

11. 安定構造計算

新ダイルート堰群は各堰群の規模に応じて2つに大別する。

- ✓ 大規模堰群：バハルヨセフ堰、イブラヒミア堰
- ✓ 小規模堰群：バドラマン堰、アボギャバル堰、サヘリア堰

安定計算の検討方法は Egyptian Code に体系的にかつ詳述されたものはない。したがって、日本国の安定計算を基本的に参照して検討する。ただし、計算の基礎条件となる物質の単位体積重量、検討の安全率および予備ゲート使用時の条件はエジプトより提示された条件にて行うことが設計 WG にて了承された。

11-1 大規模2堰群の安定性の検討

(1) 検討ケース

堰の安定構造計算は、常時・地震時、ゲートの開閉時及び上下流水位の状況を組み合わせて確認する。なお、バハルヨセフ堰とイブラヒミア堰の2堰は同様な構造であるため計算結果の区別はない。

表 11-1.1 大規模堰群の安定計算条件

Case	Condition	Direction	Water Level			Gate situation	Additional condition
			U.S.	WL	Max. WL		
Case1	Normal	Long.	U.S.	WL47.00m	HWL	Open gate	—
			D.S.	WL47.00m	HWL		
Case2	Normal	Long.	U.S.	WL46.55m	Max. WL	Close gate	sedimentation (0.3m depth)
			D.S.	WL39.50m	Low		
Case3	Normal	Long.	U.S.	—	No WL	Open gate	—
			D.S.	—	No WL		
Case4	Normal	Lateral.	U.S.	WL46.55m	Max. WL	Open gate	—
			D.S.	WL46.55m	Max. WL		
Case5	Normal	Lateral.	U.S.	WL46.55m	Max. WL	Close gate	sedimentation (0.3m depth)
			D.S.	WL39.50m	Low		
Case6	Normal	Lateral.	U.S.	—	No WL	Open gate	—
			D.S.	—	No WL		
Case7	Seismic	Long.	U.S.	WL46.55m	Max. WL	Close gate	sedimentation (0.3m depth)
			D.S.	WL39.50m	Low		
Case8	Seismic	Long	U.S.	—	No WL	Open gate	—
			D.S.	—	No WL		
Case9	Seismic	Lateral.	U.S.	WL46.55m	Max. WL	Open gate	—
			D.S.	WL46.55m	Max. WL		
Case10	Seismic	Lateral.	U.S.	WL46.55m	Max. WL	Close gate	sedimentation (0.3m depth)
			D.S.	WL39.50m	Low		
Case11	Seismic	Lateral.	U.S.	—	No WL	Open gate	—
			D.S.	—	No WL		
Case12	Seismic	Long.	U.S.	WL46.55m	Max. WL	Open gate	—
			D.S.	WL46.55m	Max. WL		
Case13	Normal (Maintenance)	Long.	U.S.	WL46.55m	Max. WL	Maintenance gate	—
			D.S.	WL45.82,45.13m	Low		

※上流側の最大操作水位は安全側の考慮からゲート天端高とする(WL46.30 + 0.25m = EL46.55)。

※全閉状態の下流側水位はエプロン高と同じとする (EL39.5)。

※Case3, Case6, Case8, Case11 は施工時の検討。

(2) 安定計算の照査項目

表 11-1.2 安定計算の照査項目

照査項目	安全率	
	常時	地震時
滑動に対する照査	$Fs > 1.5$	$Fs > 1.15$
転倒に対する照査	$e < B/6$ (B; 検討方向の底板幅)	$e < B/3$ (B; 検討方向の底板幅)
注) 地耐力に対する照査	$Q < Qa$	$Q < Qa'$

注 1) 滑動の安全率はエジプト側提示の値である。

注 2) 地耐力は 12. 基礎工の設計にて行う。

(3) 荷重条件

1) 単位体積重量

検討に必要な基本材料の単位体積重量は以下のとおりである

表 11-1.3 単位体積重量

	(kN/m3)		(kN/m3)
鉄筋コンクリート (γrc)	25	飽和土 (γs)	20
無筋コンクリート (γc)	23	水中土 (γs')	10
湿潤土 (γs)	18	水 (γw)	10

2) 土圧

土圧算定には以下の土圧係数を用いる。

表 11-1.4 土圧係数

	常時	地震時	地震時 (水中)	堆砂土
壁面摩擦角	0°	0°	0°	—
主働土圧係数.	0.333	0.383	0.390	0.5
受働土圧係数.	3.000	2.784	2.858	—

内部摩擦角 : $\phi = 30^\circ$

3) ゲート重量

ゲート重量は以下のとおりである。なお、予備ゲートは概略重量とし本体ゲートの 2/3 程度とする。

表 11-1.5 ゲート重量表

堰名称	種目	規格			vents	(kN)/vent	
		幅 (m)	高さ (m)	電動機容量 (kw)			
バハルヨセフ イブラヒミア 堰	上段扉	6.00	3.15	11.0	4	66	173
	下段扉	6.00	3.40	11.0	4	107	
	戸当金物	—	—	—	4	163	389
	開閉装置	油圧シリンダ式			4	226	
小計						562	
予備ゲート		224kN/vent					

4) 管理橋重量

管理橋重量は以下のとおりである。

表 11-1.6 管理橋重量表

堰名称	荷重ケース	常時	地震時
バハルヨセフ堰 イブラヒミア堰	死荷重	(kN/vent)	1752
	死荷重+活荷重	(kN/vent)	2472
	風荷重	(kN/vent)	83
	地震時水平方向反力.	(kN)	—
			59

