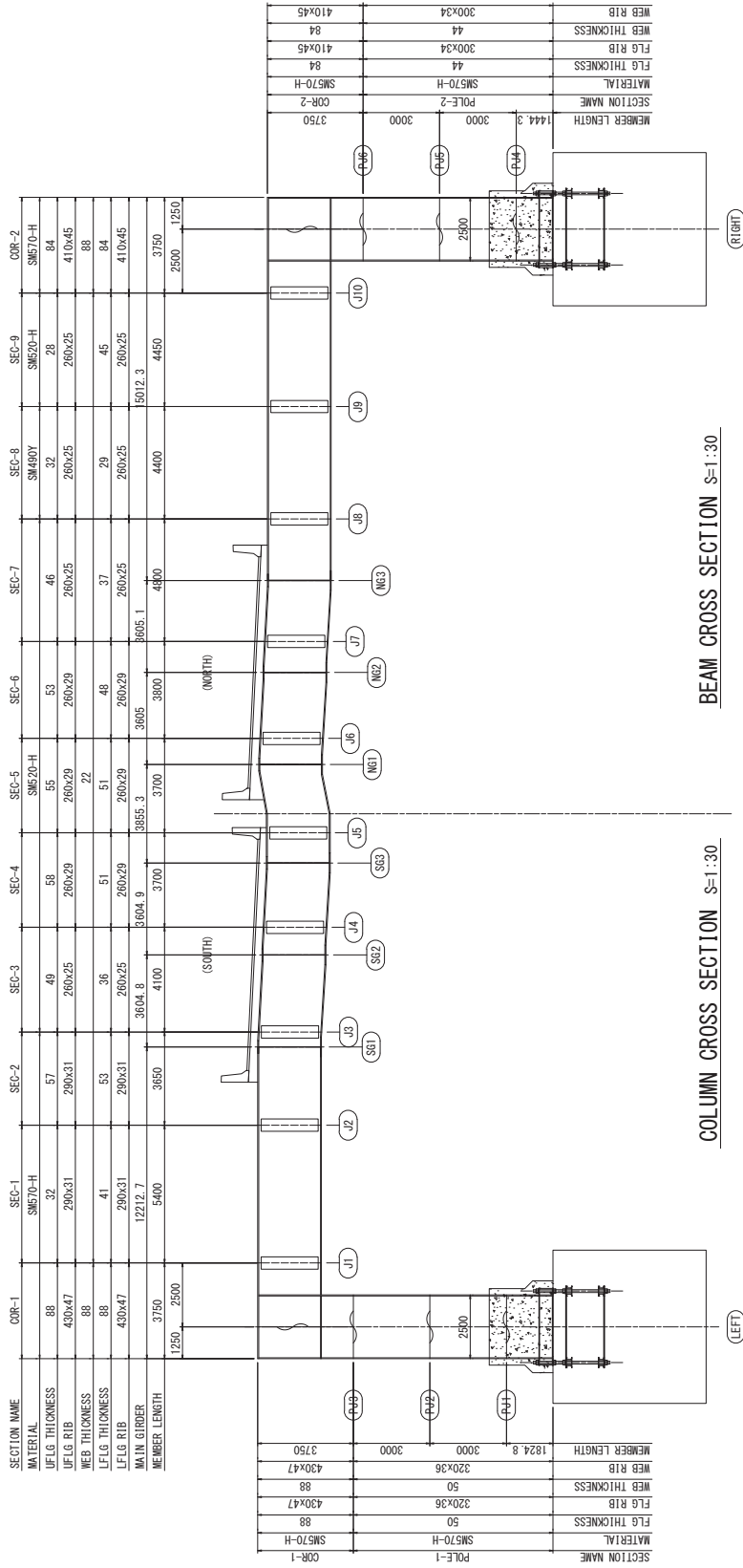
LEFT COLUMN

RIGID

DRAWING NO.	SCALE (A/150)	PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)	DRAWING TITLE: GENERAL ARRANGEMENT OF SUBSTRUCTURE(2)
AS SHOWN	AS SHOWN	GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

CROSS SECTION OF PIER 1 S=1:100

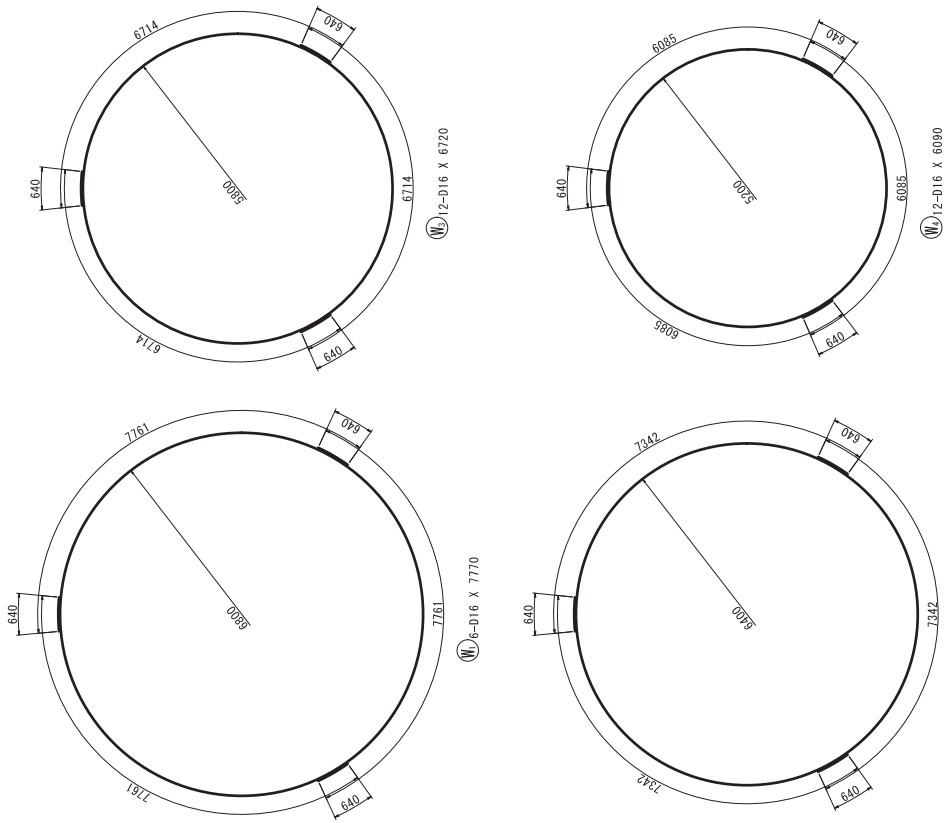
FRONT VIEW



GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)	DRAWING TITLE: CROSS SECTION OF PIER 1
	SCALE (A1100) AS SHOWN	DRAWING NO. P1-01

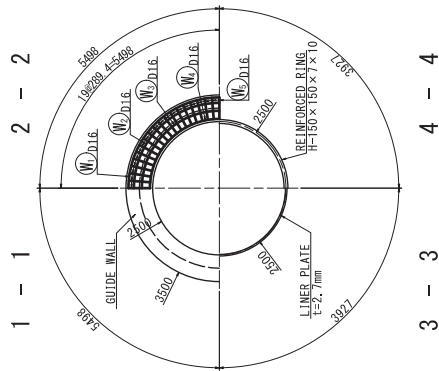
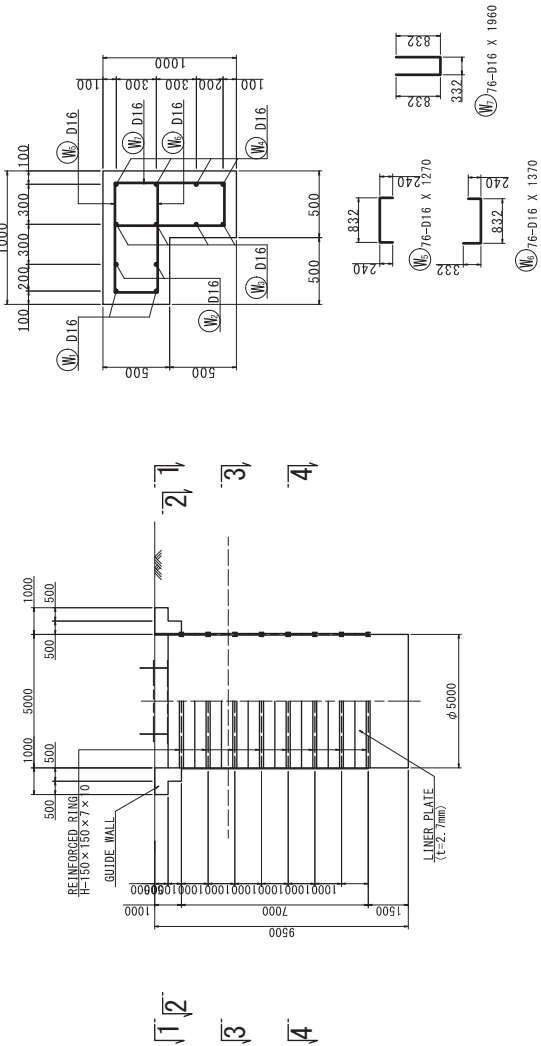
CROSS SECTION OF CAISSON PILE OF PIER 1 S=1:100

(REFERENCE)



SIDE VIEW

S=1:20



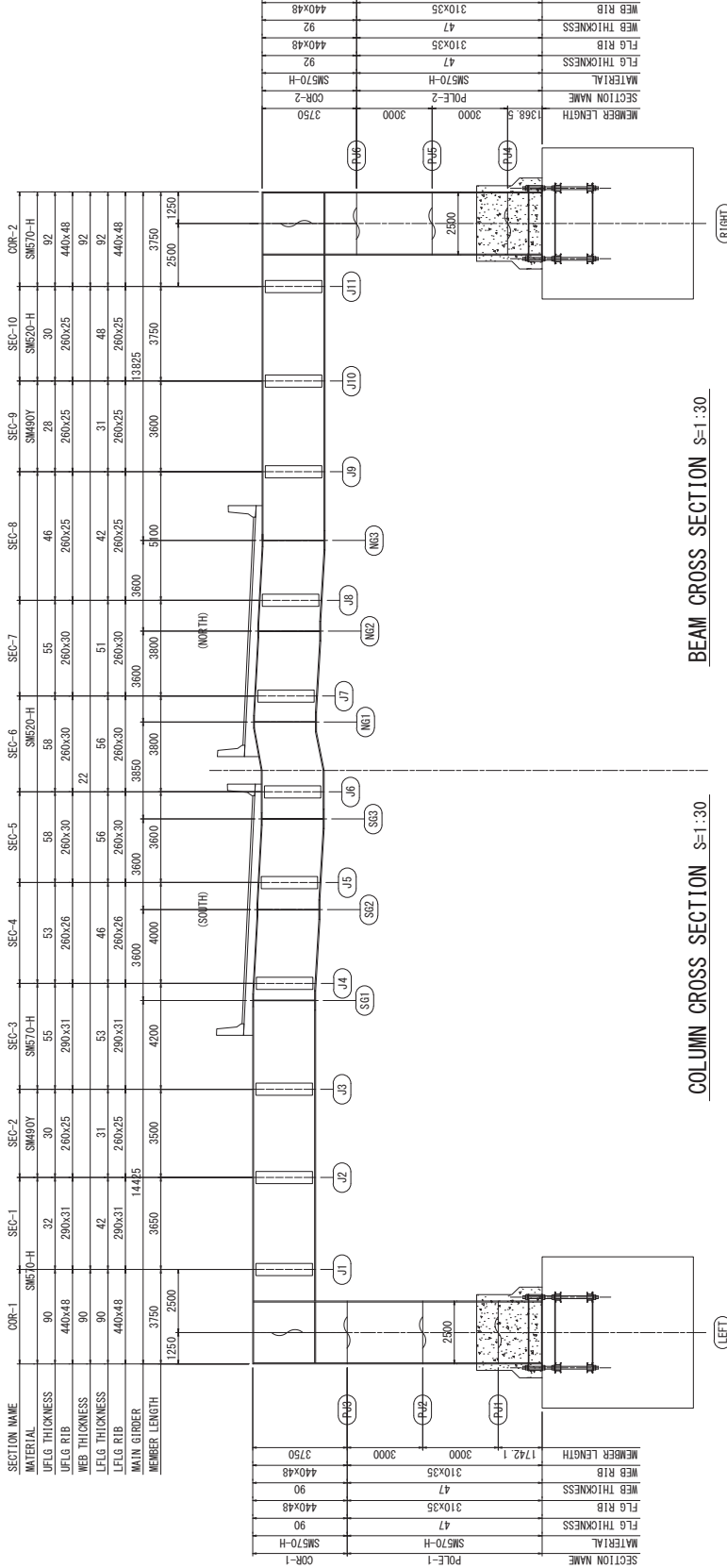
REBAR TABLE

MARK	DIAMETER	LENGTH (mm)	NUMBER	UNIT WEIGHT (kg/m)	WEIGHT (kg)	REMARKS
W1	D16	7770	6	1.56	12.12	73 O
W2	D16	7350	6	1.56	11.47	69 O
W3	D16	6720	12	1.56	10.48	126 O
W4	D16	6080	12	1.56	9.50	114 O
W5	D16	1270	76	1.56	1.98	150 U
W6	D16	1370	76	1.56	2.14	163 U
W7	D16	1960	76	1.56	3.06	233 U
					928	
SUM				D16	928	kg
TOTAL WEIGHT					928	kg

GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)	DRAWING TITLE: CROSS SECTION OF CAISSON PILE OF PIER 1	SCALE (A1189)	DRAWING NO.
			AS SHOWN	P1-02

CROSS SECTION OF PIER 2 S=1:100

FRONT VIEW



DRAWING TITLE:

CROSS SECTION OF PIER 2

PROJECT TITLE:

THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)

GHANA HIGHWAY AUTHORITY  
MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS  
REPUBLIC OF GHANA

CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD.  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

SCALE (A1100)

AS SHOWN

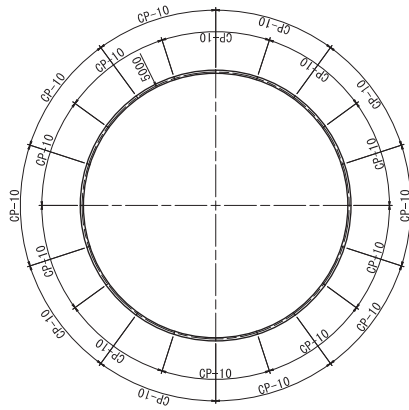
DRAWING NO.

P2-01

CROSS SECTION OF CAISSON PILE OF PIER 2 S=1:100

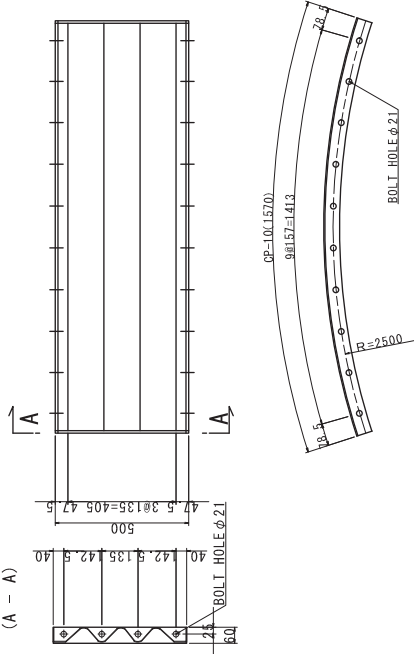
LINER PLATE S=1:50

PLAN

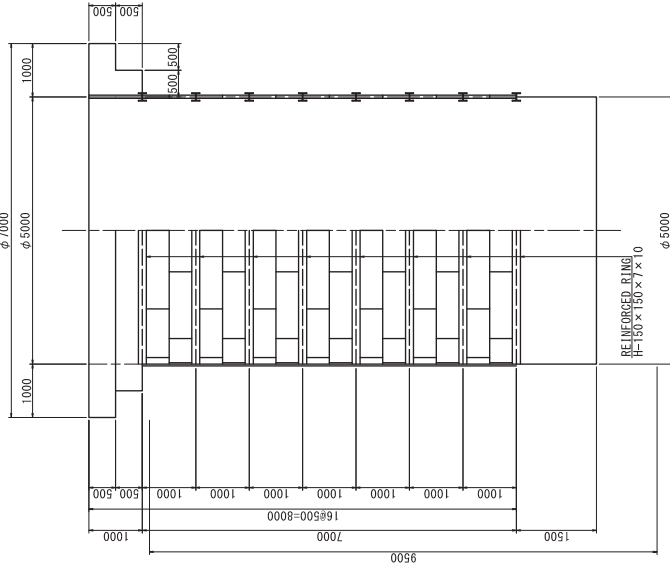


(REFERENCE)

CROSS SECTION (A - A)

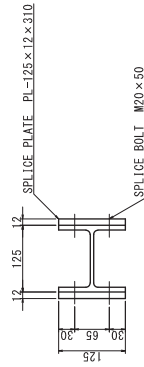
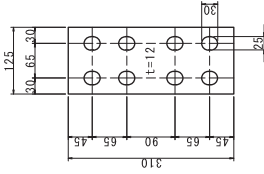


SIDE VIEW



REINFORCED-RING SPLICE S=1:5

SPLICE PLATE

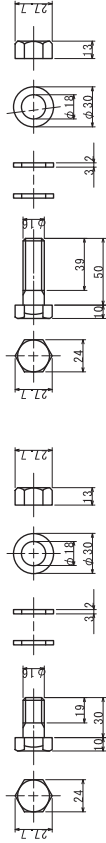


REINFORCED RING TABLE

ITEM	SECTION	UNIT	NUMBER	REMARKS
REINFORCED RING	H=125 x 125 x 6.5 x 9	No.	80	LENGTH L=1.571m
	JOINT MATERIAL	t	2.966	W=23.6kg/m
	SUM WEIGHT	t	0.584	W=3.65kg 160 SHEETS
	BOLT NUT M20 x 50	PAIR	1280	(8.8)

BOLT - NUT - WASHER S=1:2

L.P ASSEMBLY . . . M16 x 30 (4.6) REINFORCED RING ATTACHMENT . . . M16 x 50



PER PILE

NAME	DIMENSION (mm)	UNIT WEIGHT(kg)	NUMBER	WEIGHT(kg)	REMARKS
LINER PLATE (t=2.7, H=8.000m)					
ASSEMBLY BOLTS (n-1 x 100 + n x 40)	26.0	160	4160		BLACK FILM
LINER PLATE 2.7 x 500 x 1570 (CP-10)	0.137	1340	184		
ASSEMBLY BOLT M16 x 30 (4.6 FOR LP)	0.164	800	131		
ASSEMBLY BOLT M16 x 50 (REINFORCED RING)					
PER			SUM	4475	(kg)

GHANA HIGHWAY AUTHORITY  
MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS  
REPUBLIC OF GHANA

PROJECT TITLE:  
THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT  
(PHASE 2)

DRAWING TITLE:  
CROSS SECTION CAISSON  
PILE OF PIER 2

SCALE(A1199)

AS SHOWN

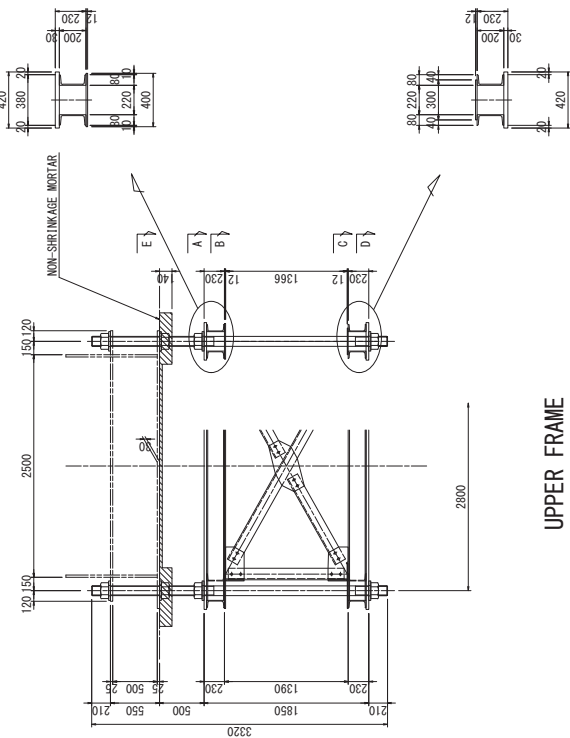
DRAWING NO.