5) 風荷重

風重量は以下のとおりである。

$$w = 3.0 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad [\text{形状係数 平面: } 1.20 \quad \text{局面: } 0.70 \text{ }]$$

6) その他荷重 ;

$$\text{車輛 : } qv = 10.0 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad \text{歩行者 : } qp = 5.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

7) 揚圧力係数 ; $\mu = 1.0$

8) 荷重組合せ模式図

図 11-1.1～図 11-1.7 に各条件と検討ケースを組み合わせた模式図を示す。**堰は床板に伸・収縮目地を入れない全堰体がつながった一体構造を計画している。**ただし模式図では端部堰柱と中間堰柱の作用荷重を明確にするため、それぞれを取り上げて示す。

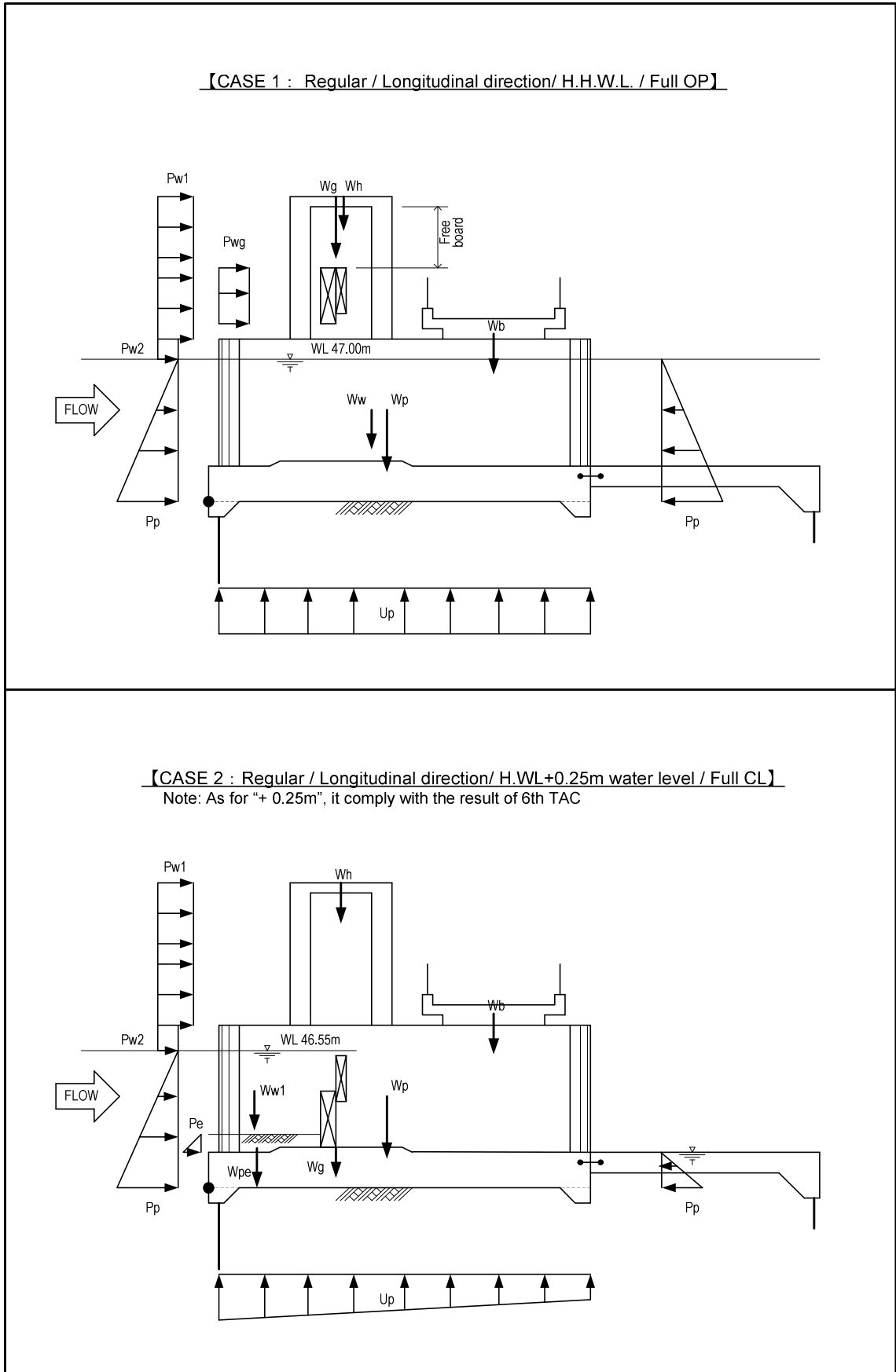


図 11-1.1 荷重作用図 (Case1, 2)