P2-02

CROSS SECTION OF ANCHOR FRAME S=1:30

TRANSVERSE DIRECTION  
(WEB OF PIER)

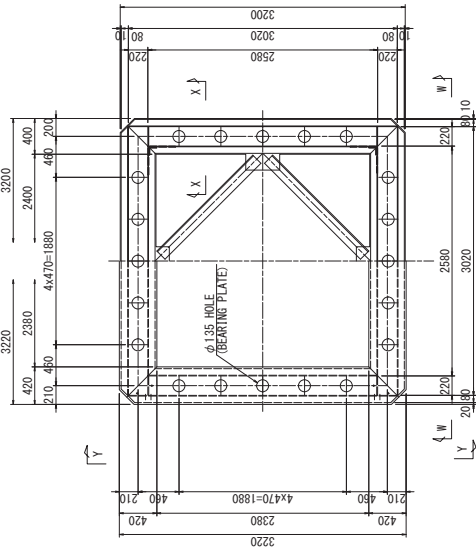
W - W X - X



UPPER FRAME

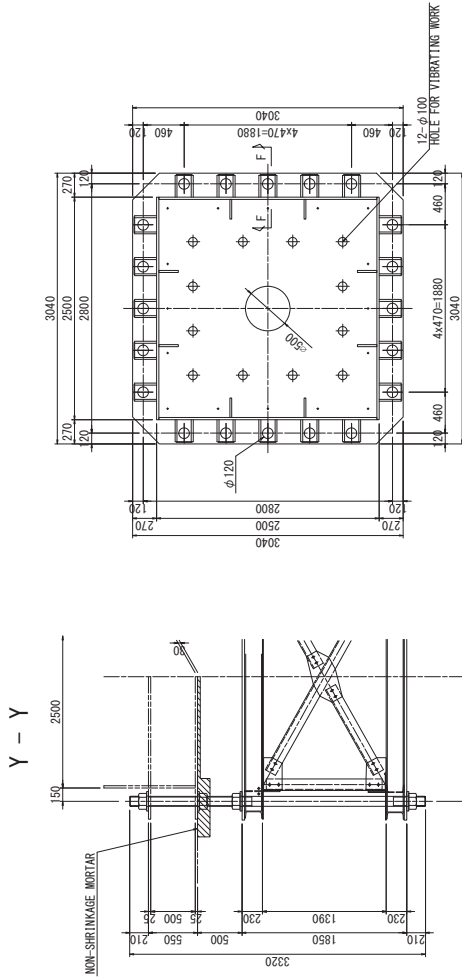
A - A B - B

TRANSVERSE DIRECTION



LONGITUDINAL DIRECTION  
(FLANGE OF PIER)

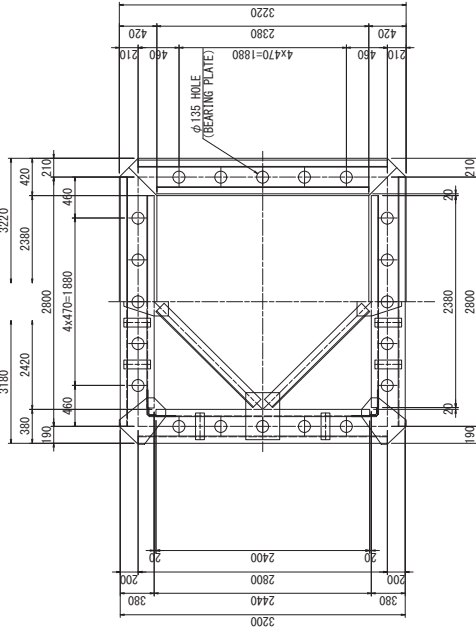
E - E



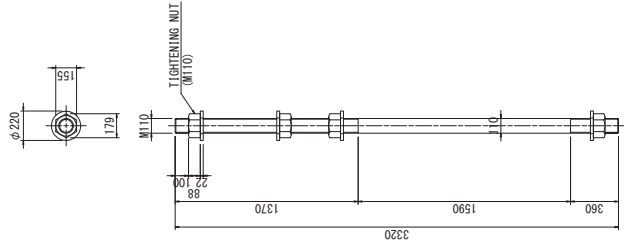
LOWER FRAME

C - C D - D

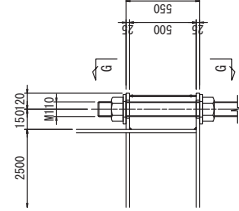
TRANSVERSE DIRECTION



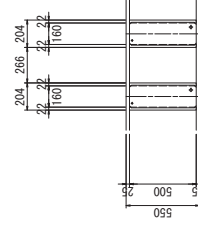
ANCHOR BOLT S=1:20



F - F S=1:20



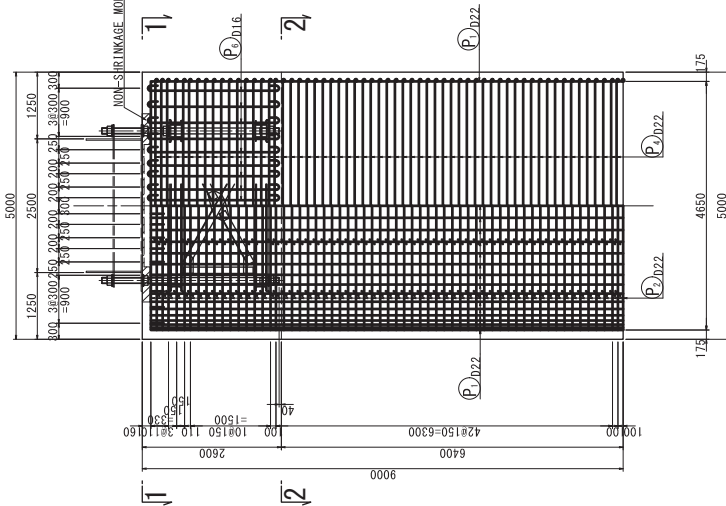
G - G S=1:20



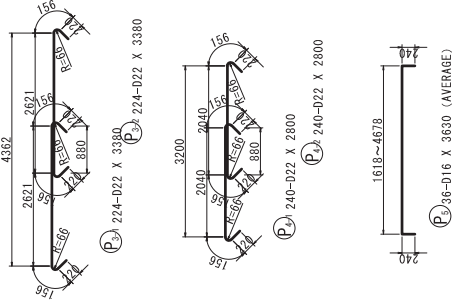
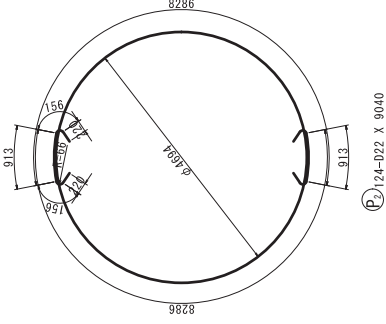
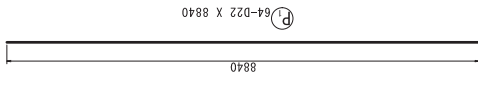
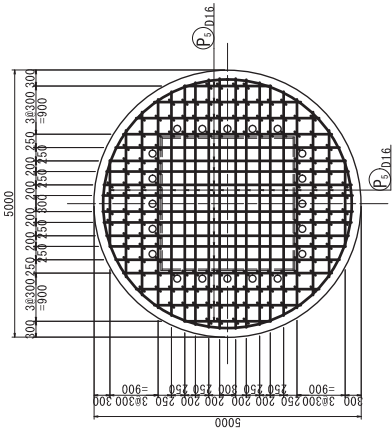


REINFORCED REBAR ARRANGEMENT OF CAISSON OF PIER S=1:50  
(REFERENCE)

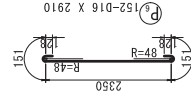
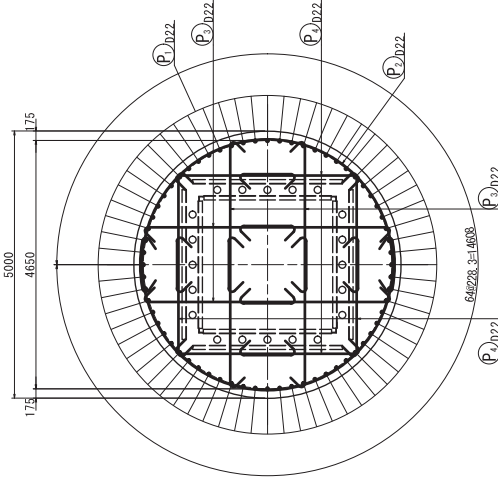
SIDE VIEW



1 - 1 PLAN



2 - 2 PLAN

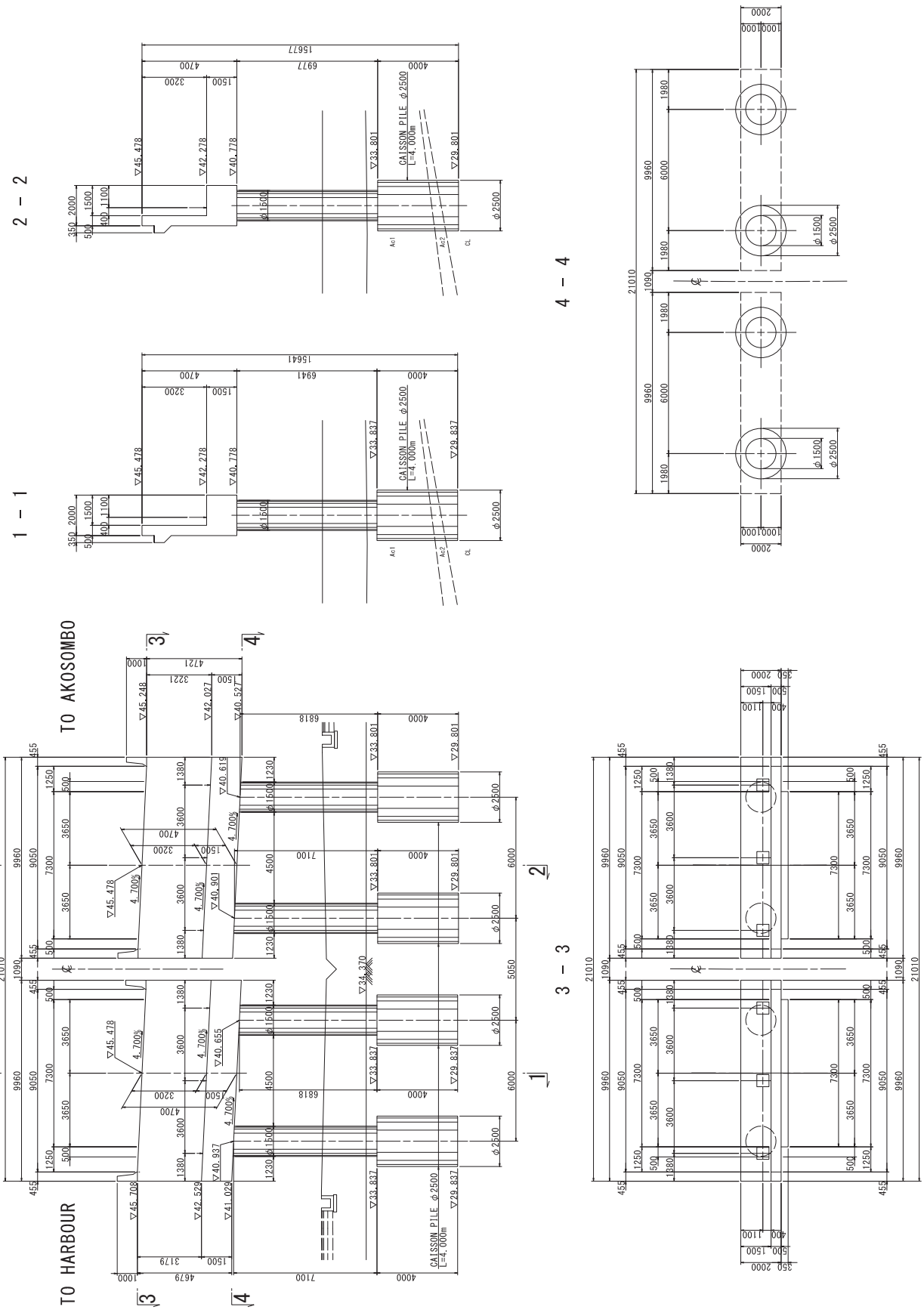


MARK	DIAMETER	LENGTH (mm)	NUMBER	UNIT WEIGHT (kg/m)	PER WEIGHT (kg)	WEIGHT (kg)	REMARKS
P <sub>1</sub>	D22	8840	64	3.04	26.87	1720	I
P <sub>2</sub>	D22	9040	124	3.04	27.48	3408	O
P <sub>3-1</sub>	D22	3380	224	3.04	10.28	2303	←
P <sub>3-2</sub>	D22	3380	224	3.04	10.28	2303	←
P <sub>4-1</sub>	D22	2800	240	3.04	8.51	2042	←
P <sub>4-2</sub>	D22	2800	240	3.04	8.51	2042	←
P <sub>5</sub>	D16	3630	36	1.56	5.66	204	(AVERAGE)
P <sub>6</sub>	D16	2910	152	1.56	4.54	690	I
SUM							14712
TOTAL WEIGHT							14712 kg

GENERAL ARRANGEMENT OF ABUTMENT 1 S=1:100

CROSS SECTION

FRONT VIEW

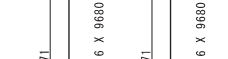
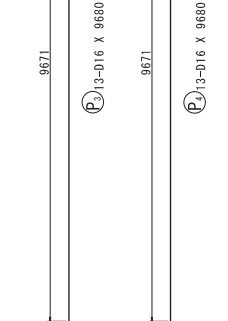
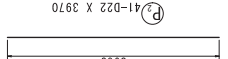
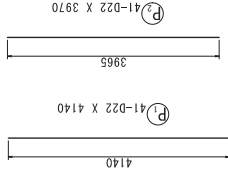
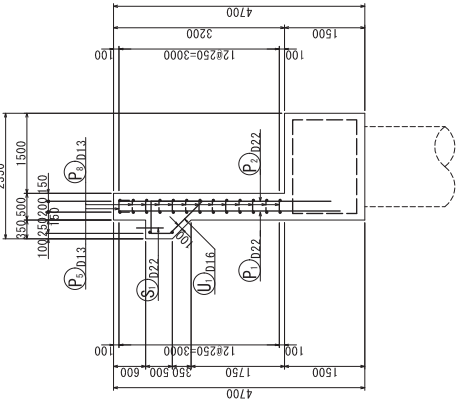
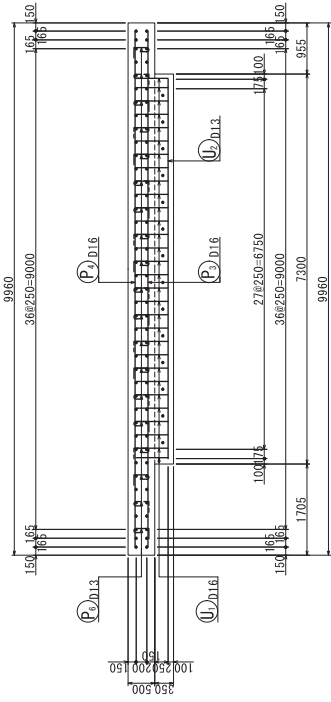
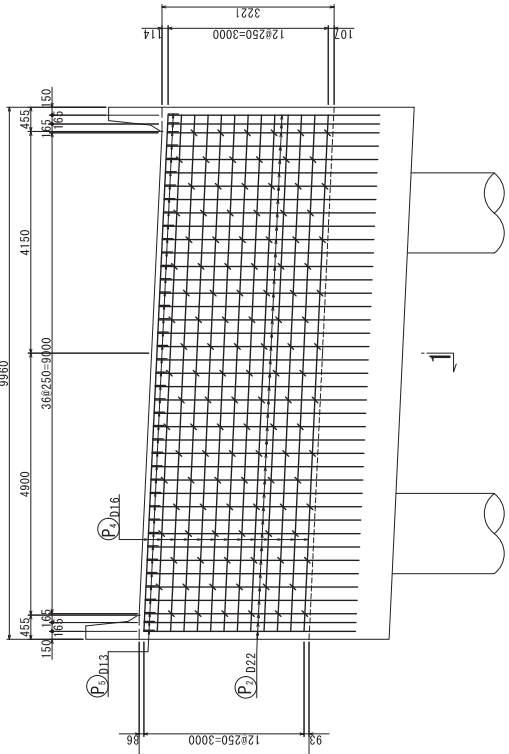


SCALE (A1199)	DRAWING NO.	PROJECT TITLE:	DRAWING TITLE:
AS SHOWN	A1-01	THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)	GENERAL ARRANGEMENT OF ABUTMENT 1
GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		

REINFORCED REBAR ARRANGEMENT OF ABUTMENT 1 S=1:50  
(REFERENCE)

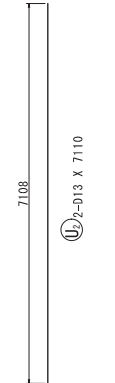
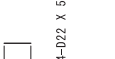
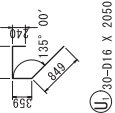
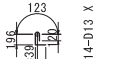
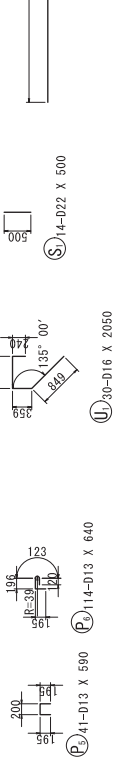
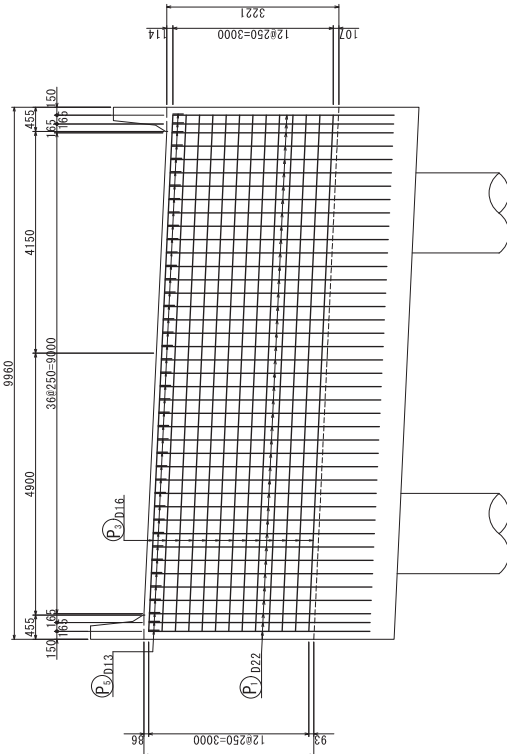
4 - 4

1 - 1

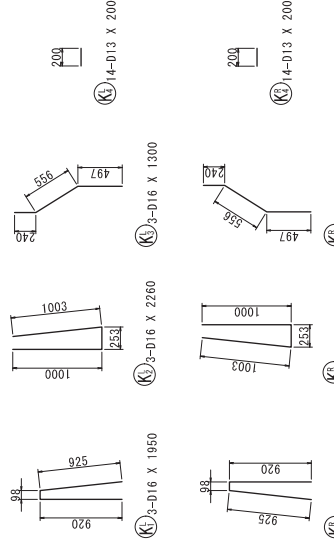
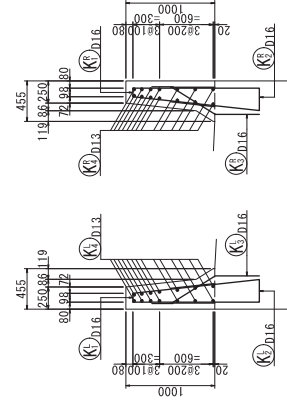


添付資料6 - 169

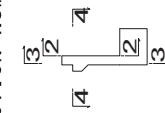
3 - 3



REBAR ARRANGEMENT OF WALL RAILING S=1:30



SECTION NUMBER



GHANA HIGHWAY AUTHORITY  
MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS  
REPUBLIC OF GHANA

PROJECT TITLE:  
THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT  
(PHASE 2)

DRAWING TITLE:  
REINFORCED REBAR ARRANGEMENT  
OF ABUTMENT 1

SCALE (A1199)  
AS SHOWN

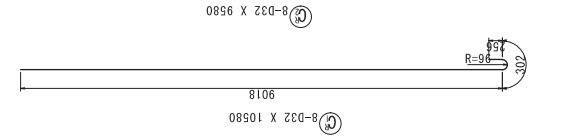
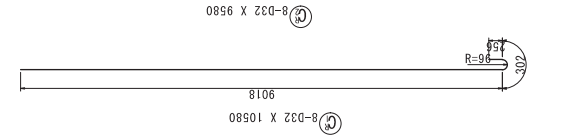
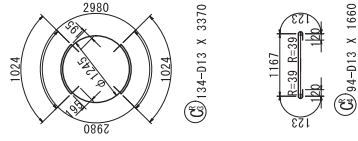
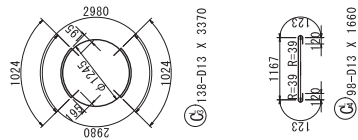
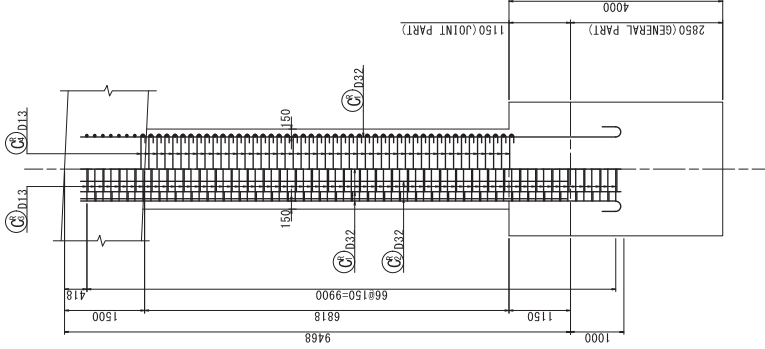
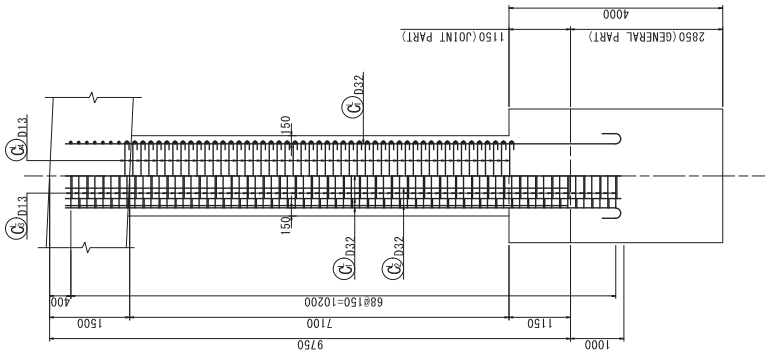
DRAWING NO.  
A1-02

REINFORCED REBAR ARRANGEMENT OF COLUMN OF A1 S=1:50

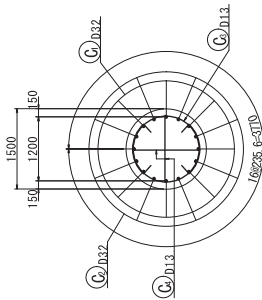
(REFERENCE)

LEFT SIDE

RIGHT SIDE



PLAN



REBAR TABLE

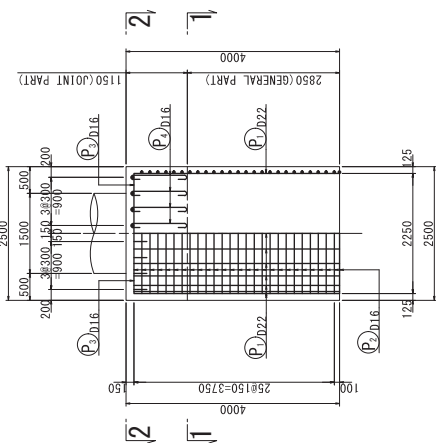
MARK	Diameter	Length (mm)	Number	Unit Weight (kg/m)	Per Weight (kg)	Weight (kg)	Remarks
C1	D32	10860	8	6.23	67.66	541	I
C2	D32	9580	8	6.23	61.43	491	I
C3	D13	3370	138	0.995	3.35	462	O
C4	D13	1660	98	0.995	1.65	162	I
							1656
C5	D32	10580	8	6.23	65.91	527	I
C6	D32	9580	8	6.23	59.68	477	I
C7	D13	3370	134	0.995	3.35	449	O
C8	D13	1660	94	0.995	1.65	155	I
							1608
SUM							D32 2036 kg
							D13 1228 kg
TOTAL WEIGHT							3264 kg

LEFT-SIDE COLUMN (h=7.100m)  
W=1652kg / 7.100m = 232.7kg/m  
RIGHT-SIDE COLUMN (h=6.818m)  
W=1608kg / 6.818m = 235.8kg/m  
AVERAGE W=(232.7+235.8)/1/2 =234.3 → 235kg/m