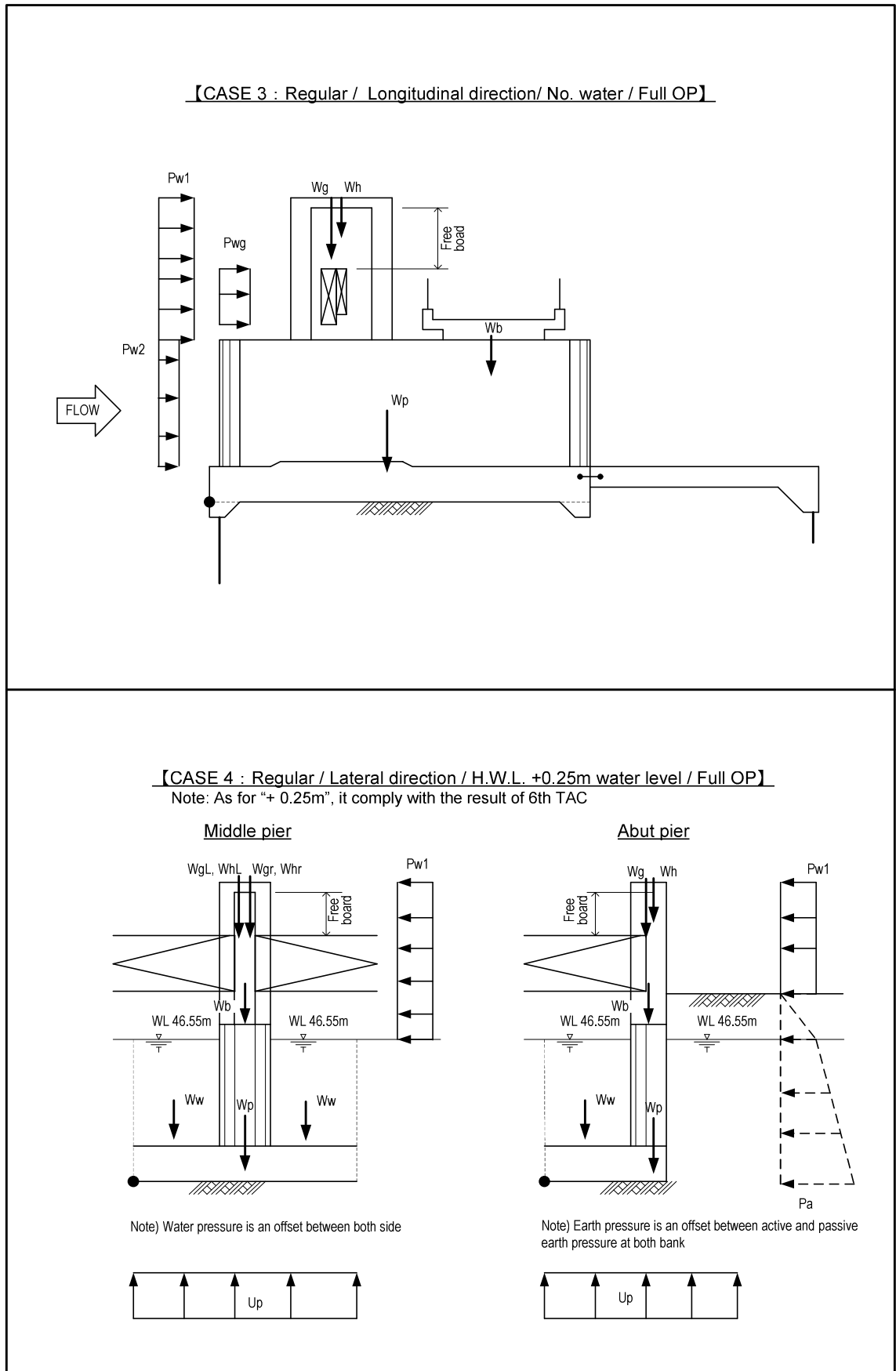


図 11-1.2 荷重作用図 (Case3, 4)

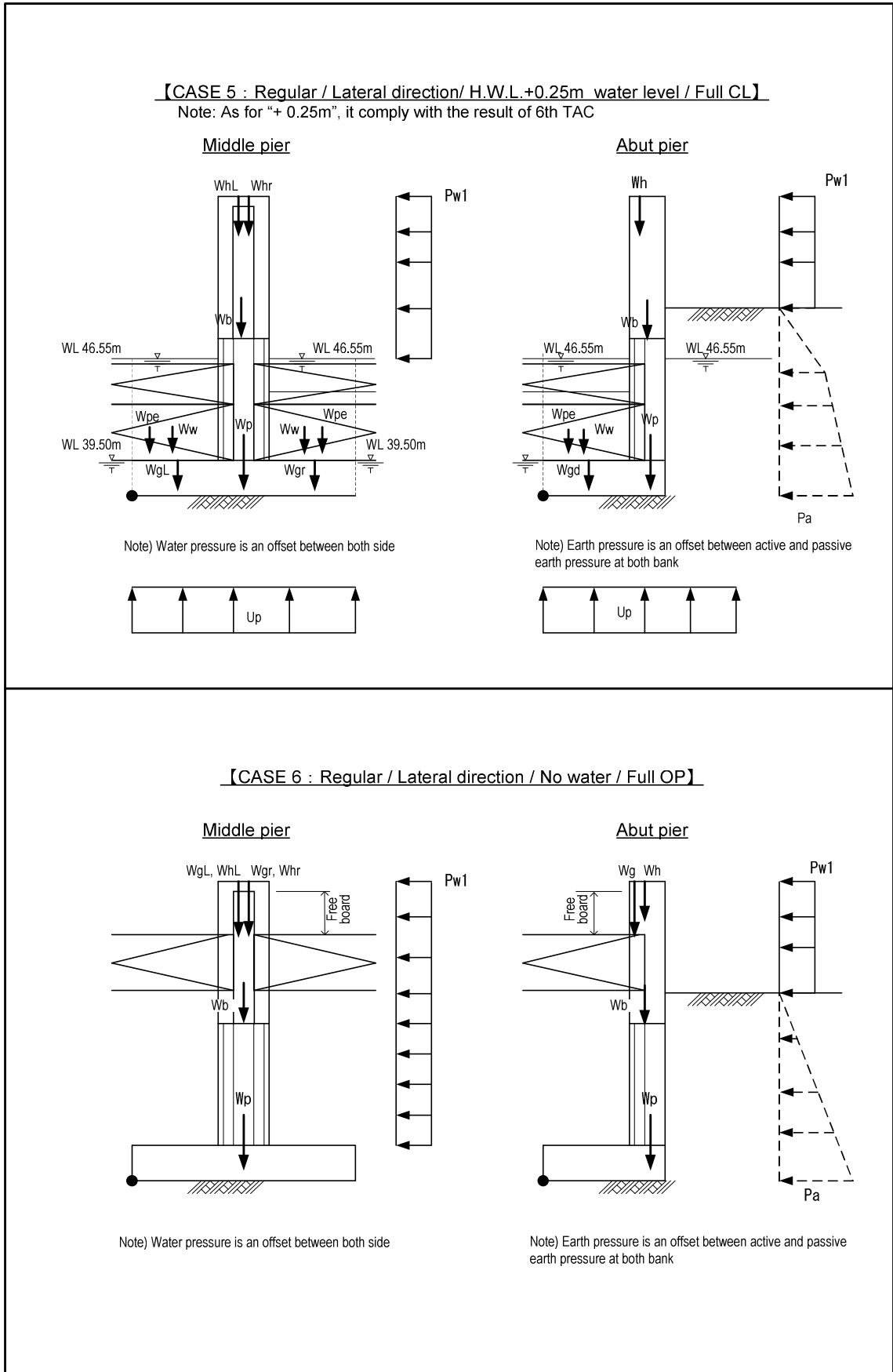


図 11-1.3 荷重作用図 (Case5, 6)

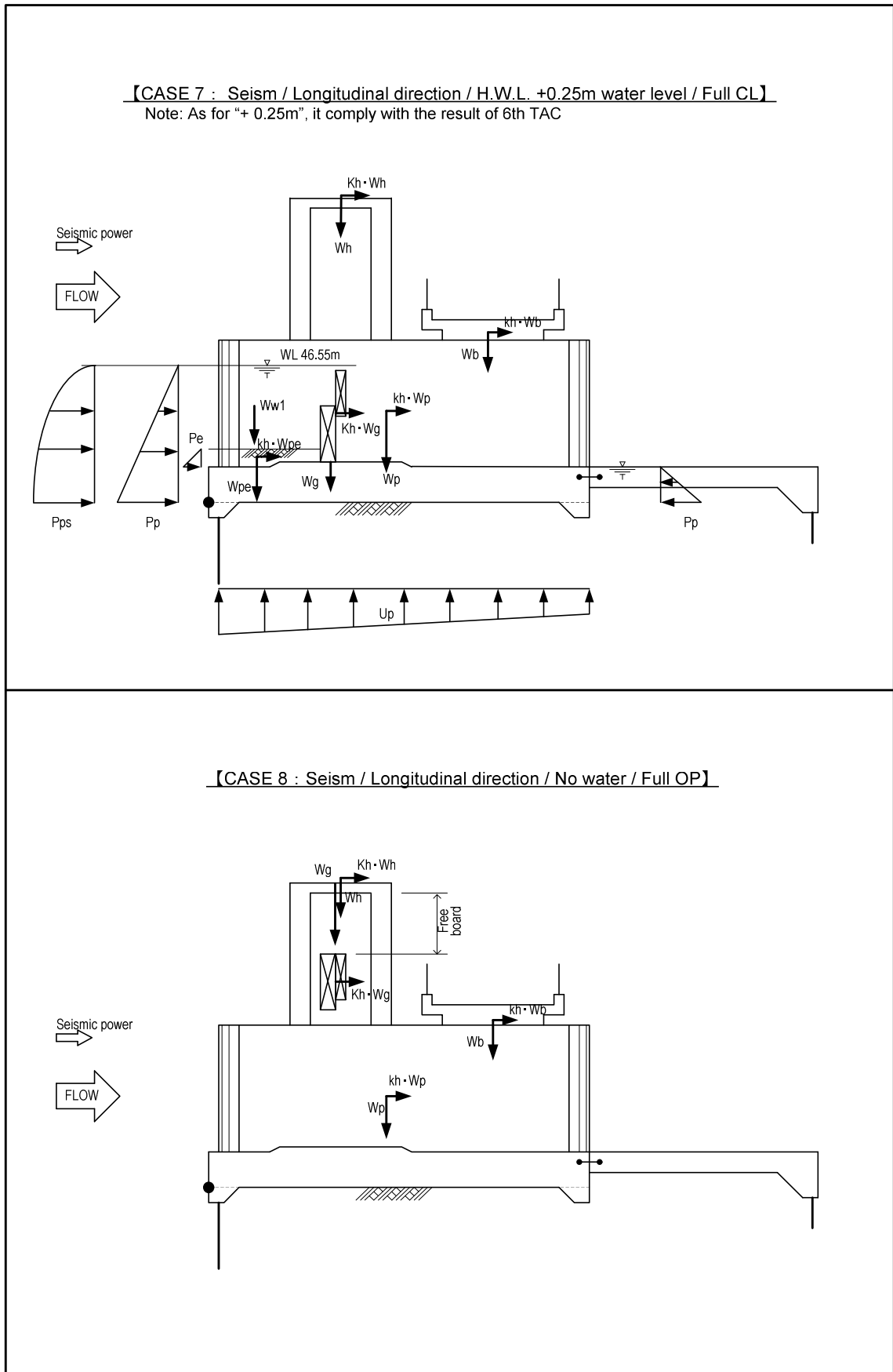


図 11-1.4 荷重作用図 (Case7, 8)