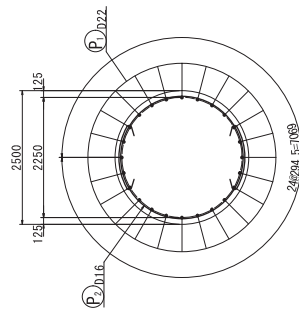
REINFORCED REBAR ARRANGEMENT OF CAISSON PILE OF A1 S=1:50

(REFERENCE)

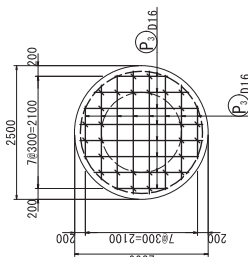
SIDE VIEW



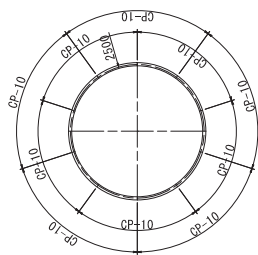
1 - 1 PLAN



2 - 2 PLAN

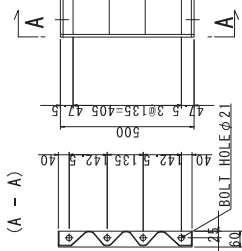


LINER PLATE PLAN

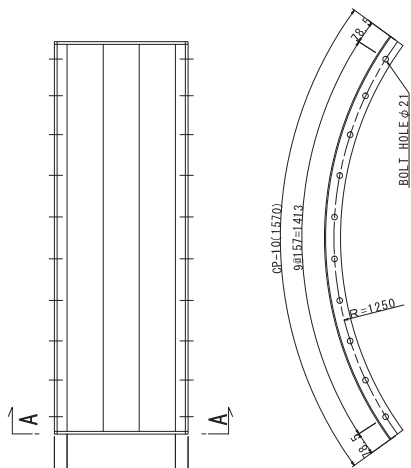


S=1:50

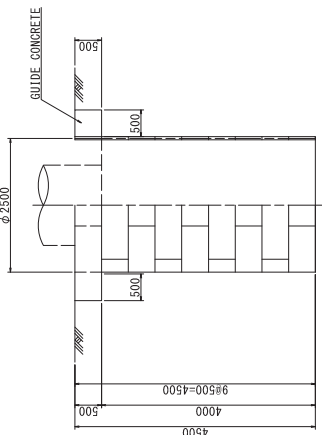
CROSS SECTION



LINER PLATE S=1:10

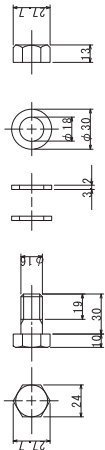


SIDE VIEW



添付資料6-171

BOLT - NUT - WASHER S=1:2  
LP ASSEMBLY . . . M16 x 30 (4, 6)



NAME	DIMENSION (mm)	UNIT WEIGHT (kg)	NUMBER	WEIGHT (kg)	REMARKS
LINER PLATE (t=2, 7, H=4, 500mm)					
ASSEMBLY BOLTS (n=1) x 50 + n x 20			n . LINER PLATE		
LINER PLATE	2, 7 x 500 x 1570 (CP-10)	26, 0	45	1170	BLACK FILM
ASSEMBLY BOLT	M16 x 30 (4, 6, LP)	0, 137	580	80	
	PER	SUM	1250	(kg)	

REBAR TABLE

MARK	DIAMETER	LENGTH (mm)	NUMBER	UNIT WEIGHT (kg/m)	PER WEIGHT (kg)	WEIGHT (kg)	REMARKS
P <sub>1</sub>	D22	3850	24	3, 04	11, 70	281	I
P <sub>2</sub>	D16	5340	54	1, 56	8, 33	450	O
P <sub>3</sub>	D16	2130	16	1, 56	3, 32	53	AVERAGE
P <sub>4</sub>	D16	1640	28	1, 56	2, 56	72	t
						856	
SUM	D22					281	kg
	D16					575	kg
	TOTAL WEIGHT					856	kg

$W=856/4.0=214.0 \rightarrow 214\text{kg/m}$

GHANA HIGHWAY AUTHORITY  
MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS  
REPUBLIC OF GHANA

CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD.  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

PROJECT TITLE:  
THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT  
(PHASE 2)

DRAWING TITLE:  
REINFORCED REBAR ARRANGEMENT  
OF CAISSON PILE OF A1

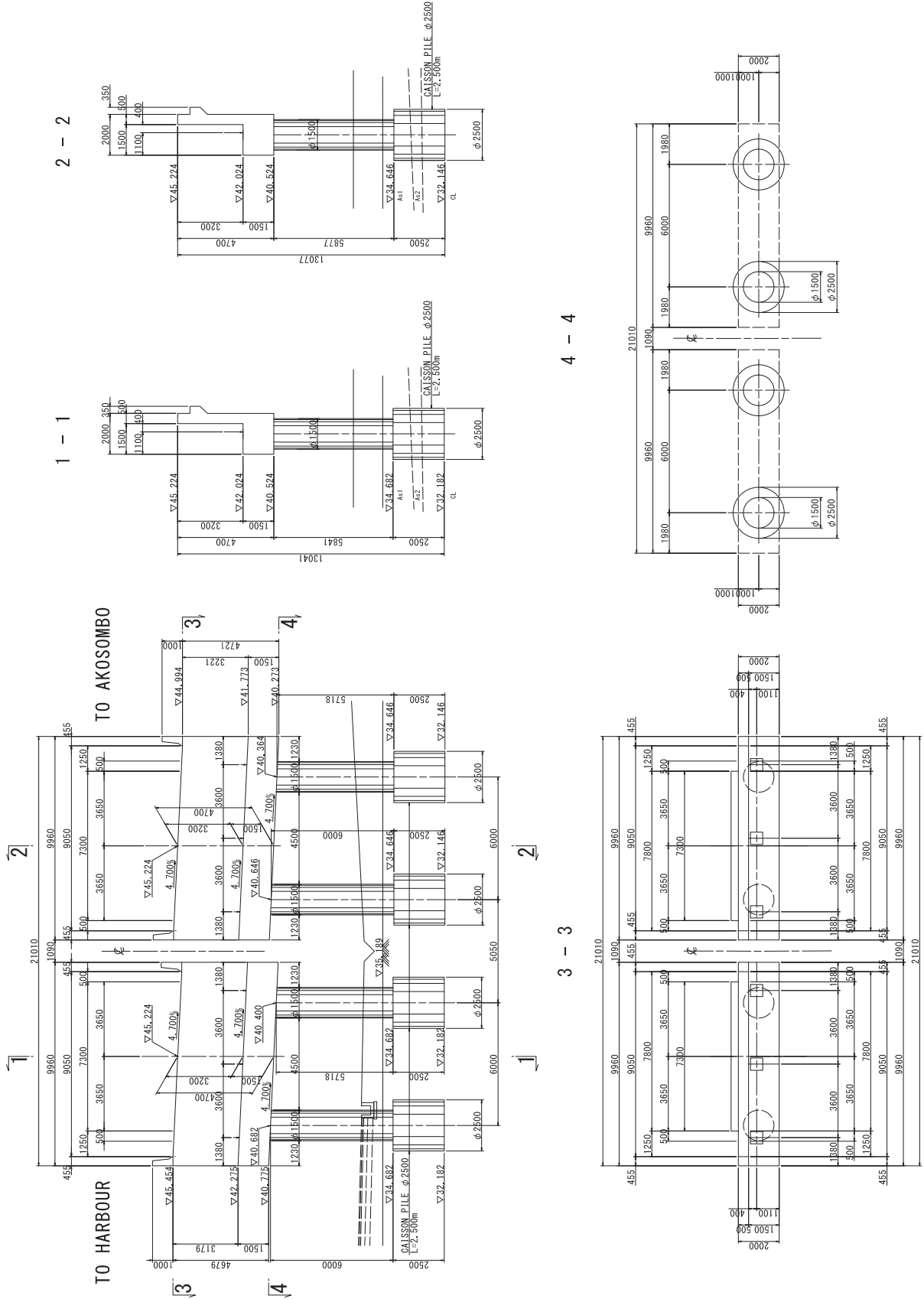
SCALE (A1199)  
AS SHOWN

DRAWING NO.  
A1-04

GENERAL ARRANGEMENT OF ABUTMENT 2 S=1:100

FRONT VIEW  
SA2 NA2

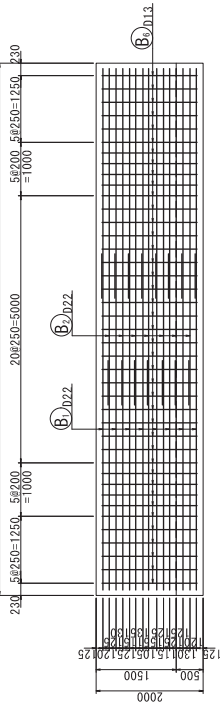
CROSS SECTION



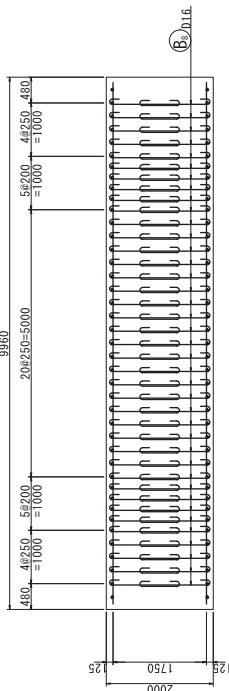
GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)	DRAWING TITLE: GENERAL ARRANGEMENT OF ABUTMENT 2	SCALE (A1199) AS SHOWN	DRAWING NO. A2-01
--	---	--	--	---------------------------	----------------------

# REINFORCED REBAR ARRANGEMENT OF ABUTMENT 2 S=1.50 (REFERENCE)

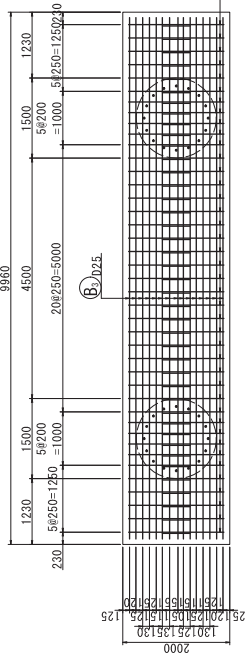
5 - 5



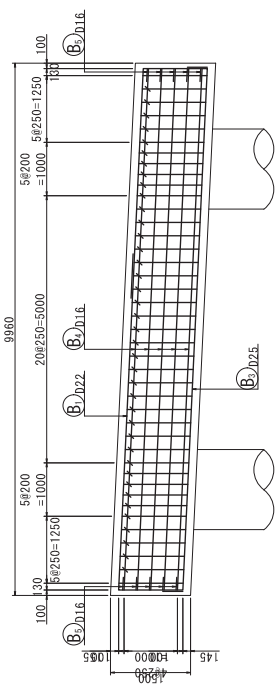
6 - 6



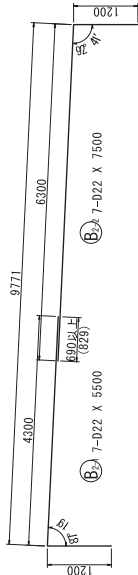
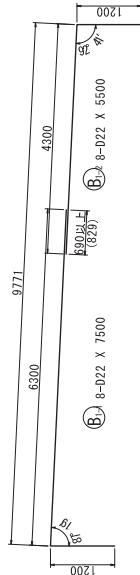
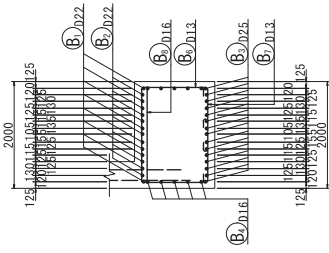
7 - 7



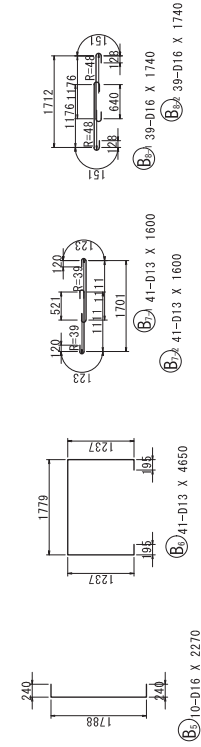
8 - 8



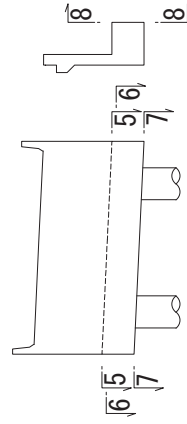
9 - 9



10-#16 x 9780



SECTION NUMBER



## REBAR TABLE

MARK	DIAMETER (mm)	LENGTH (mm)	NUMBER	UNIT WEIGHT (kg/m)	PER WEIGHT (kg)	WEIGHT (kg)	REMARKS
P <sub>1</sub>	D22	4140	41	3.04	12.59	516	I
P <sub>2</sub>	D22	3970	41	3.04	12.07	495	I
P <sub>3</sub>	D16	9680	13	1.56	15.10	196	—
P <sub>4</sub>	D16	9680	13	1.56	15.10	196	—
P <sub>5</sub>	D13	590	41	0.995	0.59	24	□
P <sub>6</sub>	D13	640	114	0.995	0.64	73	□
							1500
U <sub>1</sub>	D16	2050	30	1.56	3.20	96	□
U <sub>2</sub>	D13	7110	2	0.995	7.07	14	—
							110
S <sub>1</sub>	D22	500	14	3.04	1.92	21	I
							21
B <sub>1-1</sub>	D22	7500	8	3.04	22.80	182	—
B <sub>1-2</sub>	D22	5500	8	3.04	16.72	134	—
B <sub>2-1</sub>	D22	5500	7	3.04	16.72	117	—
B <sub>2-2</sub>	D22	7500	7	3.04	22.80	160	—
B <sub>3</sub>	D25	10630	15	3.98	41.91	629	—
B <sub>4</sub>	D16	9780	10	1.56	15.26	153	—
B <sub>5</sub>	D16	2270	10	1.56	3.54	35	I
B <sub>6</sub>	D13	4650	41	0.995	4.63	190	□
B <sub>7-1</sub>	D13	1600	41	0.995	1.59	65	—
B <sub>7-2</sub>	D13	1600	41	0.995	1.59	65	—
B <sub>8-1</sub>	D16	1740	39	1.56	2.71	106	—
B <sub>8-2</sub>	D16	1740	39	1.56	2.71	106	—
							1942
K <sub>1</sub>	D16	1950	3	1.56	3.04	9	I
K <sub>2</sub>	D16	2260	3	1.56	3.53	11	I
K <sub>3</sub>	D16	1300	3	1.56	2.03	6	I
K <sub>4</sub>	D13	200	14	0.995	0.20	3	—
							29
K <sub>5</sub>	D16	1950	3	1.56	3.04	9	I
K <sub>6</sub>	D16	2260	3	1.56	3.53	11	I
K <sub>7</sub>	D16	1300	3	1.56	2.03	6	I
K <sub>8</sub>	D13	200	14	0.995	0.20	3	—
							29
SUM				D25	629	kg	
				D22	1625	kg	
				D16	940	kg	
				D13	437	kg	
TOTAL WEIGHT					3631	kg	

GHANA HIGHWAY AUTHORITY  
MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS  
REPUBLIC OF GHANA

PROJECT TITLE:  
THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT  
(PHASE 2)

DRAWING TITLE:  
REINFORCED REBAR ARRANGEMENT  
OF ABUTMENT 2

SCALE: (AS SHOWN)

AS SHOWN

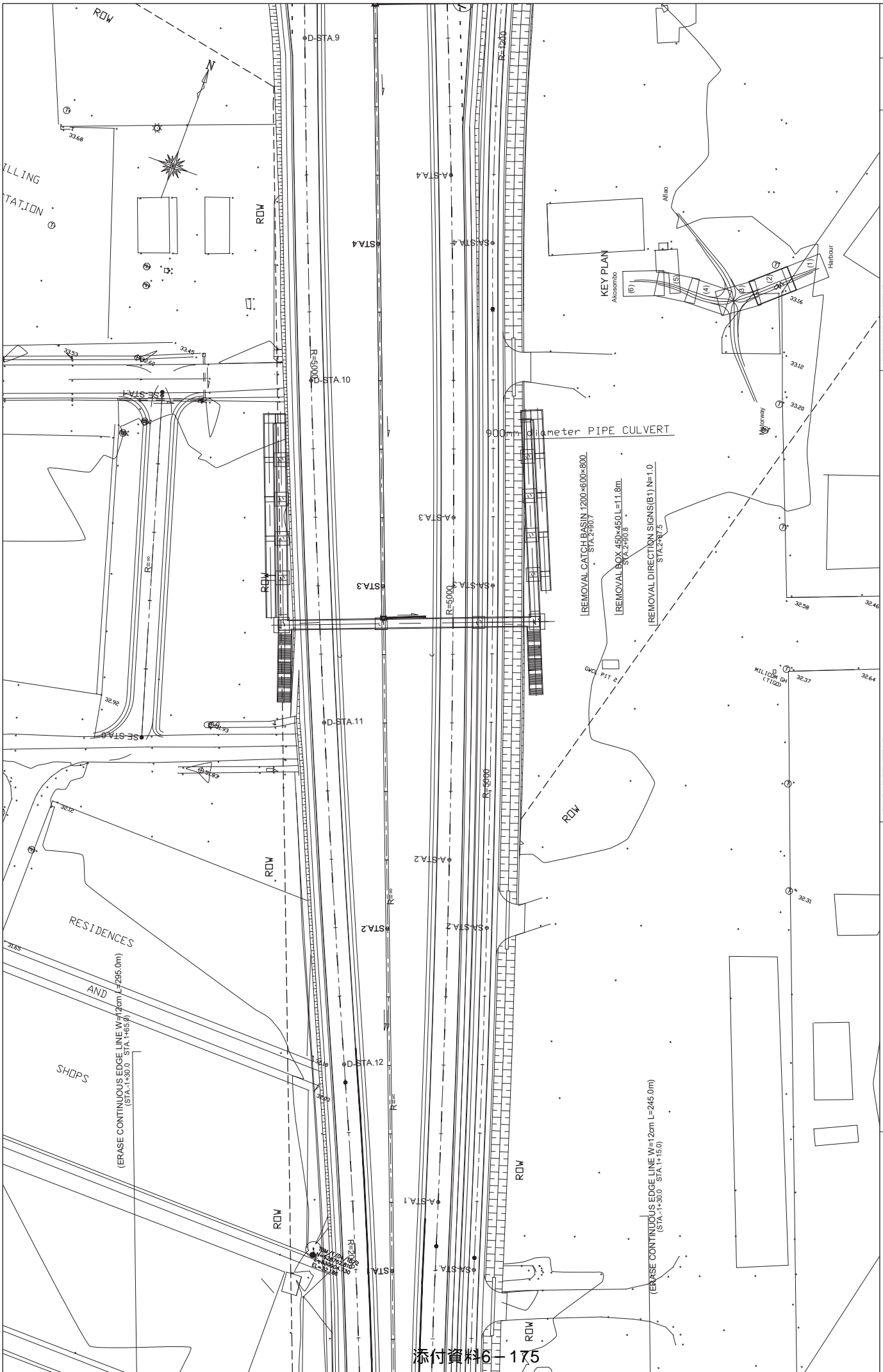
DRAWING NO.  
A2-02



添付資料6-174\*

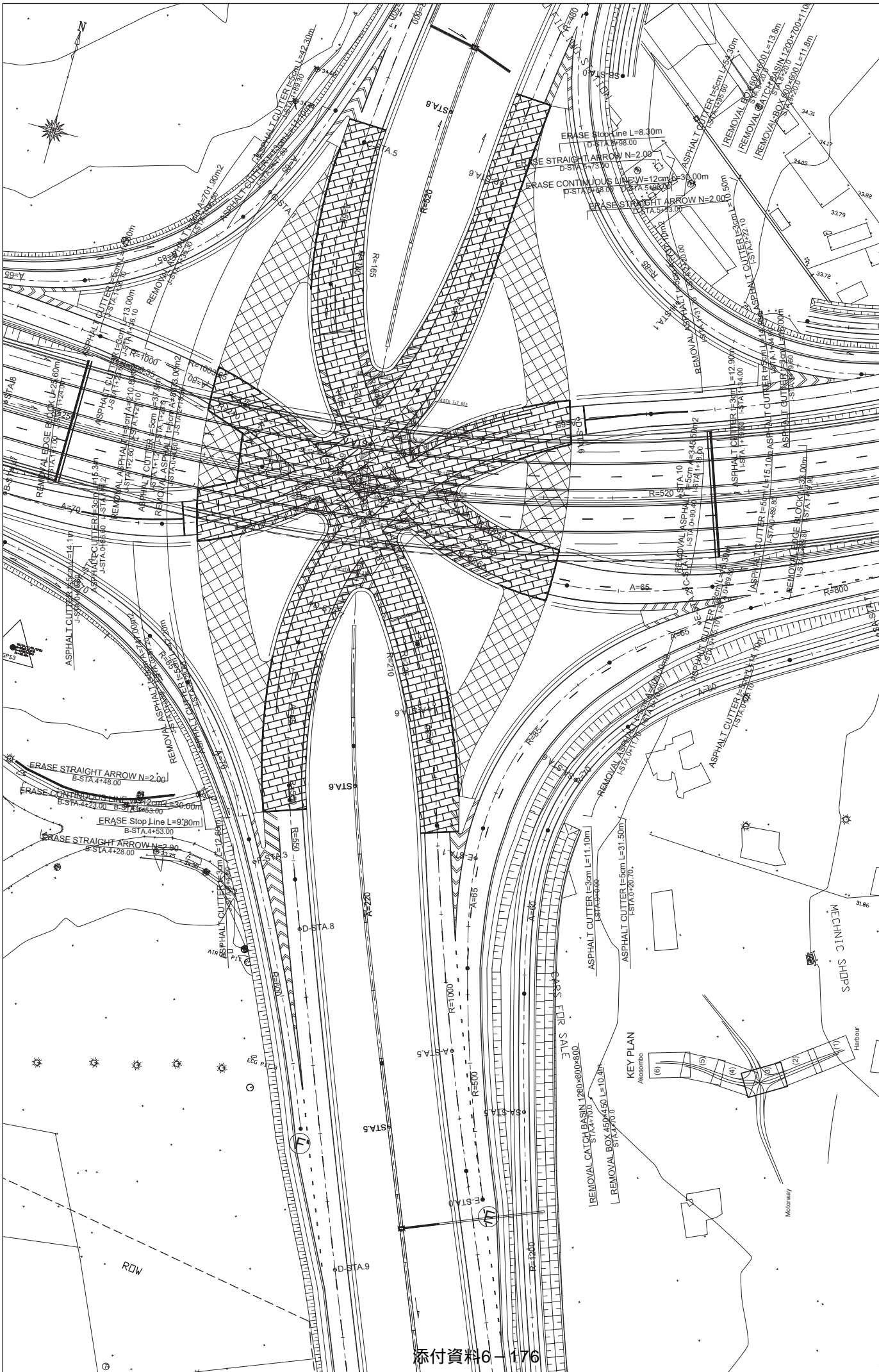
GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)	DRAWING TITLE: STRUCTURE REMOVAL PLAN(1)	SCALE (A1100)	DRAWING NO.
			1:500	RD-01