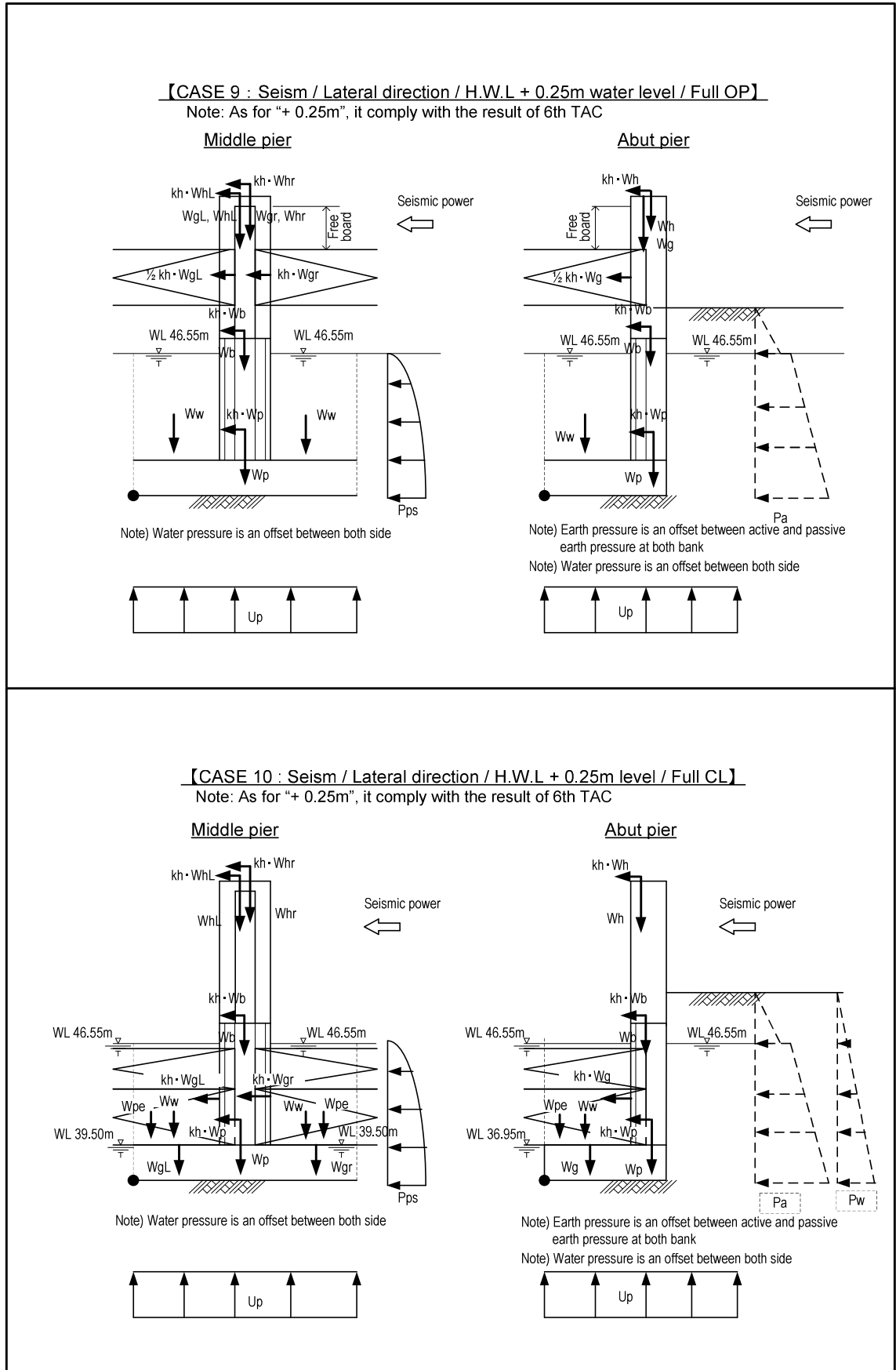


図 11-1.5 荷重作用図 (Case9, 10)

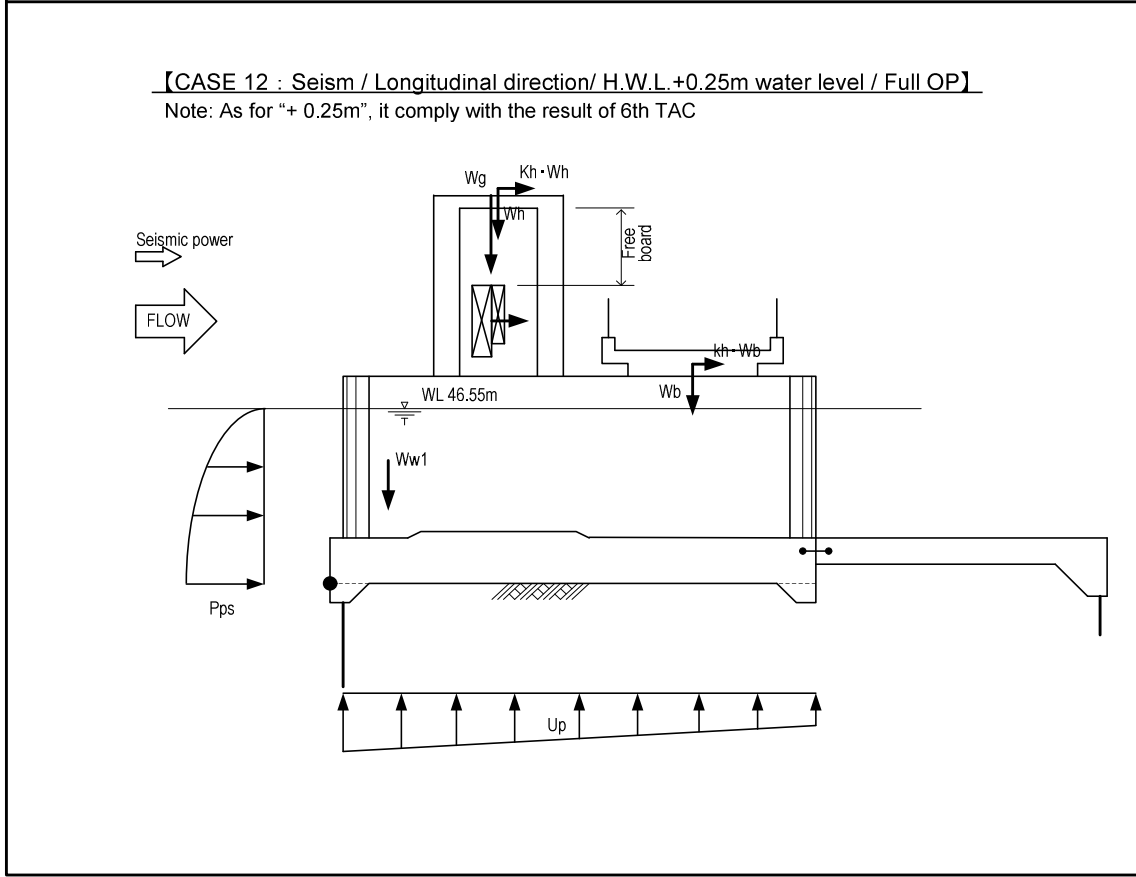
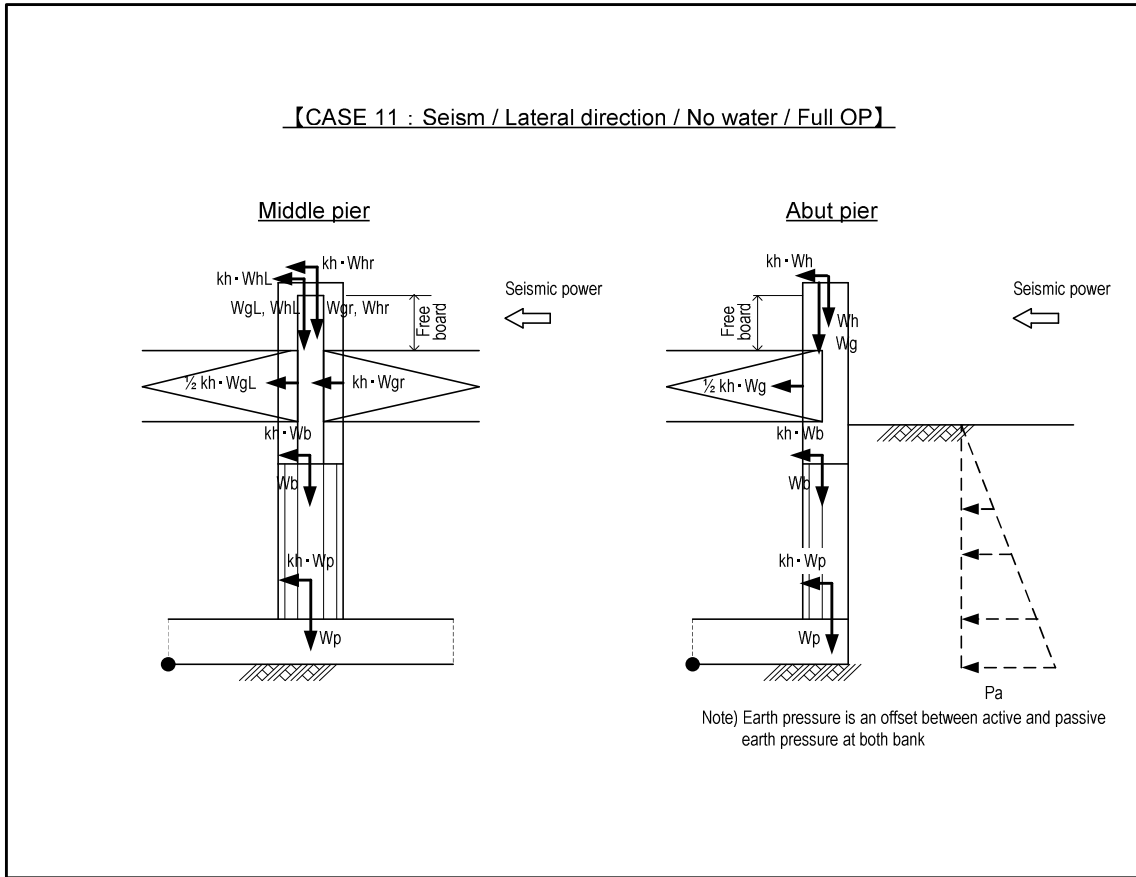


図 11-1.6 荷重作用図 (Case11, 12)