添付資料6-175

GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)	DRAWING TITLE: STRUCTURE REMOVAL PLAN(2)	SCALE (A1199) 1:500	DRAWING NO. RD-02

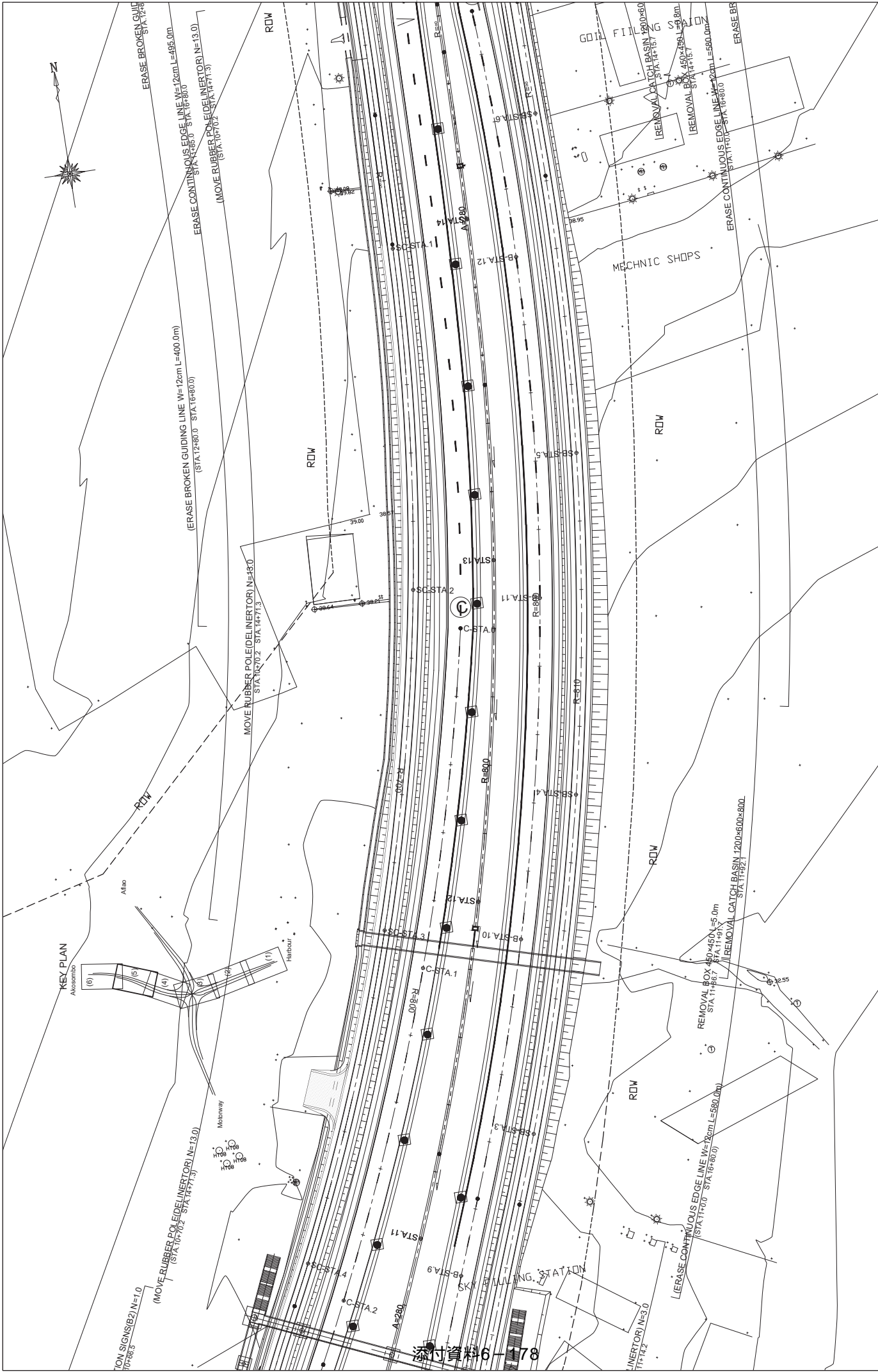


DRAWING NO.	RD-03
	SCALE (A1/100)
PROJECT TITLE:	STRUCTURE REMOVAL PLAN(3)
	THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)
DRAWING TITLE:	CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD.
	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
PROJECT TITLE:	GHANA HIGHWAY AUTHORITY
	MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS
DRAWING TITLE:	REPUBLIC OF GHANA

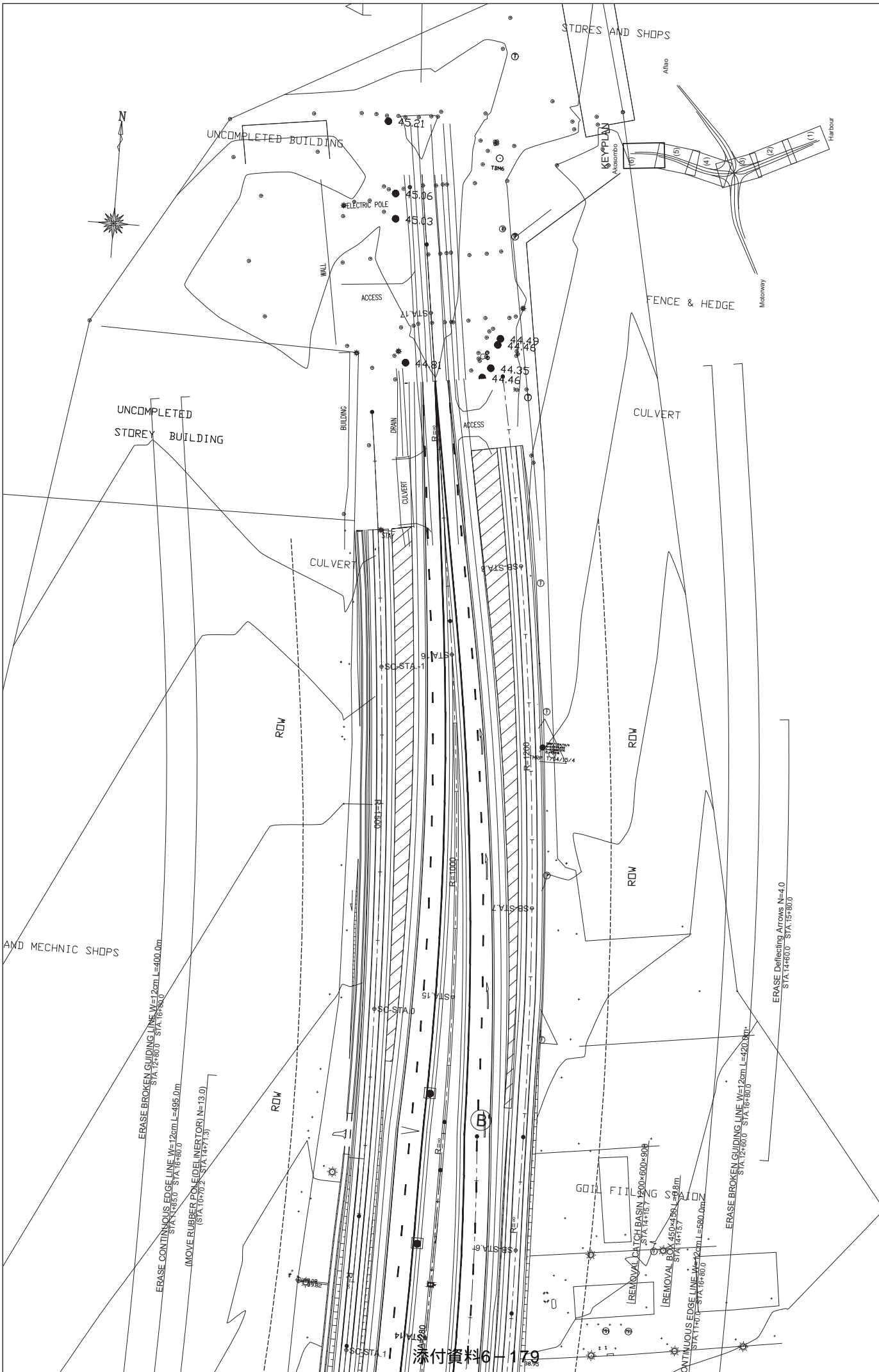


添付資料6-177

GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA	CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	PROJECT TITLE: THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)	DRAWING TITLE: STRUCTURE REMOVAL PLAN(4)	SCALE (A1199) 1:500	DRAWING NO. RD-04
--	---	--	---	------------------------	----------------------



SCALE (A1189)	DRAWING NO.	PROJECT TITLE:	GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA
1:500	RD-05	DRAWING TITLE: STRUCTURE REMOVAL PLAN(S)	CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)			



添付資料 6-170

DRAWING NO.	RD-06
SCALE (A1 size)	1:500
DRAWING TITLE:	STRUCTURE REMOVAL PLAN(6)
PROJECT TITLE:	THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF THE TEMA MOTORWAY ROUNDABOUT (PHASE 2)
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	GHANA HIGHWAY AUTHORITY MINISTRY OF ROADS AND HIGHWAYS REPUBLIC OF GHANA



## 【添付資料－7】 免税情報シート

---





**Sheet 1 Tax with respect to corporate income (Corporate Tax)**

[Points of Attention] [Reference]							
Items	Exemption	How to exempt	Applicable Law	rate (%)	How to calculation	Necessary Information	Previous Results, Lessons and Learned, etc
本邦企業に対する法人税（商業、工業、サービス業にかかる収入税）	○	Exempt (Advanced)	不明	8-25%	利益に対するRate適用	Organization in charge : GRA Procedure : 確認中 Duration : 確認中	野口研案件にてGRAが課税対象と通告した経緯あり。大使館・JICAより申し入れ、課税対象外となったものの今後の案件に関して明確に免税と言及したものはなく留意が必要。国会承認の必要性についても確認中。

- Exempt (Advanced)
- Exempt (borne by the Recipient)
- Reimburse

Sheet 2 Tax with respect to personal income (Personal Income Tax)

[Points of Attention] [Reference]							
Items	Exemption	How to exempt	Applicable Law	rate(%)	How to calculation	Necessary Information	Previous Results, Lessons and Learned, etc
Work Permit/Resident Permit	-			約1200\$/人・年	-	Organization in charge: the Ghana Immigration Service (GIS) Procedure: 指定病院で健康診断を受診、診断結果と申請書類をGISに提出 Duration: 1-2か月程度	日本側負担
邦人に対する個人所得税	○	Exempt (Advanced)				Organization in charge: GRA Procedure: 確認中 Duration: 確認中	野口研案件にてGRA課税対象と通告した経緯あり。大使館・JICAより申し入れ、課税対象外となった経緯あり。今後の案件に関して明確に免税と言及したものはなく留意が必要。国会承認の必要性についても確認中。
第三人に対する個人所得税	-	事前		-	-	同上	課税対象外となるか不明点が多い。租税条約の有無も影響する可能性あり。
現地請負者に対する個人所得税	-	-		10%			課税対象となるとの見解。

- Exempt (Advanced)
- Exempt (borne by the Recipient)  
Reimburse

(Sheet3) indirect tax etc (such as VAT, Commercial Tax)

[Points of Attention] [Reference]							
Items	Exemption	How to exempt	Applicable Law	rate (%)	How to calculation	Necessary Information	Previous Results, Lessons and Learned, etc
施主とコントラクター（コンサルタント）との契約に係る VAT（NHIS含む）	○	Exempt (Advanced)		17.5% (VAT12.5%, NHIS 2.5%、Get-fund2.5%)	-	Organization in charge: Procedure: Duration:	現時点では特に課税対象とはされておらず、特別な手続きは不要との認識。ただ課税対象外とされる可能性もあり今後の財務省、GRAの動向注視。
VAT（国内調達分）	○	Reimburse		17.5% (VAT12.5%, NHIS 2.5%、Get-fund2.5%)	価格に対しての割合	申請先：財務省 Tax Policy Unit 手順： ①責任省庁が、財務省税務局に対して以下書類を提出。 -責任省庁からの財務省にあてた免税申請に係る書簡 -実施機関からの責任省庁にあてた免税申請に係る書簡 -機材一覧表（価格が記載されていること。コントラクターにより作成される。） -交換公文（Exchange of Note）及び贈与契約（Grant Agreement）の写し -業者契約書（JICA認証後）の写し ②財務省が内部手続き完了後、財務大臣が内閣（Cabinet）宛てに免税要請レターを提出。 ③内閣（Cabinet）で承認完了後、内閣（Cabinet）から財務大臣宛の承認レターが発出。 ④財務大臣が国会（Parliament）宛てに免税要請レターを提出。 ⑤国会（Parliament）にて免税が正式に承認。 ⑥国会承認取得後、国会決議を添付の上、GRAに還付申請を行う。 期間：数か月～数年	免税国会承認プロセスは相当の時間を要する。コントラクターは契約締結後、実施機関に必要書類（Master List含む）を速やかに提出し、実施機関→責任機関→財務省と必要書類が提出されるよう継続的なフォローが必要。また、必要書類の提出後も財務省への免税措置進捗状況の逐次確認が必要になる。また、国会承認に時間を要す（数か月～数年）ことから税の立替期間が長くなり、企業に不利益を与える可能性がある。（還付手続きには国会承認が必要。） NHIS Get-Fundは免税対象外との議論もあり、国会承認取得時にはNHIS Get-Fundも免税対象となるよう免税内容を事前に要確認。
燃料税（国内調達分）	-	Reimburse		確認中	価格に対しての割合	申請先：財務省 Tax Policy Unit 手順： ①責任省庁が、財務省税務局に対して以下書類を提出。 -責任省庁からの財務省にあてた免税申請に係る書簡 -実施機関からの責任省庁にあてた免税申請に係る書簡 -機材一覧表（価格が記載されていること。コントラクターにより作成される。） -交換公文（Exchange of Note）及び贈与契約（Grant Agreement）の写し -業者契約書（JICA認証後）の写し ②財務省が内部手続き完了後、財務大臣が内閣（Cabinet）宛てに免税要請レターを提出。 ③内閣（Cabinet）で承認完了後、内閣（Cabinet）から財務大臣宛の承認レターが発出。 ④財務大臣が国会（Parliament）宛てに免税要請レターを提出。 ⑤国会（Parliament）にて免税が正式に承認。 ⑥国会承認取得後、国会決議を添付の上、GRAに還付申請を行う。 期間：数か月～数年	燃料税の構成は極めて複雑なため実質的に還付手続きがとれないとの見解を財務省・GRAは示している。

- Exempt (Advanced)  
- Exempt (borne by the Recipient)  
Reimburse

(Sheet4) Duties etc.

[Points of Attention] [Reference]							
Items	Exemption	How to exempt	Applicable Law	rate (%)	How to calculation	Necessary Information	Previous Results, Lessons and Learned, etc
輸入品	○	Exempt (Advanced)	不明	品目により異なる		<p>申請先：財務省 Tax Policy Unit                      手順：                      ①責任省庁が、財務省税務局に対して以下書類を提出。                      - 責任省庁からの財務省にあてた免税申請に係る書簡                      - 実施機関からの責任省庁にあてた免税申請に係る書簡                      - 機材一覧表（価格が記載されていること。コントラクターにより作成される。）                      - 交換公文（Exchange of Note）及び贈与契約（Grant Agreement）の写し                      - 業者契約書（JICA認証後）の写し                      ②財務省が内部手続き完了後、財務大臣が内閣（Cabinet）宛てに免税要請レターを提出。                      ③内閣（Cabinet）で承認完了後、内閣（Cabinet）から財務大臣宛の承認レターが発出。                      ④財務大臣が国会（Parliament）宛てに免税要請レターを提出。                      ⑤国会（Parliament）にて免税が正式に承認。                      期間：数か月～数年</p>	<p>免税国会承認プロセスは担当の時間を要する。コントラクターは契約締結後、実施機関に必要書類（Master List含む）を速やかに提出し、実施機関→責任機関→財務省と必要書類が提出されるよう継続的なフォローが必要。また、必要書類の提出後も財務省への免税措置進捗状況の逐次確認が必要になる。                      免税対象となる税金は以下の取り。                      ①輸入関税（Import Duties）：本件機材の場合、CIF価格の10%～20%を徴収                      ②輸入消費税（Import VAT）：CIF価格に輸入関税を加えた金額の15%を徴収                      ③輸入国家健康保険税（Import National Health Insurance）：CIF価格に輸入関税を加えた金額の2.5%を徴収                      ④特別輸入税金（Special Import Levy）：CIF価格の2%を徴収（ただし、特定機材のみに課される。）                      ⑤西アフリカ経済共同体税金（ECOWAS Levy）：CIF価格の0.5%を徴収                      ⑥手続きフィー（Processing Fees）：CIF価格の1%を徴収                      ⑦税関・税務庁アセスメント（Custom/GRA Assessment）：CIF価格の1%を徴収</p>
輸入品（暫定免税）	○	Exempt (Advanced)	不明	品目により異なる		<p>申請先：財務省 Tax Policy Unit                      手順：                      ①免税対象となる機材が出荷先の港を出た段階で Shipping Information を入手                      ②Shipping Informationをもとに、暫定免税申請を実施機関→責任省庁→財務省と回付。                      ③財務省からCustom宛免税レターが発出される。                      ④同レターをもとに機材の引取りを行う。                      期間：1～2か月</p>	<p>荷物到着後速やかに無税で引き取るには、荷物が港を出た時点で手続きを開始する必要あり。その後も責任省庁、財務省の書類回付状況をフォローする必要あり。過去引取りに時間がかかり倉庫料等を負担するケース有。</p>

- Exempt (Advanced)
- Exempt (borne by the Recipient)
- Reimburse

## 【添付資料－8】 舗装計画の根拠資料

(テーマ交差点改良計画準備調査報告書より)

---



### 3-2-3-4 舗装計画

#### 3-2-3-4-1 対象道路の既存舗装

既存舗装及び簡易 CBR 試験を実施、対象道路の既存舗装の調査を行った。本事業対象区間である テマ交差点に接続する各道路舗装は、現状では Accra-Tema Motorway のコンクリート舗装を除けば 「ガ」国で一般的に用いられているたわみ舗装（アスファルトコンクリート舗装）である。Motorway の舗装の一部が劣化しているものの、その他の路線の舗装は比較的健全である。

CBR 現地調査より各路線の舗装は1～2回程度のオーバーレイによる補修の形跡が確認されたが、道路台帳や舗装履歴に関する情報が残っていないため、詳細は不明である。図 3-2-3.28 に示す通り、上層路盤、下層路盤、路床の表面にて3回ずつ CBR 計測を行い、平均値をその舗装の現場 CBR 値とした。本プロジェクト対象区間の既存舗装及び簡易 CBR 試験結果を以下に示す。なお、舗装設計に用いた CBR は室内試験値を採用している。



図 3-2-3. 28 舗装調査及び簡易 CBR 試験位置

(1) Accra- Tema Motorway

舗装厚	舗装材料	CBR 値	写真
表層 t=20cm(本線) t=5cm(路肩)	【本線】 コンクリート	-	
	【路肩】 アスファルト	-	
上層・下層路盤 t=35cm	砂利混じり粘性土	188 (本線表層の下 面位置)	
路床	粘性土混じり砂	99 (路床表面)	
		23 (路床表面から -10cm)	

(2) Hospital Road

舗装厚	舗装材料	CBR 値	写真
表層 t=8cm	【本線】 アスファルト  【路肩】 アスファルト	-	



舗装厚	舗装材料	CBR 値	写真
上層・下層路盤 t=25cm	碎石	96 (路盤表面)	 
路床	粘性土混じり砂	105 (路床表面)	

### (3) Harbour Road





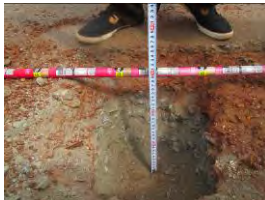

舗装厚	舗装材料	CBR 値	写真
表層 t=15cm(本線)※1 t=5cm(路肩)	【本線】 アスファルト  【路肩】 アスファルト	-	 
上層・下層路盤 t=30cm 以上※2	砂利混じり粘性土	202 (路盤表面)	 
		145 (路盤表面から -15cm)	 
		128 (路盤表面から -25cm)	
路床※3	砂利混じり粘性土	39 (路盤表面から -30cm)	 

※1 本線舗装厚は舗装止めブロック高と同じと想定

※2 地表から 50cm 掘削した時点で路床の存在は確認できなかった。

※3 本線外側の未舗装区間(原地盤)を路床と想定して計測

#### (4) Aflao Road

舗装厚	舗装材料	CBR 値	写真
表層 t=15cm(本線) t=5cm(路肩)	【本線】 アスファルト 【路肩】 砂利混じり粘性土	-	 
上層・下層路盤 t=15cm	碎石	計測不可 (路盤表面)	 
		113 (路盤表面から -5cm)	
路床	砂利混じり粘性土	99 (路床表面)	 

#### (5) Akosombo Road

舗装厚	舗装材料	CBR 値	写真
表層 t=10cm(本線) t=10cm(路肩)	【本線】 アスファルト 【路肩】 アスファルト	-	 
上層・下層路盤 t=10cm	碎石	82 (路盤表面)	 
路床	砂利混じり粘性土	111 (路床表面)	 
		63 (路床表面から -10cm)	

#### 3-2-3-4-2 設計方針

設計方針は以下のとおりである。

- ・ 舗装タイプは「ガ」国で一般に用いられているたわみ性舗装とする。
- ・ 設計における基準は AASHTO の舗装設計マニュアル（1993 年版）によるものとする。
- ・ 東西方向の掘割区間で地下水位の高い区間では、地下水による影響を配慮した構造とする。

- ・ 幹線道路であることに配慮し、アスファルト舗装の最小厚を JICA 基層研究「アフリカ（エチオピア、ガーナ、タンザニア）資金協力事業による道路整備計画のあり方（2013 年）」を参照し、10cm とする。
- ・ 対象交差点は、重車両の通行が約 10%と高く、交差点においては低速にてハンドルを切る頻度が高いことから、塑性変形への対応として改質アスファルトを適用する。サービス道路と仮設道路においてはアスファルト舗装とし、改質アスファルトの適用はしないものとする。
- ・ 本線とランプでの交通量に大きな差があるため、それぞれについて分けて設計する。つまり、ランプに関してはランプの条件に見合った舗装構造を採用する。ここでいうランプとはオン・オフランプのノーズ間のことをいう。
- ・ 仮設道路においては、施工年度の交通量（2020 年）を用いて舗装構造を決定する。東西、南北の交通量、路床支持力などが違うため各路線の舗装厚はそれぞれ異なるが、安全性を考慮して、大きい厚みの舗装を採用するものとし。表層 5cm、基層 5cm、上層路盤 10cm、下層路盤 15cm とする。
- ・ AASHTO に基づいて算出した結果は、TA 法により検証を行うものとする。