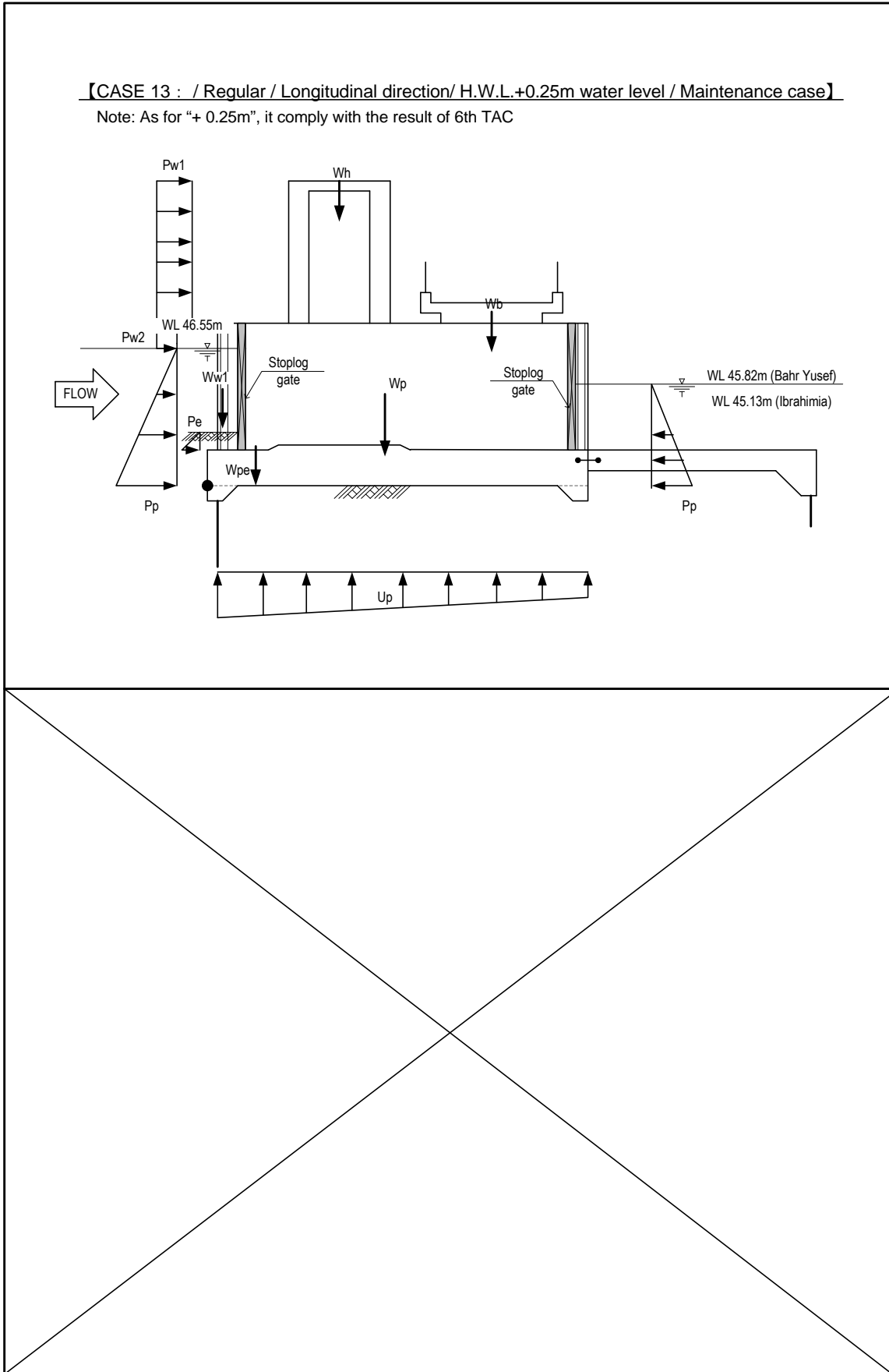


図 11-1.7 荷重作用図 (Case13)

(4) 安定計算結果

表 11-1.7 に示すように各施設は滑動と転倒に対して安全である。地耐力の検討は” 12.基礎工の検討” で行う。安定性の検討結果から傾向として鉛直荷重が卓越しており、大きな偏心力はあまり作用していないことがわかる。

なお、バハルヨセフ堰とイブラヒミ堰の構造は同一であるため結果値は共通である。

表 11-1.7 安定計算結果一覧表 (バハルヨセフ堰とイブラヒミア堰)

Summary table of result on the stability examination for Bahr Yusef and Ibrahimia Regulator