### 3-2-3-4-3 舗装設計

#### (1) 耐用年数

「ガ」国の基準に基づき、舗装設計の耐用年数を改良後の供用開始から 15 年間とする。なお、供用開始は 2020 年を見込んでいる。

#### (2) 設計条件

設計条件を表 3-2-3.22 に整理する。なお、アスファルト舗装に対する SN（全体の舗装厚に必要とされる構造指数）の基本的な計算式は AASHTO 指針に準拠し、下式で計算する。

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \text{Log}_{10}(\text{SN} + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10}\left\{\frac{\Delta\text{PSI}}{(4.2 - 1.5)}\right\}}{0.40 + \left\{\frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}\right\}} + 2.32 \times \text{Log}_{10}(M_R) - 8.07$$

表 3-2-3.22 舗装設計条件

項目	定義	条件	備考
供用期間	舗装構造が補修を必要とするまで存続する期間	2020 年～2034 年の 15 年	
交通荷重 (W18)	供用期間の 18kip (8,200kg) 等価換算単軸荷重(ESAL)載荷数。	交通量推計値から算出。 次頁以降参照。	
信頼性 (R)	供用期間の間舗装が確実に生存するものにしようとする方法(舗装が生存する確率)	信頼性 (R)=90 % 上記信頼性に基づく標準偏差 (Z <sub>R</sub> ) = -1.282 交通需要予測及び供用期間の標準偏差 (S <sub>0</sub> ) = 0.44	
供用性基準	舗装のサービス性の測定値は現在供用性指数 (PSI, Present Serviceability Index) である。PSI の総変化(ΔPSI)とは初期供用性指	p <sub>0</sub> = 4.2 p <sub>t</sub> = 2.5	p <sub>0</sub> =4.2 p <sub>t</sub> =2.5 ΔPSI=1.7

項目	定義	条件	備考
	数 (p <sub>0</sub> : 施工直後の値) と終局供用性指数 (p <sub>i</sub> : 補修、オーバーレイ、再構築が必要とされる前に供用される最小の指数に基づいて選定される値)		
路床土復元弾性係数 (MR)	AASHTO の舗装ガイドでは下記に示す式を提案しており、路床の CBR 値を用いて算出する $M_R = 1,500 \times \text{CBR}$ (CBR は 20 以上の場合、20 とみなす)	CBR=9.6~20 (CBR 試験結果より算出)	M <sub>R</sub> =14,400psi~30,000
舗装の層係数	舗装の強度は構造指数(SN)により示され、次式により算出する。 $SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$ ここに、a <sub>i</sub> =i <sup>th</sup> 層指数 D <sub>i</sub> =i <sup>th</sup> 層厚 (インチ) m <sub>i</sub> =i <sup>th</sup> 層排水係数	表層: a <sub>1</sub> = 0.41 (E <sub>AC</sub> =425,000 psi) 基層: a <sub>2</sub> = 0.39 (E <sub>AC</sub> =425,000 psi) 上層路盤: a <sub>4</sub> = 0.14 (地質調査結果より) 下層路盤: a <sub>5</sub> = 0.11 (地質調査結果より)	
排水係数	排水状況による影響を考慮した構造指数を修正するための条件	m <sub>4</sub> = m <sub>5</sub> = 1.0 (自由水が一週間に除去、舗装構造が飽和に近い含水状態に暴露される時間の百分率が 5% である)	

### (3) 設計交通量

改良後の交差点の供用開始を 2020 年とし、2015 年 4 月に実施した交通量調査結果から、本線及びランプの設計交通量を算出し、舗装設計を行う。本線上の車種別の交通量調査結果を表 3-2-3.23 に示す。

表 3-2-3.23 設計交通量

路線	交通量(2015年4月交通調査)台/日					
	Car, Taxi, Minibus	Bus	Light Truck	Heavy Truck	Trailer	Others
Motorway	16,528	177	2,393	1,218	1,158	403
Akosombo	23,691	607	1,369	951	484	173
Aflao	27,254	329	1,705	993	1,037	320
Harbour	21,101	983	1,232	1,256	1,387	485

ランプの舗装に用いる車種別交通量は、ピーク時の交通量から方向別の交通量の割合を求め、車種別断面交通量(実測値)にそれぞれの率を乗じて算出した。

表 3-2-3.24 設計交通量

路線	区間	換算率	方向別交通量 (台/日平均) (断面交通×ピーク時の方向別交通量の率)					
			Car, Taxi, Minibus	Bus	Light Truck	Heavy Truck	Trailer	Others
Motorway	右折ランプ	45.2%	7,471	80	1,082	551	523	182
	左折ランプ	25.4%	4,198	45	608	309	294	102
	共通区間	70.6%	11,669	125	1,689	860	818	285
Akosombo	右折ランプ	47.6%	11,277	289	652	453	230	82
	左折ランプ	11.0%	2,606	67	151	105	53	19
	共通区間	58.6%	13,883	356	802	557	284	101
Aflao	右折ランプ	11.4%	3,107	38	194	113	118	36
	左折ランプ	55.8%	15,208	184	951	554	579	179
	共通区間	67.2%	18,315	221	1,146	667	697	215
Harbour	右折ランプ	32.8%	6,921	322	404	412	455	159
	左折ランプ	24.5%	5,170	241	302	308	340	119
	共通区間	56.3%	11,880	553	694	707	781	273

サービス道路の設計交通量を表 3-2-3.25 を示す。設計交通量の算出に当っては、交通量推計が不可能であることから、本線の交通量 2015 年の交通調査の 3%、及び重車両はサービス道路を原則的に利用しないものと仮定し、舗装設計を実施した。

表 3-2-3.25 サービス道路の設計交通量

路線	設計基本計画交通量(台/日)			備考
	Car, Taxi, Minibus	Bus	Truck	
Motorway	496	5	72	No service road
Akosombo	711	18	41	
Aflao	818	10	51	
Harbour	633	20	37	

出所: JICA 調査団

#### (4) 交通量の伸び率

交通量伸び率は、交通量需要結果に準じた。

#### (5) 路床土の支持力 (CBR)

舗装設計に用いる路床の支持力は CBR 値にて評価される。CBR 値は現地調査時に実施した地質調査の結果を用いた。図 3-2-3.29 に現場 CBR 試験を実施した地点、表 3-2-3.26 に各地点における路床土の室内 CBR 値を示す。



図 3-2-3.29 CBR 調査箇所

表 3-2-3.26 室内 CBR 試験値

SAMPLE ID	CHAINAGE (KM)	REFERENCE	SOIL CLASSIFICATION	NATURAL MOISTURE CONTENT (%)	SPECIFIC GRAVITY	PLASTICITY INDEX (%)	COMPACTION		CBR		IN-SITU CBR %
							MDD (g/cm <sup>3</sup> )	OMC (%)	95% MDD	98% MDD	
M1C Lay.1	1 - 0+580	Shoulder	GM	2.90	2.62	10.1	2.26	4.8	75	84	95
M1C Lay.2			GW	3.50	2.598	18.1	2.26	6.5	45	54	46
M1C Lay.3			GP	3.40	2.569	9.2	2.175	6.0	35	42	44
M2L Lay. 1	2 - 0+700	Subgrade	SW	4.00	2.685	NP	2.025	6.2	64	72	96
M2L Lay. 2			SM	4.60	2.61	NP	N.A	N.A	N.A	N.A	129
M2L Lay. 3			CH	5.20	2.564	31.5	2045	13.5	7	10	28
H1R Lay.1	3 - 0+135	Shoulder	GW	4.40	2.85	non-plastic	2.335	7.2	65	93	75
H1R Lay. 2			GM	6.10	2.685	7	2.227	7.8	52	70	73
H1R Lay. 3			GC	8.60	2.672	12.8	1.871	13.2	21	26	40
HH1R Lay 1	4 - 0+160	Shoulder	GW	2.50	2.753	NP	2.398	5.0	89	112	132
HH1R Lay 2			GM	3.40	2.638	3.5	2.25	7.0	45	54	56
HH1R Lay 3			GM	4.00	2.698	NP	2.32	5.0	28	35	32
TH2L Lay.1	5 - 0+200	Shoulder	GM	2.50	2.653	9.5	2.198	7.4	75	90	153
TH1L Lay. 1			GM	6.00	2.618	10.6	2.19	6.5	55	75	280
TH1L Lay. 2			GC	5.50	2.637	10.5	2.2	6.7	50	65	47
TH1L Lay. 3	6 - 0+60	Subgrade	GM	5.00	2.58	11.5	2.21	8.5	42	53	151
A1R Lay.1			GW	3.60	2.658	3.2	2.378	5.2	85	109	111
A1R Lay.2			GM	3.50	2.653	11.8	2.21	7.2	55	65	96
A2L Lay. 1	8 - 0+315	Shoulder	GM	3.60	2.605	10.5	2.195	7.5	60	72	191
A2L Lay. 2			GW	2.30	2.712	NP	2.39	5.5	78	103	211
A2L Lay. 3			GM	3.00	2.615	9.5	2.26	7.5	67	78	94
AS1R Lay. 1	9 - 0+720	Shoulder	GW	1.40	2.69	NP	2.39	5	88	112	85
AS1R Lay. 2			GM	2.80	2.593	9.5	2.205	7.5	63	87	101
AS1R Lay 3			GM	2.40	2.614	9.3	2.25	7.3	67	87	49
AS2L Lay. 1	10 - 0+885	Subgrade	SW	3.20	2.658	4.2	2.253	6.2	60	73	702
AS2L Lay. 2			GM	3.50	2.668	8.3	2.23	7	62	79	97
AS2L Lay. 3			GM	4.20	2.605	9.1	2.2	8.2	54	72	21

MDD - Maximum Dry Density

OMC - Optimum Moisture Content

CBR - California Bearing Ratio

上記のように、対象交差点の各差路の CBR 値は Motorway の 1 箇所を除いてすべて大きな値を示している。AASHTO の舗装設計法では路床土の復元弾性係数 (Resilient Modulus :MR) を求める式は CBR 値が 20%以下のものに有効であることから、計算で用いる CBR 値の最大値を 20%とする。

## (6) 舗装設計結果

本線、ランプ及びサービス道路の舗装厚は表 3-2-3.27 に示す値とする。

表 3-2-3.27 舗装構成

Pavement Composition (Material)	Station	Surface Course	Binder Course	Base Course		Subbase Course		Total Thickness (mm)	Remarks
		Asphalt		Bitumin treated	Crushed Stone	Sandy Gravel	Sand		
Motorway (Standard Section)	00+00 ~ 06+40	50	100	-	250	300	-	700	Subgrade replacement t=350mm
High Gr. Water Section	06+40 ~ 12+00	50	100	270	-	-	-	420	
Inside Box	08+20 ~ 10+10	50	100	170	-	-	-	220-700	Leveling layer 50-400mm, Drainage Layer t=100mm
Aflao (Standard Section)	12+00 ~ 17+05	50	80		200	200			
Akosombo Road	8+65 (7+06.090) ~ 14+95	50	80	-	150	200	-	480	Inside parenthesis is for Phase-1 (from box edge)
Harbour Road	00+00 ~ 4+65 (6+70.197)	50	100	-	200	200	-	550	Inside parenthesis is for Phase-1(to box edge)
Flyover	4+65 ~ 8+65	80	-	-	-	-	-	80	Including 40mm leveling layer
Motorway-Akosombo		50	60	-	200	250	-	560	
Intersection		50	50	-	200	250	-	550	ボックス上の舗装。橋梁同様8cm(表層+レベリング)
Service Road		70		-	100	100	-	270	

### 3-2-3-4-4 TA 法による舗装厚の検証

#### (1) 舗装計画交通量

1日1方向当り舗装計画交通量=大型車交通量(台/日)÷2(重方向率50%)として、舗装計画交通量を算出する。

表 3-2-3.28 舗装計画交通量

Road	Bus	Light Truck	Heavy Truck	Trailer	Others	大型車交通量	舗装計画交通量
Motorway	177	2,393	1,218	1,158	403	5,349	2,675
Akosombo Road	607	1,369	951	484	173	3,584	1,792
Aflao Road	329	1,705	993	1,037	320	4,384	2,192
Harbour Road	983	1,232	1,256	1,387	485	5,343	2,672
D Ramp	329	1,705	993	1,037	320	4,384	2,192
F Ramp	177	2,393	1,218	1,158	403	5,349	2,675

#### (2) 疲労破壊輪数

各路線の舗装計画交通量が1,792~2,675台/日となるため、交通量区分はN6に該当する。

表 3-2-3.29 疲労破壊輪数

交通量区分	舗装計画交通量 (単位:台/日・方向)	疲労破壊輪数 (単位:回/10年)
N <sub>7</sub>	3,000以上	52,500,000
N <sub>6</sub>	1,000以上 3,000未満	10,500,000
N <sub>5</sub>	250以上 1,000未満	1,500,000
N <sub>4</sub>	100以上 250未満	225,000
N <sub>3</sub>	40以上 100未満	45,000
N <sub>2</sub>	15以上 40未満	10,500
N <sub>1</sub>	15未満	2,250

「社団法人日本道路協会：舗装設計便覧、p.30、平成18年2月」参照

### (3) 信頼性

対象路線は主要幹線道路であることから、舗装設計の信頼性 90%を適用する。

### (4) 設計期間

対象路線は主要幹線道路であることから、設計期間 15 年を適用する。

### (5) 区間 CBR の設定

各路線の区間 CBR は、以下の通りとする。

表 3-2-3.30 各路線の CBR 値

Road	Motorway (Standard)	Aflao (Standard)	North-South (Akosombo)	North-South (Harbour)	D Ramp	F Ramp
CBR	12.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0

### (6) 必要等値換算厚 $T_A$ の算出

舗装厚は以下の計算式により決定する。疲労破壊輪数  $N=10,500,000$  回/10 年、信頼性 90%、より、各路線の必要等値換算厚 ( $T_A$ ) は、以下の通りとなる。

#### ■ 信頼度に応じた $T_A$ の計算値

$$\text{信頼度 90\% の場合} \quad T_A = \frac{3.84N^{0.16}}{CBR^{0.3}}$$

$$\text{信頼度 75\% の場合} \quad T_A = \frac{3.43N^{0.16}}{CBR^{0.3}}$$

$$\text{信頼度 50\% の場合} \quad T_A = \frac{3.07N^{0.16}}{CBR^{0.3}}$$

「社団法人日本道路協会：舗装設計便覧、p.76、平成 18 年 2 月」参照

#### ■ 必要等値換算厚 ( $T_A$ 値) の算出

表 3-2-3.31 必要等値換算厚 ( $T_A$  値) (普通道路 15 年、標準荷重 49kN)

Road	CBR	$T_A$
Motorway	12	25
Akosombo Road	20	21
Aflao Road	20	21
Harbour Road	20	21
D Ramp	20	21
F Ramp	20	21



## (7) 舗装厚の照査

以下に現在の舗装構成の照査結果を示す。全ての路線において、必要等値換算厚（TA）を満足している。

表 3-2-3.32 舗装厚照査結果

材 料	換算係数	Motorway 設計CBR:12%		Akosombo Road 設計CBR:20%		Aflao Road 設計CBR:20%	
		t(cm)	換算後	t(cm)	換算後	t(cm)	換算後
再生密粒度アスコン(20)	1.00	5	5.00	5	5.00	5	5.00
再生粗粒度アスコン(20)	1.00	10	10.00	8	8.00	8	8.00
瀝青安定処理	0.55		0.00		0.00		0.00
再生粒調砕石(RM-40)	0.35	25	8.75	20	7.00	15	5.25
再生砕石(RC-40)	0.25	30	7.50	20	5.00	20	5.00
合計		70	31.25	53	25.00	48	23.25
判 定		目標TA (OK) 25 ≤ 31		目標TA (OK) 21 ≤ 25		目標TA (OK) 21 ≤ 23	
材 料	換算係数	Harbour Road 設計CBR:20%		D Ramp 設計CBR:20%		F Ramp 設計CBR:20%	
		t(cm)	換算後	t(cm)	換算後	t(cm)	換算後
再生密粒度アスコン(20)	1.00	5	5.00	5	5.00	5	5.00
再生粗粒度アスコン(20)	1.00	10	10.00	6	6.00	10	10.00
瀝青安定処理	0.55		0.00		0.00		0.00
再生粒調砕石(RM-40)	0.35	20	7.00	20	7.00	20	7.00
再生砕石(RC-40)	0.25	20	5.00	25	6.25	25	6.25
合計		55	27.00	56	24.25	60	28.25
判 定		判 定 (OK) 21 ≤ 27		目標TA (OK) 21 ≤ 24		目標TA (OK) 21 ≤ 28	

### 3-2-3-4-5 改質アスファルトの適用

#### (1) 概要

改質アスファルトは、ストレートアスファルトにポリマーまたはゴム等を混合し、流動性、摩耗性を向上させたアスファルトである。日本では1963年から本格的に適用が開始されている。

#### (2) 「ガ」国における改質アスファルトの適用状況

「ガ」国では近年、SHRP（Strategic Highway Research Program）において提唱された SUPERPAVE（Superior Performance Pavement）の PG（Performance Grade）規格である PG76、または PG82 を多用している。PG76 とは、地域や時期によらず、優れたたわみ性や応力緩和性が担保できる最大路面温度が 76 度であることを示す。

#### (3) 改質アスファルトの適用の妥当性

##### 1) 平面交差点への適用

テマ交差点は国際幹線道路上に位置し、テマ港と首都アクラの結節点であるため、今後も重交通路線のひとつに位置付けられる。現在進行中のテマ港拡張事業により、将来的にも大型車が増加することが想定される。現時点において確認された代表的な舗装損傷を表 3-2-3.33 に示す。いずれもテマラウンドアバウト前後で発生している損傷であり、重車両の加減速及び低速での曲線走行に起因するものと考えられる。

表 3-2-3.33 舗装の損傷例

		
アリゲータークラック	流動化	ポットホール

また、本事業ではボックスカルバート上に平面交差点を設けることになるため、交差点内の舗装の損傷を抑制し、直下のボックスカルバートに影響が生じないように舗装の強度を増加させることが望ましい。したがって、改質アスファルトの適用は妥当と考える。

## 2) 本線・ランプへの適用

交差点改良に伴い、Motorway – Aflao Road の交通は走行速度が飛躍的に向上する。しかし、渋滞が発生した場合は、低速の交通流となり、わだち堀れ等の要因となる。高速路線のわだち堀れを運転中に視認することは困難であり、走行上危険である。特に、掘割区間は S カーブ内に位置し、視認性が他の区間に比べ悪く、また片勾配区間であることから、路面への偏荷重作用により流動変形の発生の可能性が高い。わだち堀れによるハンドル誤操作、排水不良に起因した重大事故につながる恐れがある。

一方、ランプは加減速が繰り返される区間であり、また曲線半径が小さく、路面への偏荷重による作用大きい。ランプは本線に比べ幅員が狭く、交通のボトルネックとなることから、渋滞発生頻度が高くなることが想定される。本線と同様に、重大事故の発生が懸念される。

以上のように、走行安全性確保の観点から、本線及びランプへの改質アスファルトの適用は妥当と判断する。

## (4) 改質アスファルトの適用の可能性

### 1) 製造

本事業では、プラントミックスタイプの改質添加材を日本で調達し、現地のアスファルトプラントにて製造する計画としている。現地のアスファルトプラントへの聞き取り調査により、以下の点が判明している。したがって、本事業での改質アスファルトの製造は可能である。

- ・ 改質アスファルトの製造実績あり。
- ・ プラントはバッチ式である（プラントミックスタイプ改質添加材の使用可能）。
- ・ プラントはテマ交差点から 8 km の距離にある。

### 2) 性能

日本で一般的に使用されているストレートアスファルトは、PG58、PG64 の 2 グレードに集約されると言われており、また、一般的に使用されている改質アスファルトは PG64、もしくは PG70 に属するという評価結果が報告されている。テマ交差点周辺の路面温度は表 3-2-3.34 に示すとおり

り日中でも 60℃以下であり、日本の改質材は適用可能と考えられる。

表 3-2-3.34 路面温度調査結果

Time	Motorway		Aflao Road		Harbour Road		Akosombo Road	
	Concrete (Roundabout)	Concrete (Standard)	Concrete (Roundabout)	Asphalt	Concrete (Roundabout)	Asphalt	Concrete (Roundabout)	Asphalt
10:00-10:30	46.8℃	47.4℃	49.3℃	49.3℃	48.8℃	49.9℃	48.4℃	48.2℃
12:00-12:30	55.2℃	55.2℃	53.1℃	53.9℃	54.1℃	56.1℃	52.6℃	56.0℃
14:00-14:30	52.4℃	53.0℃	53.4℃	53.2℃	52.0℃	56.0℃	51.0℃	53.1℃
16:00-16:30	47.3℃	46.3℃	47.2℃	48.4℃	48.6℃	48.5℃	45.3℃	46.4℃

### 3) 品質管理試験

聞き取り調査により、アクラ近辺には品質管理試験を実施する機関・施設が無いいため、ホイールトラック試験等は、合材及び骨材をデンマークまたは南アフリカに空輸して試験を実施していることが判明している。したがって、日本に合材を持ち帰り、試験を実施することが可能である。

#### 3-2-3-4-6 地下水対策

##### (1) 概要

事業対象地域は地下水位が高く、掘削区間及びアンダーパス区間の舗装または路面が地下水位以下に位置する区間が発生し、舗装への影響が懸念される。擁壁の存在により、地下水が路面には直接進入することは無いが、擁壁背面と路面の地下水の水頭差により、パイピング現象により被圧が舗装に作用する。この被圧地下水により舗装が破壊された事例があることから、本設計では影響が想定される以下の範囲において、被圧低下を図る対策を実施するものとする。

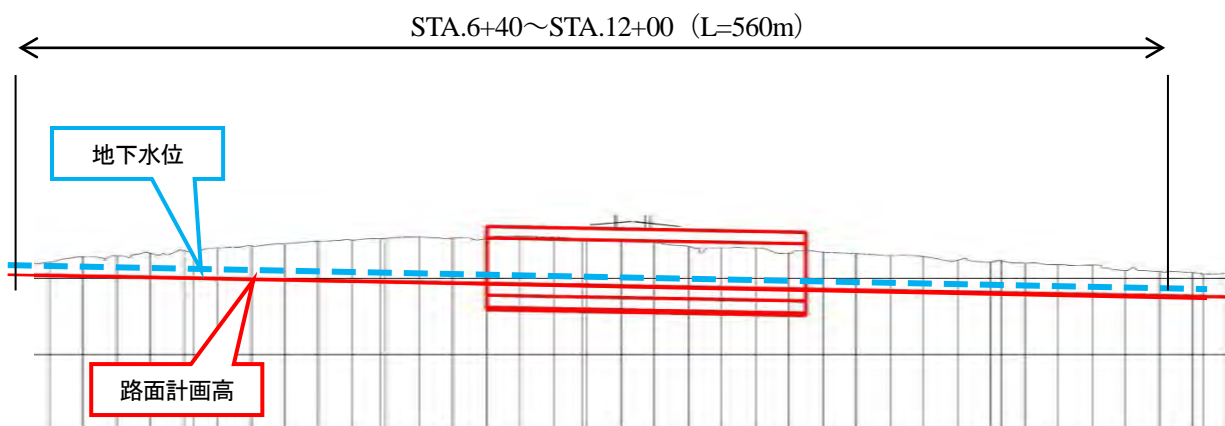


図 3-2-3.30 対策実施範囲

## (2) 対策工

### 1) 地下排水溝

水頭差による被圧散逸及び適切な地下水処理を図るために、対策工として地下排水溝を設置する（図 3-2-3.31）。設置場所は擁壁背面、ボックスカルバート背面、及び側溝直下とする（図 3-2-3.32、図 3-2-3.34）。

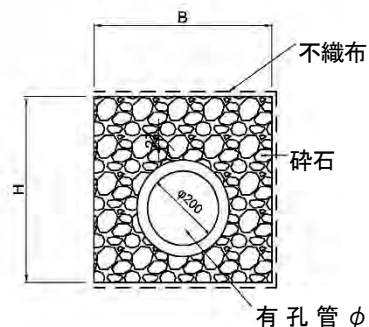


図 3-2-3.31 地下排水溝

### 2) アスファルト安定処理材の適用

路盤材に防水性の高いアスファルト安定処理材を適用する。これにより、パイピングによる表層の崩壊を防ぐことが期待できる（図 3-2-3.33、図 3-2-3.35）。

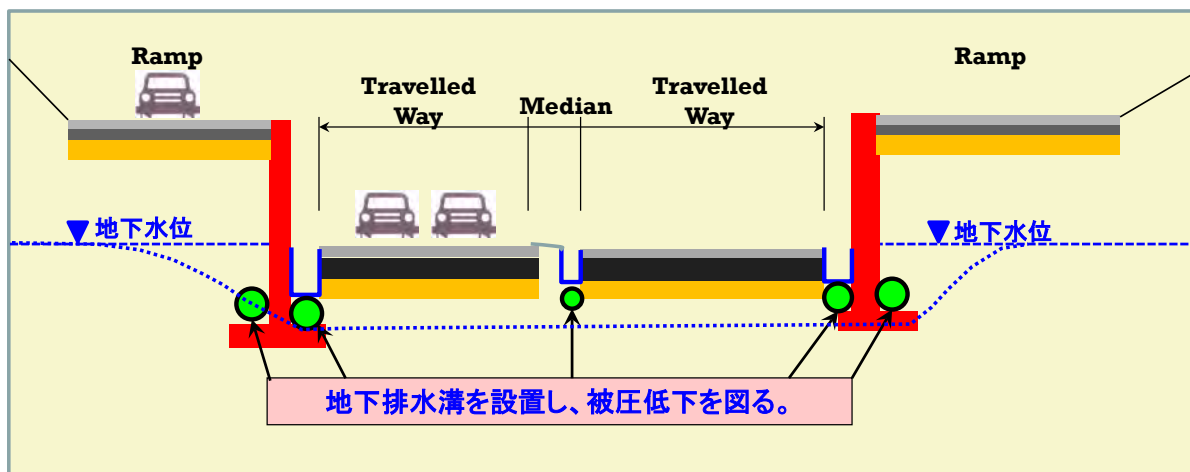


図 3-2-3.32 掘割区間の地下排水溝の設置区間

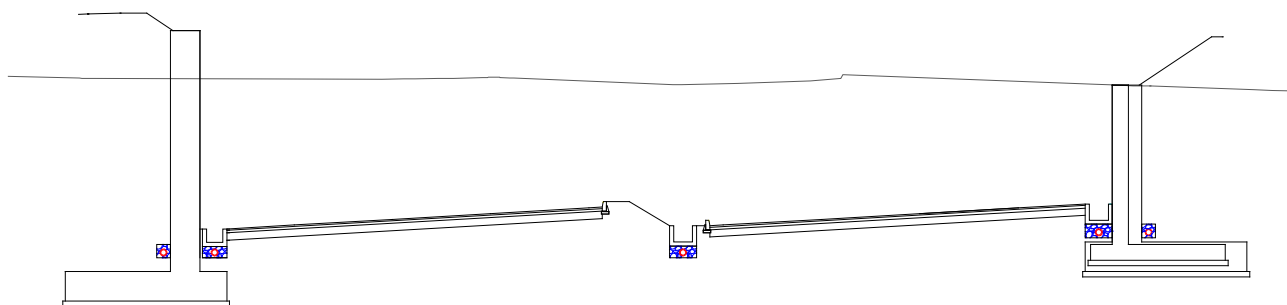


図 3-2-3.33 標準横断図（掘割区間）

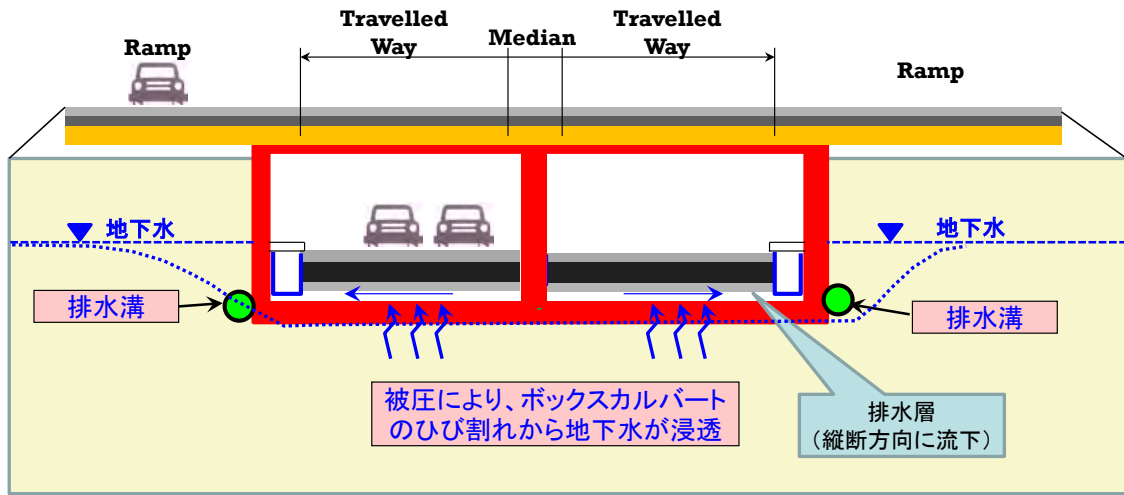


図 3-2-3.34 ボックスカルバート掘割区間の地下排水溝の設置区間

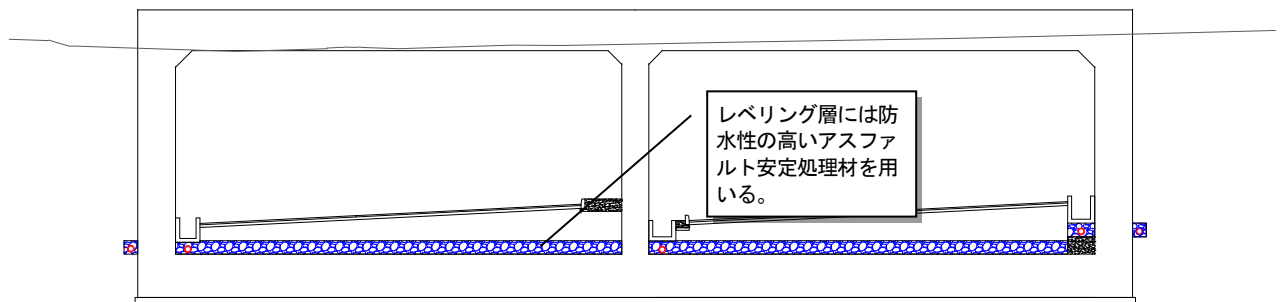


図 3-2-3.35 標準横断図 (ボックスカルバート区間)



## 【添付資料－9】 BIM/CIM 成果報告書

---





ガーナ共和国  
ガーナ道路公団

**ガーナ国**  
**第二次テーマ交差点改良計画**  
**BIM/CIM 成果報告書**

令和2年2月  
(2020年)

株式会社 建設技研インターナショナル

ガーナ国  
第二次テーマ交差点改良計画  
BIM/CIM 成果報告書

目 次

第1章	業務概要	1-1
1.1	業務背景	1-1
1.2	業務概要	1-1
1.3	最終報告書の構成	1-1
第2章	準備調査段階の BIM/CIM モデル構築と活用	2-1
2.1	概要	2-1
2.2	BIM/CIM に係る作業	2-1
2.2.1	作業工程	2-1
2.2.2	作業日数の概算	2-2
2.3	各モデルの画像	2-3
2.4	BIM/CIM による効果	2-6
2.4.1	GHA との合意形成の円滑化	2-6
2.4.2	住民トラブルリスクの低減	2-7
2.4.3	設計者による早期の課題解決	2-8
2.5	BIM/CIM モデルの更新	2-8
2.5.1	背景	2-8
2.5.2	更新に係る作業	2-8
2.5.3	橋脚と基礎の接続部構造図	2-9
2.5.4	施工ステップ図	2-10
2.6	BIM/CIM モデルの提出形態	2-11
第3章	施工段階の BIM/CIM モデル活用に係る基礎検討	3-1
3.1	概要	3-1
3.2	ヒアリング調査	3-1
3.3	施工段階の BIM/CIM 活用に向けた積極案	3-2
3.3.1	提案項目	3-2
3.3.2	詳細設計段階の作業	3-3
3.3.3	施工段階の作業	3-6
3.4	施工段階の BIM/CIM 活用に向けた消極案	3-6
3.4.1	提案項目	3-6
3.4.2	施工段階の活用に係る留意事項	3-7
3.4.3	施工 CIM 事例集の中で類似する実績（参考）	3-9

# 第1章 業務概要

## 1.1 業務背景

2005年頃から建築分野で世界的に BIM (Building Information Modeling) という言葉が広まり、先進各国で本格的に BIM の導入に取り組んでいる。一方、我が国では、国土交通省により建設業の生産性向上を目的として、ICT (情報通信技術) 活用の取り組みを以前より行ってきた。2012年度からスタートした CIM (Construction Information Modeling) では、試行事業を通じて段階的に検証が行われ、2014年度からは i-Construction として発展し、ICT の活用がさらに拡大している。このように、国内外の建設分野における BIM/CIM の流れは、加速の一途をたどっている状況にある。こうした背景を踏まえ、我が国の ODA においても BIM/CIM の導入は急務である。本調査は①フェーズ1の成果や設計図書(地形データ含む)が引用できること、②フェーズ1の工事を受注した施工業者がフェーズ2を受注することが期待できること、③構造が複雑であることの特徴があり、BIM/CIM 導入による効果が十分に期待できる。

このような状況の下、JICA は道路分野 ODA 事業において BIM/CIM の導入を検討(2018年に“開発途上国における ICT 技術を活用した道路分野 ODA 事業のあり方に関するプロジェクト研究”を実施)している。本事業において試行し、その効果と課題を把握するため、JICA はコンサルタントに本契約に BIM/CIM 業務を追加することを要請し、コンサルタントはこれを承諾した。

## 1.2 業務概要

第二次テーマ交差点改良計画準備調査において、BIM/CIM モデルを構築し、モデル化された道路・交差点、構造物や安全施設を3次元的に俯瞰することにより、交差点構造、交通運用および安全対策に対する関係者の理解を深め、GHA との合意形成を促進する。

なお、BIM/CIM モデルは、設計照査および施工段階にも活用できるため、以下を実施する。

- 1) BIM/CIM モデルにより設計照査を実施することにより、3次元化によって気づく新たな課題について、詳細設計に先立ち解決する。
- 2) 施工段階の活用により、建設コストの縮減および全体の工期短縮が図られることが期待できるため、関係者(GHA 及び建設業者等)にヒアリングを実施し、本調査後の活用を視野に入れた基礎的な検討を行う。
- 3) 上記結果を BIM/CIM 成果報告書として取り纏め、その内容について JICA と協議する。

また、GHA の要望に基づき、上記の方針に基づき作成された BIM/CIM モデルの中で対象箇所を部分的に追加でモデリングすることで、GHA および関係機関の理解を促進するとともに、ODA 事業として、GHA がガーナ国民に対して説明する際の支援を行う。具体的には、鋼製橋脚の構造や工事中の交通渋滞への影響に係る GHA の理解を促進する。

## 1.3 最終報告書の構成

業務仕様書に基づき、本業務の成果概要を表 1-1 に整理した。第2章では、作成した BIM/CIM モデルを概説するとともに、今後の JICA 案件への導入の参考情報として、BIM/CIM に係る作業を整理し、BIM/CIM 活用により得られる様々な効果を分析・整理した。第3章では、関係者への

ヒアリング調査の結果を踏まえ、施工段階の活用方法や必要な作業量を検討・整理した。

表 1-1 業務仕様書と本成果の整合性

業務仕様書	成果概要	
<u>BIM/CIM の構築</u> ：GHA との合意形成を促進する等の活用目的に適した BIM/CIM モデルを構築	第 2 章	活用目的や活用場面を具体化し、それに応じて、描画対象、詳細度、ソフトウェアを設定し、詳細度 200 から詳細度 300 の BIM/CIM モデルを構築 (2.2、2.3 参照)
<u>GHA との合意形成の円滑化</u> ：交差点構造、交通運用および安全対策に対する関係者の理解を深め、GHA との合意形成を促進		GHA 関連担当者との協議でモデル空間を視覚的に共有し、疑問点や懸念事項、それらの解決策に対してその場で議論を円滑に進め、GHA との合意形成を促進 (2.4.1、2.4.2 参照)
<u>設計者による早期の課題解決</u> ：3次元化によって気づく新たな課題について、詳細設計に先立ち解決		標識の配置、照明柱が景観に与える影響、排水勾配の確認・雨水の処理等、2次元図面では気づき難い不整合箇所を瞬時に確認し、詳細設計に先立ち解決 (2.4.3 参照)
<u>BIM/CIM の更新</u> ：鋼製橋脚の構造や工事中の交通渋滞への影響に係る GHA の理解を促進		鋼製橋脚、アンカーフレーム及び深礎杭の接続部構造図、施工時の切り回し道路の施工ステップ図を、それぞれ詳細度 400、詳細度 200 で追加でモデリングし、GHA の理解促進に寄与 (2.5 参照)
<u>施工段階の活用に係る基礎検討</u> ：ヒアリング調査や施工段階の活用方法の検討	第 3 章	GHA や施工者 (ガーナ国やアフリカ諸国の受注実績が有る業者) と意見交換し、その結果を踏まえて施工段階の活用方法を検討・提案 (第 3 章)

## 第2章 準備調査段階の BIM/CIM モデル構築と活用

### 2.1 概要

今後の JICA 案件への導入の参考情報として、BIM/CIM に係る作業を整理するとともに、BIM/CIM 活用により得られる様々な効果を分析した。

### 2.2 BIM/CIM に係る作業

今後の JICA 案件への BIM/CIM 導入の参考情報として、このモデル構築の作業工程を「計画段階」、「描画段階」、「活用段階」に分けて、2.2.1 のように整理した。また、モデルの「描画段階」で発生した日数の概算を集計・整理した。

#### 2.2.1 作業工程

BIM/CIM モデルの構築・活用に係る作業工程を以下に示す。

##### ① 計画段階

- 1) BIM/CIM モデルをどの範囲まで描画するか（描画対象）、どの程度まで詳細に作成するか（詳細度）、どのソフトウェアを使用するかは、BIM/CIM の活用目的により異なる。本業務では、道路・交差点や構造物、安全施設を 3 次元的に俯瞰すること（設計の可視化）により、発注者（GHA）と、受注者（設計者）、関係者間の円滑な意思疎通が促進されることを想定し、具体的な活用目的や活用場面を表 2-1 のように分析・整理した。
- 2) そして、活用目的に合わせて、描画対象、詳細度、ソフトウェアを表 2-2 のように設定した。詳細度の定義は、CIM 導入ガイドライン（案）<sup>1</sup>に準じる。

表 2-1 活用目的と活用場面

活用目的	活用場面
①GHA との合意形成の円滑化	GHA の設計照査
②住民トラブルリスクの低減	地元住民説明会
③設計者による早期の課題解決	設計者の設計照査

表 2-2 初期条件設定

描画対象	地形、道路、ボックスカルバート、交差点、跨道橋、アプローチ道路、歩道橋、交通安全施設、路面標示
詳細度	詳細度 200（標識以外） 詳細度 300（標識、路面標示：外形状や文字を正確に反映）
ソフトウェア	Autodesk Civil 3D、Navisworks Simulate、Autodesk InfraWorks、STRAX、FORUM8 UC-win/Road、Pix4Dmapper

##### ② 描画段階

- 1) まず、フェーズ 1 の測量成果と設計成果、フェーズ 2 の設計成果を活用して、地形と路面の 3 次元モデルを構築した。これらの設計成果は、3 次元モデル対応の道路設計ソフトウェア

<sup>1</sup> CIM 導入ガイドライン：国土交通省、令和元年 5 月

(STRAX) を用いて作成した。既存成果の有効活用や3次元モデル対応ソフトウェアの採用により、効率的に作業を進めることができた(表 2-3 の番号1 と対応)。

- 2) 次に、ボックスカルバートや跨道橋、歩道橋、標識、信号機、照明、路面標示を個別に作図した。路面標示のみ2次元で作図したモデルをモデル統合ソフト (InfraWorks) のカバレッジ機能で上記 1) の路面にドレープし、路面の縦断や横断勾配に沿って作成している(表 2-3 の番号2 と対応)。
- 3) 最後に、InfraWorks 上で、上記 1)と 2)で作成した図に航空写真を合成し、周辺の建物や植生を調整し、3次元モデルを完成させた。その際、最新の周辺状況を反映するため、回転翼ドローンを使用して空撮し、写真測量ソフト (Pix4Dmapper) によりオルソ化した航空写真を適用した(表 2-3 の番号3 と対応)。

③ 活用段階

- 1) GHA との設計照査で関連担当者の全てがモデル空間を視覚的に共有し、疑問点や懸念事項がその場で指摘され、解決策が円滑に議論された(詳細は 2.4.1 を参照)。
- 2) また、工事完成後の利便性や工事の影響を3次元モデル上で視点を移動しながら丁寧に説明することによって事業に対する理解が得られた(詳細は 2.4.2 を参照)。
- 3) 加えて、2次元図面では気づき難い不整合箇所を瞬時に確認でき照査作業の効率化が図られた(詳細は 2.4.3 を参照)。

2.2.2 作業日数の概算

BIM/CIM モデルの描画にかかった作業日数や描画作業のポイントを表 2-3 に示す。

表 2-3 BIM/CIM モデル描画にかかった作業日数(人日)の概算

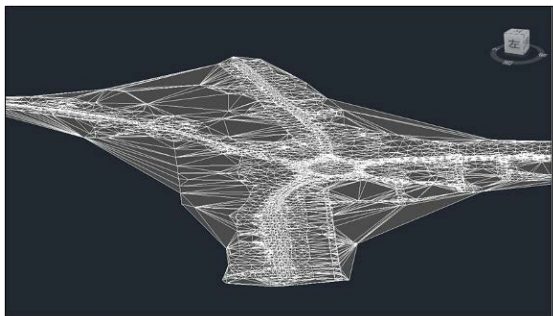
番号	描画作業	人日	描画対象	描画作業のポイント
1	土台の作成	20	①地形 ②路面(メッシュモデル) ③路面(サーフェスモデル) ④地形と路面の合成	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ モデルの土台である地形や路面は、フェーズ1の測量成果と設計成果を利用し効率的に作業を進めた</li> <li>✓ 他方、描画対象にはすりつけ部が多いため、設計成果である路面の形状を示す線を一つ一つ手でメッシュ化し、サーフェス化する作業に時間を要した</li> </ul>
2	構造物の作成	27	⑤カルバート(3次元) ⑥跨道橋(3次元) ⑦歩道橋(3次元) ⑧交通安全施設(3次元) ⑨路面標示(2次元)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 跨道橋は詳細度200の場合、構造を単純化するため、ソフトの汎用モデリング機能(押し出し、スイープ等)で容易に作成できた</li> <li>✓ 他方、カルバートは曲線構造で必要な横断面が多いため、モデル作成に時間を要した</li> <li>✓ また、交通安全施設は標識、信号機、ガードレール、ラバーポール、照明柱と様々なモデルが必要なため、モデル作成に時間を要した</li> </ul>
3	モデルの統合	3	⑩地形と航空写真の統合 ⑪各モデルの統合 ⑫アニメーションの作成	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 各モデルの座標系を揃えていたため容易にモデルを統合できた</li> <li>✓ モデル統合後、汎用モデリング機能で植生や建物を加え、アニメーションを作成した</li> </ul>

※1 参考までに描画対象の①～⑫の画像を 2.3 に示す

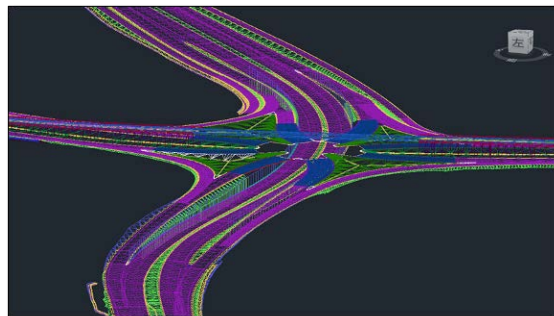
## 2.3 各モデルの画像

表 2-3 の①～⑫に記載している各モデルの画像を図 2.1～図 2.3 に示す。

①地形



②路面 (メッシュモデル)



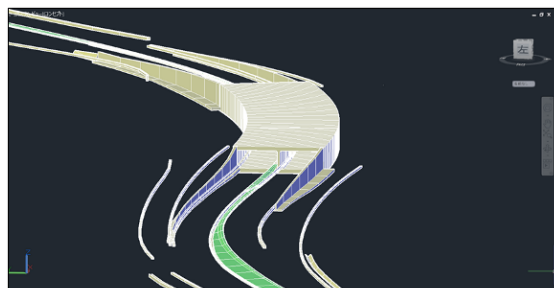
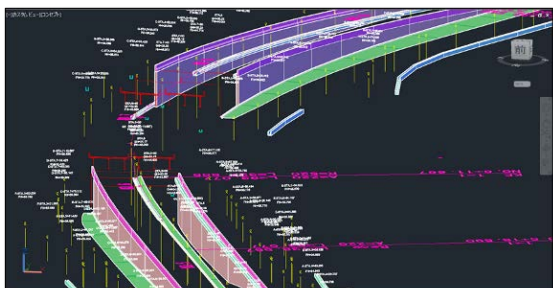
③路面 (サーフェスモデル)



④地形と路面の合成



⑤カルバート (3次元)



⑥跨道橋 (3次元)

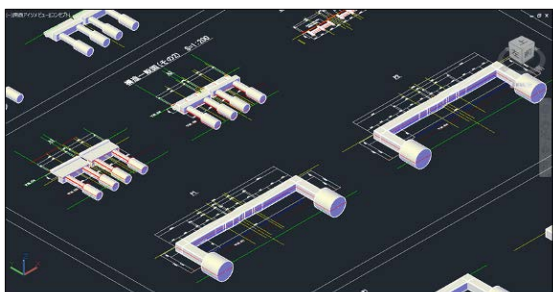
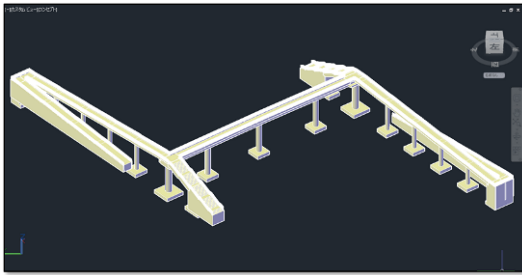
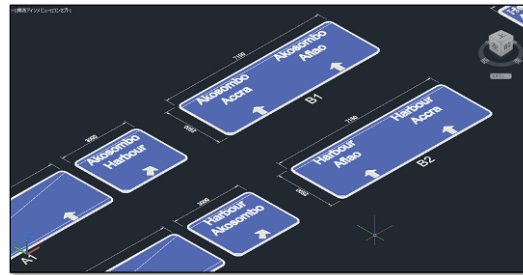
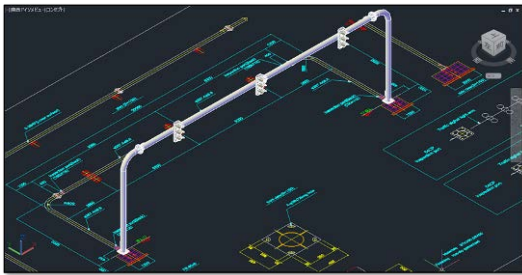


図 2.1 各モデルの画像 (1/3)

⑦歩道橋（3次元）



⑧交通安全施設（3次元）：標識、信号機、ガードレール、ラバーポール、照明柱



⑨路面標示（2次元）



⑩地形と航空写真の統合



図 2.2 各モデルの画像 (2/3)



⑪各モデルの統合



⑫アニメーションの作成



図 2.3 各モデルの画像 (3/3)

## 2.4 BIM/CIMによる効果

一概に設計の可視化と言っても、その効果は様々な場面で現れる。ここでは、「CIMを学ぶII<sup>2</sup>」の見える化の技法を参考に、今回の活用目的に合わせて表 2-4 のとおり可視化を分類した。

まず、GHAによる設計照査や地元住民説明会、設計者の設計照査の各活用場面で、全体像に対する関係者の理解が促進された。多くの関係者の理解に要する時間が短縮されるとともに、理解度が向上される点で高い効果が現れた(概要の可視化)。全体像のイメージが具体化されると、次に、細部構造の議論が活発に交わされた(詳細の可視化)。最後に、モデル上で視点を移動することにより、ドライバー目線の眺めが明示され、交通安全の確認作業として有効に活用された(動きの可視化)。これらの具体的な事例を 2.4.1~2.4.3 で詳述する。

表 2-4 設計の可視化に起因する効果

概要の可視化	2次元図面(平面図/側面図等)と比較し全体像に対する関係者の理解が促進される(図 2.4 参照)
詳細の可視化	全体像のイメージがより具体的になり、細部の議論や理解が促進される
動きの可視化	モデル上で視点を移動することによって、2次元では表せない眺めを提供できる

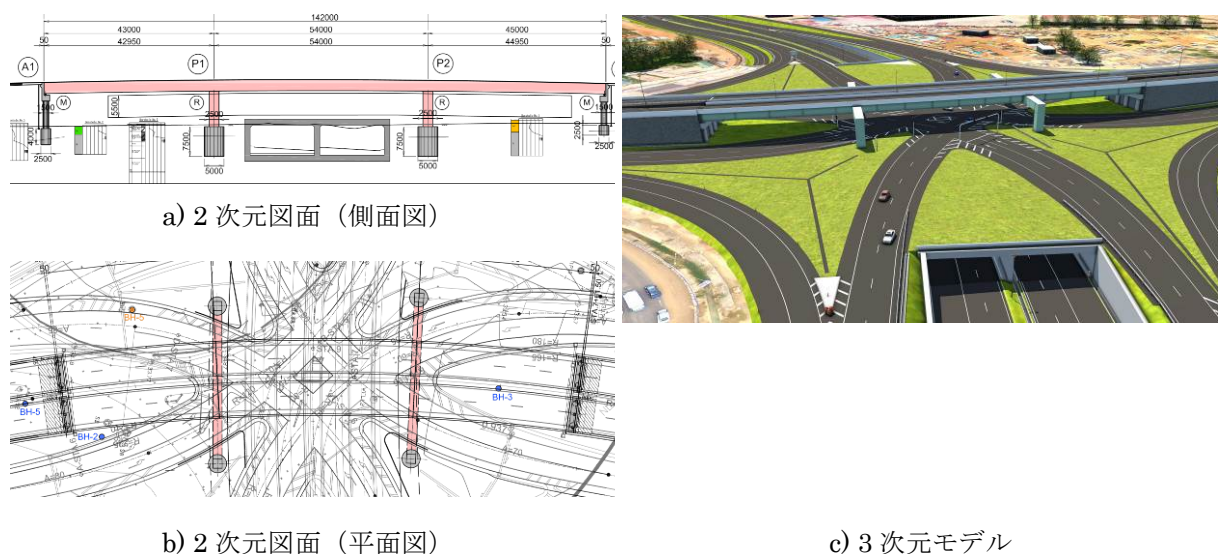


図 2.4 概要の可視化

### 2.4.1 GHA との合意形成の円滑化

GHAは、構造物の規模感や構造物の取り合いだけではなく、交通安全の観点から、信号機、標識、路面標示等の交通安全施設の相互の位置関係を照査する必要がある。この情報量は膨大である一方、設計者は、現地業務の短期間に成果物に対する照査を受け承認を得る必要がある。協議では3次元モデルを活用して、GHA関連担当者の全てがモデル空間を視覚的に共有し、疑問点や懸念事項がその場で指摘され、解決策が円滑に議論された。加えて、ドライビングシミュレーション

<sup>2</sup> CIMを学ぶII: 熊本大学、JACIC、平成28年7月

ンにより、運転手の目線で交差点形状、分合流区間の車両挙動等の交通安全施設が与える心理的作用や夜間時の照明の配置・照度の適正について理解が促進された。さらに、高架部路面からの視点では、橋梁上の路肩幅員の縮小についても議論が交わされた。このような議論は視覚的なモデル空間を共有することにより円滑に行われ、また、課題の抽出や条件の確認を行い、議論を深めることで、相互の信頼関係の醸成がなされたよい事例と言える。



a) 全体



b) A点からの眺め



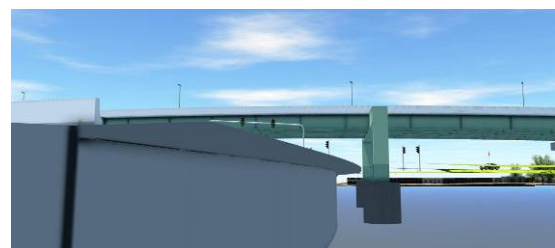
c) B点からの眺め



d) 鋼製橋脚の視距への影響確認



e) 交通安全施設の配置状況の確認



f) ボックスカルバートと橋脚基礎の近接状況確認

図 2.5 GHA による設計照査時の具体的な活用事例の説明参考図

#### 2.4.2 住民トラブルリスクの低減

地元住民説明会では、3次元モデルが近隣住民の事業計画の理解促進に寄与した。地元住民は事業の直接的な受益者である一方、工事に起因する住民移転、交通規制、騒音、振動等による負の影響に対して十分な理解を得ることが重要である。工事完成後の利便性や工事の影響を3次元モデル上で視点を移動しながら丁寧に説明することによって事業に対する理解が得られた。地元住民の関心は高く、相互に熱心な姿勢で意見交換がなされ、3次元モデルが環境社会配慮の観点から有用なツールであることが確認できた。



図 2.6 地元住民説明会での活用状況

### 2.4.3 設計者による早期の課題解決

2次元図面では気づき難い不整合箇所を瞬時に確認でき、照査作業の効率化が図られた。具体的には、①標識の配置、②照明柱が景観に与える影響、③排水勾配の確認・雨水の処理、④橋脚に対する安全対策（防護柵の必要性）、⑤建築限界の確認と主桁・横断歩道橋への衝突対策等である。これらは詳細設計に先立ち、概略設計の段階で改善された。

## 2.5 BIM/CIM モデルの更新

### 2.5.1 背景

ガーナ国の橋梁の下部工はコンクリート製が主であり、鋼製の橋脚は非常に珍しい。そのため、準備調査報告書（案）の現地説明時にGHAより、以下のような要望が出された。

- 1) 鋼製橋脚、アンカーフレーム、コンクリート製深礎杭の配筋を3次元モデルにて示す
- 2) 上部工・下部工の施工時に、平面交差点を一次閉鎖する際、切り回し道路により交通を迂回させるため、施工ステップを視覚的にわかりやすく3Dモデルにて明示する

これらの要望を受け、既存のBIM/CIMモデルの中で対象箇所を部分的に追加でモデリングすることで、GHAおよび関係機関の理解を促進するとともに、ODA事業として、GHAがガーナ国民に対して説明する際の支援を行うこととした。

### 2.5.2 更新に係る作業

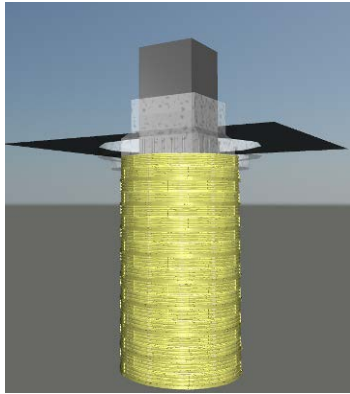
以下の1)及び2)のBIM/CIMモデルを作成し、既に作成されたBIM/CIMモデルに統合した。

- 1) 鋼製橋脚、アンカーフレーム及び深礎杭の接続部構造図（詳細度400）
- 2) 施工時の切り回し道路の施工ステップ図（詳細度200）

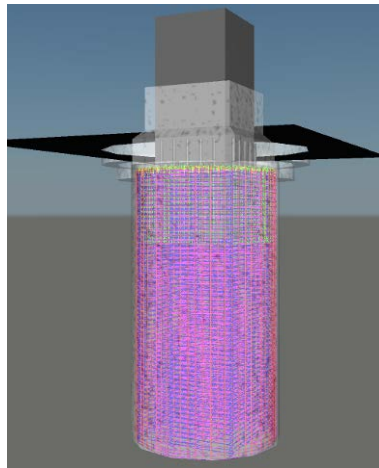
### 2.5.3 橋脚と基礎の接続部構造図

図 2.7 に鋼製橋脚、アンカーフレーム及び深礎杭の接続部構造図を示す。なお、本モデルは、施工段階でも有効活用されることが期待できる。詳細は、3.4 に整理している。

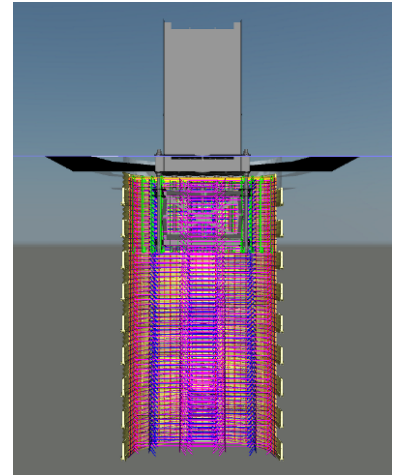
①全体図



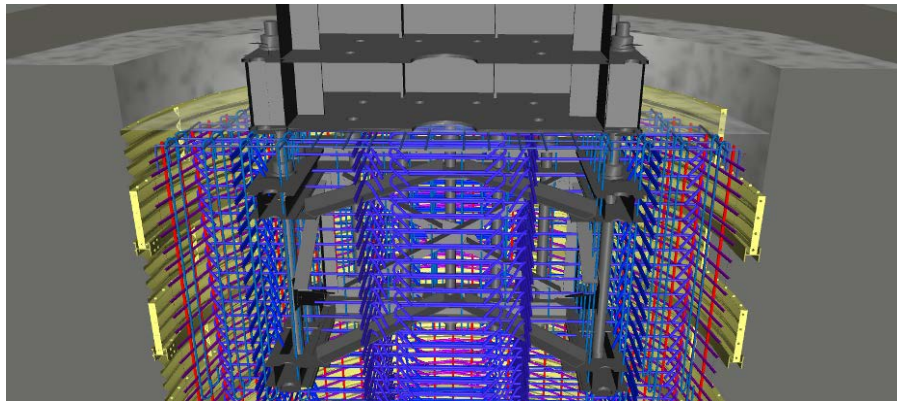
②全体図(ライナープレート非表示)



③断面図



④拡大図



⑤2次元図

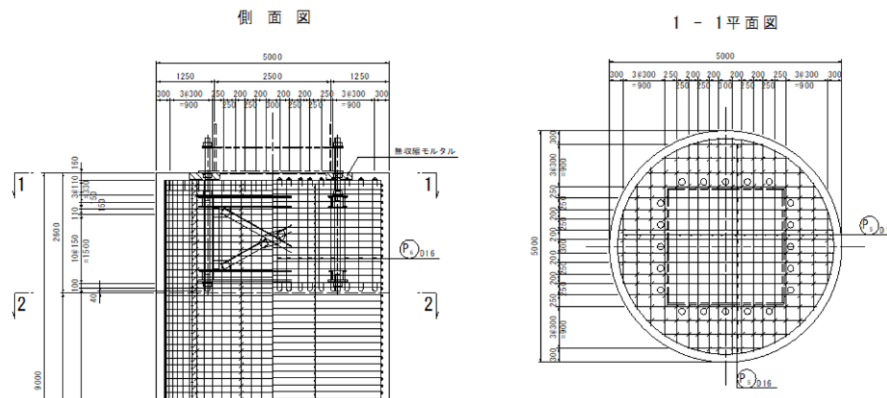


図 2.7 橋脚と基礎の接続部構造図

## 2.5.4 施工ステップ図

図 2.8 に施工時の切り回し道路を含む施工ステップ図を示す。

①フェーズ 1 完成後(本事業の工事着工前)



②切り回し道路(迂回路)の整備



③施工時の切り回し道路の案内図(テマ港側からアクラ方面へ)



④施工時の切り回し道路の案内図(アフラオからテマ港へ)



⑤跨道橋の施工状況



⑥完工



図 2.8 施工ステップ図

## 2.6 BIM/CIM モデルの提出形態

CIM 事業における成果品作成の手引き（案）<sup>3</sup>に基づき、各 BIM/CIM モデルのオリジナルファイルでの納品を行い、国際標準の採用を念頭に置いて、IFC 及び LandXML に対応しているモデルについては、同ファイル形式により納品する。

表 2-5 各 BIM/CIM モデルの納品ファイル形式

BIM/CIM モデル	納品ファイル形式
地形モデル	LandXML (国際標準) SQLite (Autodesk InfraWorks のオリジナルファイル)
構造物モデル	DWG (Autodesk Civil 3D オリジナルファイル) IFC (国際標準) <sup>*1</sup>
統合モデル	SQLite (Autodesk InfraWorks のオリジナルファイル) NWD (Navisworks Simulate のオリジナルファイル)

※1 鋼製橋脚の深礎杭の鉄筋コンクリートのモデル (Autodesk Revit により作成)

<sup>3</sup> CIM 事業における成果品作成の手引き（案）：国土交通省、令和元年 5 月

## 第3章 施工段階の BIM/CIM モデル活用に係る基礎検討

### 3.1 概要

設計段階で活用した BIM/CIM モデルを施工段階でも有効活用することにより、建設コストの削減および全体の工期短縮を図ることが期待できるため、関係者（GHA 及び施工者等）にヒアリングを実施し、施工段階の活用を視野に入れた基礎検討を行った。具体的には、GHA 及び施工者へのヒアリング調査、本事業の施工段階への活用方法の検討、活用方法に合わせた BIM/CIM モデルの更新、検討・更新に係る作業ボリュームの試算を行った。これは、施工段階で BIM/CIM モデルの効果を最大限発揮させるための方法として提案している。他方、準備段階で作成された BIM/CIM モデルを大きな更新をせずに施工者が有効活用できる方法も考えられる。前者を「積極案」、後者を「消極案」と呼称し、それぞれ整理した。

### 3.2 ヒアリング調査

施工段階の活用には、GHA や施工者の BIM/CIM に係る対応能力や意向が重要である。これらの情報を収集するために、ヒアリング調査を実施した。調査結果を以下に示す。

#### ① GHA

##### 1) BIM/CIM の対応能力や意向

- 他国や国際機関の援助事業を含め、BIM/CIM の導入事例は無い（3次元のパース図を除く）
- BIM/CIM の関連ソフトを操作できる高性能 PC は無い（ビューワーソフトの操作は可能）
- 交通安全に係る設計成果の照査や住民説明会の場面で役立ったため、BIM/CIM の導入を歓迎する（詳細は 2.4 を参照のこと）
- 鋼製の橋脚はガーナ国で非常に珍しく、3D モデルにて示してほしい（この要望を受け、鋼製橋脚、アンカーフレーム及び深礎杭の接続部構造図を詳細度 400 で作成することとした。詳細は 2.5 を参照のこと）
- 上部工・下部工の施工時に、平面交差点を一次閉鎖する際、切り回し道路により交通を迂回させるため、国民に対して説明できるように視覚的にわかりやすく 3D モデルにて明示してほしい（この要望を受け、詳細度 200 の施工時の切り回し道路の施工ステップ図を作成することとした。詳細は 2.5 を参照のこと）

##### 2) 本事業の施工段階の BIM/CIM 活用

- BIM/CIM 技術者や関連ソフト、PC が不足しているため、GHA の関与は技術移転等を得られない限り難しい
- 施工監理者や施工者間の BIM/CIM 活用は工期遅延リスク回避や早期竣工の観点から歓迎する

#### ② A 社(ガーナ国の受注実績有)

##### 1) BIM/CIM の対応能力や意向

- BIM/CIM を積極的に活用する方針であり、既に多くの実績がある
- 活用事例として、過密配筋の構造検討、現地作業員への作業順序の指示、プロジェクト管理



ソフトとの連携による施工管理への活用(4D)等がある

- 建築では、Revit を用いて数量の自動算出や変更に応じた数量の自動修正に活用している

## 2) 本事業の施工段階の BIM/CIM 活用

- 本事業の BIM/CIM 活用は対応可能であるが、費用を見て貰う必要がある
- 本事業への活用として、深礎杭の過密鉄筋部とアンカーフレームとの干渉チェックやプロジェクト管理ソフトとの連携による施工管理への活用(4D)が挙げられた
- 要望として、入札時/工事契約時に BIM/CIM モデルが提供されること、3次元モデルを任意の位置で切り出し2次元の平面図が取得できることが挙げられた

## ③ B 社 (アフリカの受注実績有)

### 1) BIM/CIM の対応能力と意向

- BIM/CIM を積極的に活用していく方針であり、既に多くの実績がある
- BIM 推進部を設置し、全社で BIM/CIM 活用を促進する体制を構築中である
- 基本的には CIM 試行工事でなくても積極的に BIM/CIM を活用している
- 活用事例として、施工計画協議の合意形成促進ならびに安全管理への活用、属性情報の付与による数量の自動算出、プロジェクト管理ソフトとの連携による施工管理への活用(4D)、契約 BOQ 価格との連動による予算管理への活用(5D)、出来形検査結果等の属性情報付与による維持管理への活用(7D)がある

### 2) 本事業の施工段階の BIM/CIM 活用

- 本事業の BIM/CIM 活用は対応可能であるが、費用を見て貰う必要がある
- 本事業への活用として、プロジェクト管理ソフトとの連携による施工管理への活用(4D)、契約 BOQ 価格との連動による予算管理への活用(5D)、出来形検査結果等の属性情報付与による維持管理への活用(7D)が挙げられた
- 要望として、入札時/工事契約時に BIM/CIM モデルが提供されること、入札時の BIM 活用提案レベルによる入札評価点の付与があること、リクワイヤメントや BIM 実施計画書の仕様の明確化が挙げられた
- 鋼構造物を考えた場合、製作ノウハウが製作会社にあるため、製作に影響する構造詳細についてはモデル化しても変更作業が多くなり非効率となるため、線形条件や発注数量に影響する部材までをモデル化するところに留めた方が良い
- プロジェクト関係者がデータをリアルタイムで共有して運用できるクラウド環境が望ましい

## 3.3 施工段階の BIM/CIM 活用に向けた積極案

### 3.3.1 提案項目

施工段階の活用方法を検討するとともに、活用方法に応じてモデルの更新やリクワイヤメントの検討等を進める上での作業量を概算した。提案した項目を 1)~3)に示す。また、各項目の想定作業量を表 3-1 に示す。なお、その 1 では、施工段階で BIM/CIM モデルの効果を最大限発揮せるための方法として提案している。

- 1) 設計施工の一気通貫：施工者へのリクワイヤメントとして、「施工計画」、「品質管理記録の付与」、「干渉確認による手戻り防止」、「設計変更時の数量算出」、「作業員の指示」における

BIM/CIM モデルの活用を設定し、活用目的に合わせて詳細度を高めたモデルを構築し、既存のモデルに統合する

- 2) 契約図書化に向けた検討：施工者の BIM/CIM 活用を促し、協働するために必要な制度について検討する
- 3) クラウドによる情報共有：「手戻り防止」や「承認手続きの省力化」、「課題解決の促進」を促すため、BIM/CIM モデルをプラットフォームとした情報の一元管理および情報共有の環境を創出する

表 3-1 施工段階の BIM/CIM 活用で必要となる作業量

番号	提案項目	DD	SV
①	設計施工の一気通貫（リクワイヤメント検討・詳細モデル構築）	12.8 MM	4.0 MM
②	契約図書化に向けた検討	1.0 MM	
③	クラウドによる情報共有	1.75 MM	
計		15.55 MM	4.0 MM

※ 直接人件費以外にも、SV 段階で、旅費(航空賃)、旅費(その他)、特殊傭人費、BIM/CIM 用高性能 PC、ソフトウェア、サーバーレンタル料の直接経費が発生する

### 3.3.2 詳細設計段階の作業

#### 3.3.2.1 設計施工の一気通貫

3.3 の活用方法に対応したモデルの詳細度及び適用するソフトウェア、作業内容を示す。また詳細モデル構築に係る作業量を表 3-2 に示す。

表 3-2 詳細モデル構築に係る作業量

描画対象	工種・部位等	人月	詳細度	備考		
跨道橋	下部工	橋台	1.0 MM	3.5 MM	400	鉄筋コンクリート製、REVIT
		橋脚	1.5 MM		300	鋼製、SketchUp
		基礎	1.0 MM		400	鉄筋コンクリート製、REVIT
	上部工	主構造	1.5 MM	3.15 MM	300	鋼製、SketchUp
		付属物	1.65 MM		200/300	支承、排水施設等、SketchUp
土工部	補強土壁	0.5 MM	1.5 MM	300	鉄筋コンクリート製、REVIT	
	L 型擁壁	0.5 MM		400	鉄筋コンクリート製、REVIT	
	壁高欄	0.5 MM		300	鉄筋コンクリート製、REVIT	
その他	モデル統合	0.15 MM	4.65 MM	—	InfraWorks	
	属性情報の付与	1.5 MM		—	Navisworks	
	施工ステップモデル	3.0 MM		—	Navisworks	
小計		12.8 MM				

## (1) 跨道橋

### 1) 下部工

橋台は、打設計画に合わせて分割することや過密配筋部の組立て検討および作業手順指示に活用することを目的として、躯体形状を正確に表現すると共に配筋モデルを作成するため詳細度 400 とする。施工段階で修正が生じる際に比較的簡易にモデルを修正可能で、数量の自動算出が可能なソフトウェア (Revit) を用いる。Revit は任意断面で図面を切り出し、配筋状態を確認することも可能である。

橋脚は、架設計画と排水施設等の付属物との干渉を確認することを目的として、詳細度 300 とする。施工現場での数量変更は生じないことと、橋台で適用する Revit では縦断勾配、横断勾配を持つ構造物のモデル化が困難なため、後述する上部工とセットで、上記の操作に優れたソフトウェア (SketchUp) を用いる。

基礎は、橋台と同様の理由により詳細度 400 とし、Revit を用いる。なお、基礎の構造は鉄筋コンクリート製の深礎杭であり、鋼製橋脚との接合部ではアンカーフレームと配筋が交錯する過密鉄筋部があるため適用性は非常に高い。

### 2) 上部工

主構造は、架設計画と付属物の干渉を確認することを目的として、詳細度 300 とする。なお、床版についても内部の干渉が生じないため、外形形状を正確に描画し、内部のリブや鉄筋についてはモデル化しない詳細度 300 とする。橋脚で記載したように、SketchUp を用いる。

付属物は、干渉が懸念される排水施設は詳細度 300 とし、干渉が生じない支承や伸縮装置は詳細度 200 とし、SketchUp を用いる。

## (2) 土工部

補強土壁は、施工上の干渉等は生じないものと考えられるため、施工計画を付与することを目的として、前面のパネルを詳細度 300 とする。ソフトウェアは、橋台や後述の L 型擁壁と同様に Revit を用いる。なお、ストリップ等の部品類は施工上の課題にならないと考え描画対象外とする。

L 型擁壁は、橋台と同様の理由により詳細度 400 とし、Revit を用いる。

壁高欄は、複雑な配筋にはならないため、配筋モデルを作成しない詳細度 300 とし、Revit を用いる。

## (3) その他

モデル統合は、ステークホルダーとの合意形成に用いることを目的として、準備調査段階で InfraWorks により作成した BIM/CIM モデルに追加する構造物モデルを差し替える。

属性情報の付与は、設計意図の伝達、施工時の手戻り防止や施工した構造物の品質管理を目的として構築した各モデルを Navisworks に統合し、各部材に以下の属性情報を付与する。使用材質、仕様、数量、製品番号、出来型管理値、設計側からの申し送り事項を想定している。なお、必要な属性については、GHA や施工者との協議によって項目やその付与方法について最終決定する。ソフトウェアは、エクセルベースによる入出力が可能な Navisworks のアドオンツール Navis+ を用いる。

施工ステップモデルは、施工の実現可能性を示すと共に、施工時の留意点の伝達、課題の早期発見を目的として、Navisworks の機能を用いて施工ステップを描画できるモデルを構築する。本

モデルは、施工計画にそって詳細モデルを分解し、各部材に施工期間の情報を付与することでその部材の表示・非表示をコントロールすることができる。また、施工時の留意箇所（架設時のクレーン配置等）は別途施工可能なことを示す、施工中の状況を描画する。これにより、施工者は施工計画の見直しや安全管理、関係者協議を円滑に進めることができる。

### 3.3.2.2 契約図書化に向けた検討

BIM/CIM はフロントローディングとして、設計段階で課題を抽出し、早期に対応を行うことにより得られる効果だけではなく、コンカレントエンジニアリング（開発プロセスを構成する複数の工程を同時並行で進め、各部門間での情報共有や共同作業を行うことで、開発期間の短縮やコストの削減を図る手法）による効果も期待されている。

設計段階においても施工者と連携することが重要と考えられることから、施工者の BIM/CIM 活用を促し、発注者及び設計者、施工者が協働するために必要な制度について検討を行うことを提案する。検討項目として以下を想定する。

- 1) 設計段階で施工者と連携するための他契約方式の検討（例：ECI 方式）：5 人日
- 2) 3次元モデルと契約図書との関係についての文書化：10 人日
- 3) 参考という位置づけでの 3次元モデルの提供方法の検討（属性情報として設計要求性能の付与、施工業者による課題の事前抽出とその対応への活用）：5 人日

### 3.3.2.3 クラウドによる情報共有

BIM/CIMモデルをプラットフォームとした情報の一元管理および情報共有の活用方法が注目されている。これは、施工監理者や施工者が関連情報を共有することにより、手戻り防止や承認手続きの省力化の観点から高い効果が期待できるためである。また、施工監理者や施工者が離れた場所においてもクラウド上で共有できるため、具体的な課題解決方法の議論が可能となる。

クラウドサービスの導入、実行するための環境整備、その具体的な活用方法について検討することが必要である。検討項目として以下を想定する。

- 1) クラウドサービスの選定：5 人日
- 2) クラウドサービスに共有する情報の整理：10 人日
- 3) クラウドサービスの効果を図るためのシナリオ作成と実施時の効果検証：20 人日

なお、クラウドサービスの効果検証は、以下を想定する。

- A) 施工時の品質管理：施工時の品質管理記録を BIM/CIM に付与しクラウド上で管理する。詳細モデルには設計時に前提とした管理基準を予め属性情報として入力し、施工現場で施工者が検査結果をモデル上に入力することにより、設計値と実測値との比較が可能となる。また、現場で撮影された写真もクラウドのモデル上で管理する
- B) 出来形管理：検査対象となる躯体寸法等を詳細モデル作成時に予め入力しておき、施工現場で出来形検査結果を詳細モデルに入力することにより、設計値と実測値の比較が可能となる。出来形結果についてもクラウド上で管理する
- C) 施工進捗状況の確認：施工の進捗を BIM/CIM モデル上で確認できるように、施工部、施工完成部、未着手部等毎に部材を着色して関係者がクラウド上で確認できるようにする

### 3.3.3 施工段階の作業

#### 3.3.3.1 常駐 BIM/CIM オペレーターの配置

竣工後、設計データおよび施工データがモデル上に属性情報として、保存されており、これら施工時の BIM/CIM モデルをクラウド上で管理するためには、専属の BIM/CIM オペレーターが必要となる。BIM/CIM オペレーターは、クラウドサーバー上のモデルが品質管理の観点から適切に運用されているかについて確認を行い、必要に応じて修正を行う。クラウド上のモデル管理（施工業者が入力したデータ管理も含む）は、コンサルタント側にて行う。BIM/CIM オペレーターは、現地備人を予定する。

#### 3.3.3.2 BIM/CIM マネージャー

前述の常駐 BIM/CIM オペレーターとして雇用する現地備人は、BIM/CIM の知識がある技術者（たとえば、Revit 或いは Civil 3D といった BIM/CIM の基本ソフトに精通する人材）が望ましいが、これらのソフトは高額なためガーナ国の市場で流通しているとは言い難い。また、本業務では、BIM360、Navis+ といったソフトの操作等、本業務を十分に全うするにはある程度の教育を受ける必要がある。また、BIM/CIM に係るリクワイヤメントが適切に実施されているか、The Contractor を監理する事も重要である。以上より、「BIM/CIM マネージャー」の現地作業を 4.0MM 追加する。アサインメントの内訳は、初回（1.5MM）、中間（3回×0.5MM）、最終（1.0MM）を予定する。具体的な作業項目を以下に列記する。

- 1) BIM/CIM 環境の構築（機材購入、現地備人雇用、ネットワーク整備等）
- 2) 現地備人の教育
- 3) 施工者のリクワイヤメント実施に係る施工監理（BIM/CIM モデルによる品質管理、出来高管理の検査・指導等）

### 3.4 施工段階の BIM/CIM 活用に向けた消極案

#### 3.4.1 提案項目

準備段階で作成された BIM/CIM モデルを大きな更新をせずに施工者が有効活用できるように、活用方法の事例を整理した。ただし、リクワイヤメントを設定していないため、BIM/CIM の活用は施工者の任意となる。

- 1) 干渉チェック：鋼製橋脚及びアンカーフレーム、深礎杭の接続部構造図（図 2.7 参照）中のアンカーフレームの構造は、施工者の施工計画に応じて変更される。施工者は、施工計画を踏まえてアンカーフレームの構造細目を確定する際、本モデルを用いて深礎杭の配筋モデルとの干渉チェックを瞬時に行うことができる
- 2) 鉄筋の組立検討・作業員への指示：アンカーフレームと鉄筋は複雑に交錯しているため、アンカーフレームや鉄筋の架設・組立は失敗して手戻りが発生する可能性がある。施工者は、施工前に 3 次元で組立検討ができるとともに、組立順序の詳細を現地での仮組確認無しに作業員に周知することができる
- 3) 合意形成の円滑化：施工ステップ図（図 2.8 参照）の切り回し道路（迂回路）は、施工者の施工計画に応じて変更される。施工者は、施工時の交通への影響が大きいため、発注者・施工

監理者に対して丁寧な説明が求められる。本モデルを若干更新することにより、施工計画に係る合意形成を円滑に進めることができる

### 3.4.2 施工段階の活用に係る留意事項

#### 3.4.2.1 干渉チェック

干渉チェックには、専用のソフトウェアが必要となる。提供モデルが Navisworks 形式 (.nwd) のため、たとえば、Navisworks Manage が挙げられるが、これは、2020年2月時点ではサブスクライブ購入（1ヵ月 46,200円、1年 365,200円）で入手できる。

なお、3.4.2.2 や 3.4.2.3 も Navisworks Manage で実施可能なため、施工者の費用負担は少ないと考える。

#### 3.4.2.2 鉄筋の組立検討・作業員への指示

アンカーフレームの形状は施工者が作成する施工計画に基づき任意に変更可能である。アンカーフレームの形状を確定する際、既存の配筋モデルとの干渉チェックを瞬時に行える。

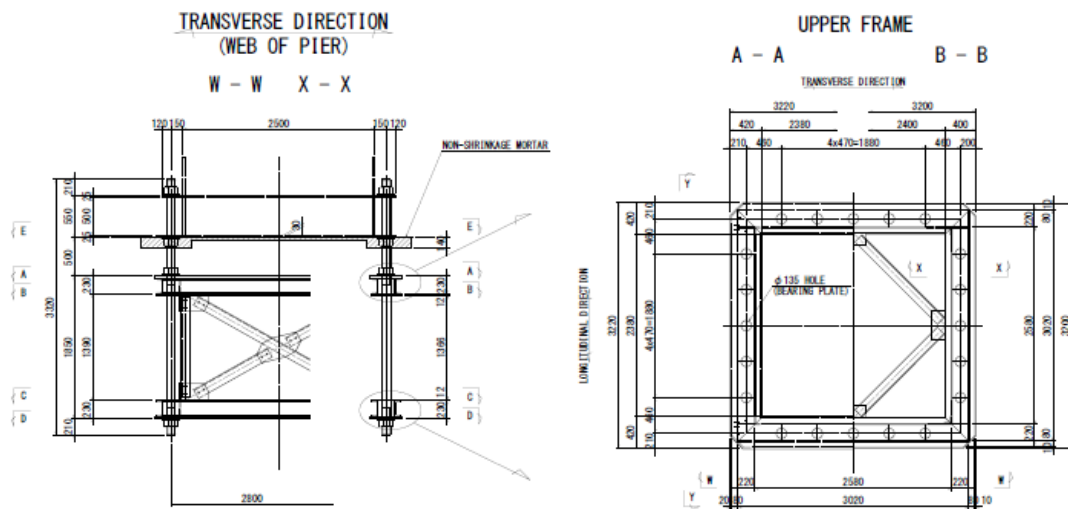
他方、アンカーフレームや鉄筋の架設・組立を誤ると、手戻りが発生する。たとえば、図 3.1 の P3(D22)鉄筋や P4(D22)鉄筋、P5(D16)鉄筋をアンカーフレームの仮設置前に組み立てると、アンカーフレームが設置出来なくなる。一方、P1(D22)鉄筋や P2(D22)鉄筋の組立前にアンカーフレームを設置すると、アンカーフレームが邪魔して P1(D22)鉄筋や P2(D22)鉄筋の組立作業が非効率になる。

また、鉄筋の組立手順に加え、フックの向きにも留意する必要がある。たとえば、フックの向きを誤った方向に設置すると、他の鉄筋やアンカーフレームと干渉する可能性がある。日本では鉄筋工（職人）が作業/監督するため問題にならないが、ローカルの現場作業員は頭上でフックの向きをイメージ出来ないと考えられる。フックの向きを明示できる 3次元図面の活用は手戻り防止に繋がる。

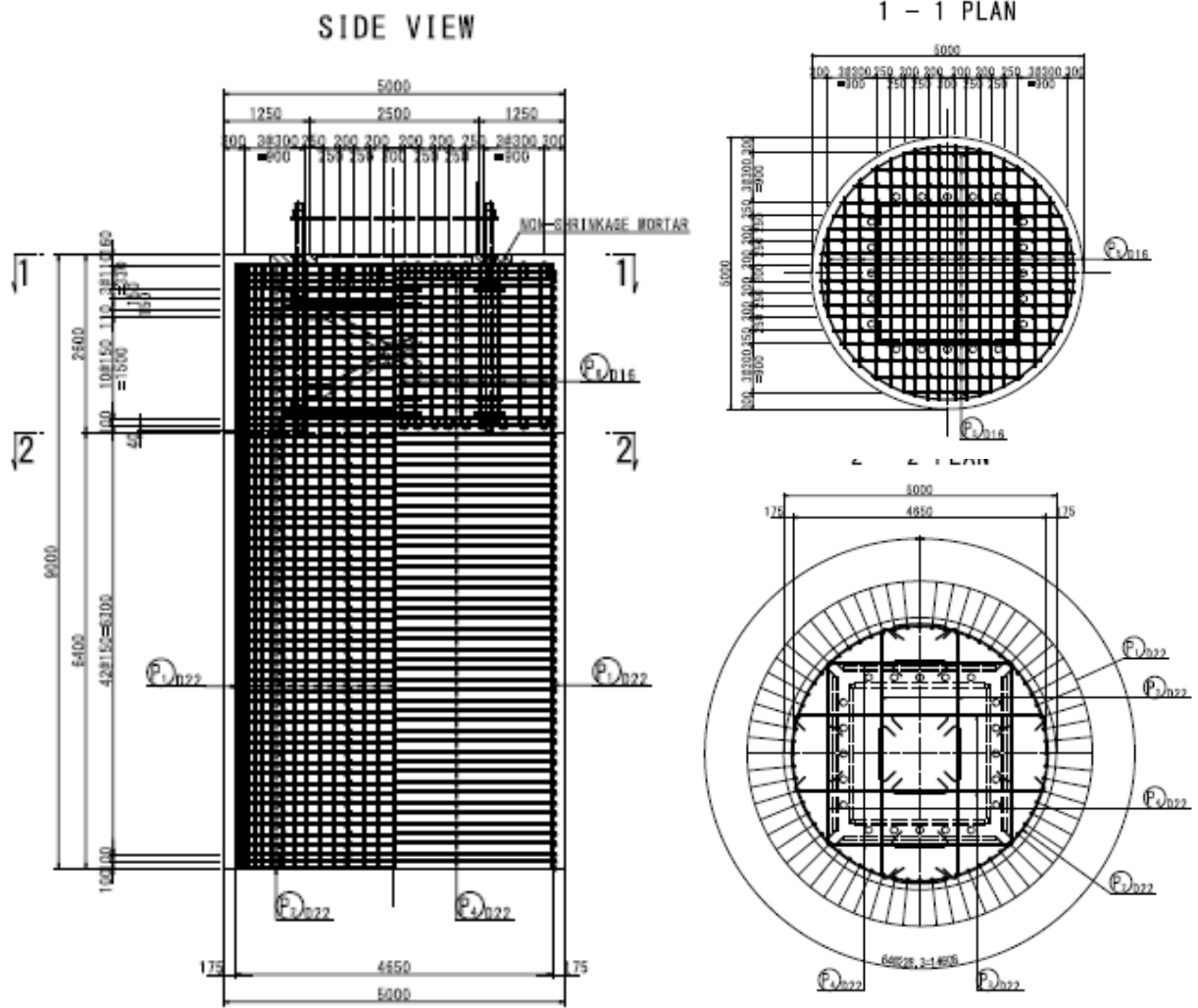
#### 3.4.2.3 合意形成の円滑化

ラウンドアバウト型の迂回路の中で上部下部工の施工を行う必要がある。施工者は、建設機械の配置や資機材の置き場を 3次元で視覚的に示すことにより、円滑に発注者・施工監理者から合意を得ることが期待できる。

建設機械等のモデルはネットで無料或いは安価に入手可能である。



a) アンカーフレーム



b) 深礎杭

図 3.1 鋼製橋脚定着部の詳細図

### 3.4.3 施工CIM事例集の中で類似する実績（参考）

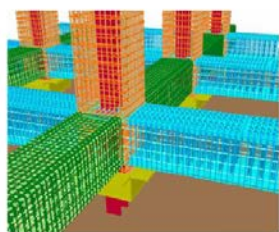
#### 3.4.3.1 鉄筋の組立検討・作業員への指示

類似する過去の実績として、2015年施工CIM事例集 インフラ再生委員会 p25 に紹介されている配筋モデルを活用した施工手順周知・検討事例を示す。

工事概要	工事名称	黒目川黒目橋調節池工事（その10）
	発注者	東京都北多摩北部建設事務所
	受注者	株式会社大林組（大林・前田・大本建設共同企業体）
	工期	2011年10月～2014年2月
	工事内容	黒目川と落合川の洪水時に一時的に貯留する地下調節池（3号池）の築造と、黒目川からの取水堰を築造する工事である。 ・貯留量：61,600m <sup>3</sup> ・掘削工：114,300m <sup>3</sup> ・鉄筋工：4,770t ・コンクリート工：38,150m <sup>3</sup> ・取水堰築造工：L=994m 一式

施工CIMの活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	



配筋をモデルで確認



現場職員と作業員で検討



### 3.4.3.2 発注者協議への活用

類似する過去の実績として、2019年施工CIM事例集 インフラ再生委員会 p79 に紹介されている施工計画に係る合意形成の円滑化の活用事例を示す。

工事概要	工事名称	舞鶴若狭自動車道由良川橋他3橋(PC上部工)工事
	発注者	西日本高速道路株式会社関西支社
	受注者	大成建設株式会社
	工期	2017年10月21日～2020年9月4日
	工種	橋梁
	工事内容	本工事は、舞鶴若狭自動車の4車線化事業に伴う、福知山ICから綾部IC間における以下4橋の橋梁上部工の新設工事である。 ①観音寺高架橋：PRC 27径間連続 2主版桁橋 固定式支保工 755m ②由良川橋：PRC 8径間連続波形鋼板ウェブ橋 張出し架 618m ③馬場池橋：PRC 4径間連続 2主版桁橋 固定式支保工 100m ④館橋：PC単純合成桁橋 架設桁架設 31m

施工CIMの活用方法による分類（塗潰し部）

施工	施工管理	施工計画	施工手順周知	施工の高度化	施工数量算出
協議資料	三者協議	発注者協議	下請け協議	関係者協議	住民説明会等
設計	設計協議	設計照査	設計数量算出	その他	

図-5は、3次元モデルを活用しクレーンの配置計画をしているところである。地組ヤードにて組立てた仮設トラス桁（約5.5トン）を100tクレーンで一枚ずつ架設する。京都府道の左側（JR山陰本線の反対側）は、民地でありクレーンヤードとして使用できない。そこで100tクレーンは、京都府道上にⅡ期線と斜角をもって据えることになり、斜め吊りによる仮設トラス桁の一括架設となった（図-5）。上記条件を3次元空間に構築した3次元モデルでシミュレーションした結果、100tクレーンの旋回範囲が作業半径内に収まることや、100tクレーンと橋梁躯体、仮設などと干渉しないで施工できることが確認できた。現在、西日本高速道路、京都府、警察などの関係者間でこの3次元モデルを活用して協議している最中である。

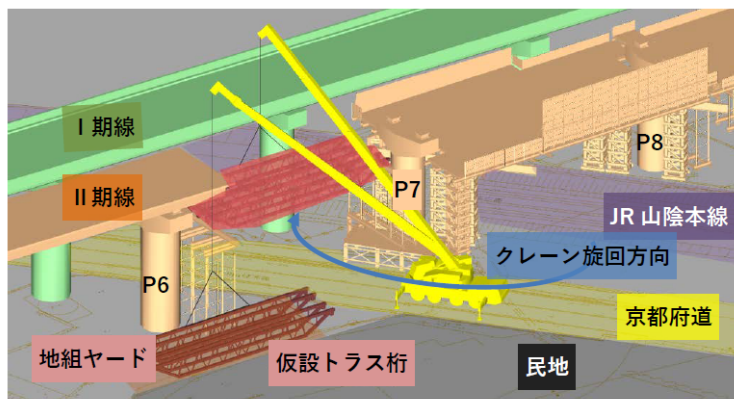


図-5 P6～P7橋脚間のクレーン配置検討図

図 3.2 建設機械配置検討への活用イメージ図