Pier	Case	Direction	Condition	Vertical force V (kN)	Resistant moment V-x (kN·m)	Horizontal force H (kN)	Torque moment H-y (kN·m)	For the sliding		For the fall down		For the ground reaction ^{Note1)}			Judge	Remarks	
								Safe ratio		Eccentricity e (m)	B/6 (Allowable)	Ground reaction Q1 (kN/m2)	Ground reaction Q2 (kN/m2)	Bearing (kN/m2)			
								Required ratio	Desing								
Bahr Yusef and Ibrahimia Regulator	1	Long.	Regular	91,358.69	1,220,699.63	883.93	9,863.23	1.50	≤	62.01	-0.48	≤	4.65	82.72	101.76	OK	
	2	Long.	Regular	88,729.08	1,141,261.14	14,388.83	42,991.19	1.50	≤	3.70	-0.60	≤	4.65	78.03	101.14	OK	
	3	Long.	Regular	134,758.39	1,829,038.99	987.46	9,781.09	1.50	≤	81.88	-0.30	≤	4.65	127.28	144.84	OK	
	4	Lateral.	Regular	90,408.54	1,604,751.58	724.42	7,830.98	1.50	≤	74.88	0.09	≤	5.92	92.67	89.89	OK	
	5	Lateral.	Regular	88,729.08	1,574,941.17	1,777.68	17,865.68	1.50	≤	29.95	0.20	≤	5.92	92.61	86.56	OK	
	6	Lateral.	Regular	134,758.39	2,391,961.42	2,506.86	16,645.55	1.50	≤	32.25	0.12	≤	5.92	138.82	133.30	OK	
	7	Long.	Seism	85,846.08	1,093,259.19	25,761.42	91,358.30	1.15	≤	2.00	-0.15	≤	9.30	83.88	89.47	OK	
	8	Long.	Seism	131,875.39	1,788,821.14	10,550.03	50,299.11	1.15	≤	7.50	0.00	≤	9.30	133.15	133.15	OK	
	9	Lateral.	Seism	87,525.54	1,553,578.33	14,202.59	68,505.54	1.15	≤	3.70	0.78	≤	11.83	100.02	76.72	OK	
	10	Lateral.	Seism	85,846.08	1,523,767.92	11,091.17	52,615.99	1.15	≤	4.64	0.61	≤	11.83	95.61	77.74	OK	
	11	Lateral.	Seism	131,875.39	2,340,788.17	10,550.03	50,299.11	1.15	≤	7.50	0.38	≤	11.83	141.70	124.60	OK	
	12	Long.	Seism	89,965.54	1,194,735.08	10,909.75	54,140.20	1.15	≤	4.95	-0.07	≤	9.30	89.47	92.20	OK	
	13	Long.	Regular	80,093.13	1,187,305.92	2,811.86	9,431.98	1.50	≤	17.09	0.99	≤	4.65	98.08	63.65	OK	Bahr Yusef
13	Long.	Regular	80,819.68	1,181,724.85	4,765.33	17,219.80	1.50	≤	10.18	0.88	≤	4.65	97.04	66.16	OK	Ibrahimia	

Note 1) Ground reaction for the bearing capacity should be consideration in Chapter 12

11-2 小規模 3 堰群の安定性の検討

(1) 検討ケース

堰の安定構造計算は、常時・地震時、ゲートの開閉時及び上下流水位の状態を組み合わせ確認する。小規模 3 堰群はバドラマン堰 (バドラマン水路: Bad. CL とダイルーティア水路: Dai. CL)、アボギャバル堰 (アボギャバル水路とイラドデルガウイ水路: Abo. Irad CL)、サヘリア堰 (サヘリア水路: Sahe. CL) である。

表 11-2.1 小模堰群の安定計算条件

Case	Condition	Direction	Water Level			Gate situation	Additional condition
Case1	Normal (常時)	Long. (流心)	U.S.	WL47.00m	HWL	Open gate	-
			D.S.	WL47.00m	HWL		
Case2	Normal (常時)	Long. (流心)	U.S.	WL46.55m	Max.WL	Close gate	sedimentation (0.3m depth)
			D.S.	Bad.CL :WL43.40m Dai.CL :WL43.70m Abo.Irad CL. :WL44.15m Sahe.CL :WL44.65m	Low		
Case3	Normal (常時)	Long. (流心)	U.S.	-	No WL	Open gate	-
			D.S.	-	No WL		
Case4	Normal (常時)	Lateral. (堰軸)	U.S.	WL46.55m	Max.WL	Open gate	-
			D.S.	WL46.55m	Max.WL		
Case5	Normal (常時)	Lateral. (堰軸)	U.S.	WL46.55m	Max.WL	Close gate	sedimentation (0.3m depth)
			D.S.	Bad.CL :WL43.40m Dai.CL :WL43.70m Abo.Irad CL. :WL44.15m Sahe.CL :WL44.65m	Low		
Case6	Normal (常時)	Lateral. (堰軸)	U.S.	-	No WL	Open gate	-
			D.S.	-	No WL		
Case7	Seism (地震時)	Long. (流心)	U.S.	WL46.55m	Max.WL	Close gate	sedimentation (0.3m depth)
			D.S.	Bad.CL :WL43.40m Dai.CL :WL43.70m Abo.Irad CL. :WL44.15m Sahe.CL :WL44.65m	Low		
Case8	Seism (地震時)	Long. (流心)	U.S.	-	No WL	Open gate	-
			D.S.	-	No WL		
Case9	Seism (地震時)	Lateral. (堰軸)	U.S.	WL46.55m	Max.WL	Open gate	-
			D.S.	WL46.55m	Max.WL		
Case10	Seism (地震時)	Lateral. (堰軸)	U.S.	WL46.55m	Max.WL	Close gate	sedimentation (0.3m depth)
			D.S.	Bad.CL :WL43.40m Dai.CL :WL43.70m Abo.Irad CL. :WL44.15m Sahe.CL :WL44.65m	Low		
Case11	Seism (地震時)	Lateral. (堰軸)	U.S.	-	No WL	Open gate	-
			D.S.	-	No WL		
Case12	Seism (地震時)	Long. (流心)	U.S.	WL46.55m	Max.WL	Open gate	-
			D.S.	WL46.55m	Max.WL		
Case13	Normal (Maintenance)	Long. (流心)	U.S.	WL46.55m	Max.WL	Maintenance gate	-
			D.S.	Bad.CL :WL45.90m Dai.CL :WL45.90m Abo.Irad CL. :WL45.90m Sahe.CL :WL45.90m	Low		

※上流側の最大操作水位は安全側の考慮からゲート天端高とする(WL46.30 + 0.25m = EL46.55)。

※全閉状態の下流側水位はエプロン高と同じとする(各堰の構造に準ず)。

※バドラマン水路: Bad.CL、ダイルーティア水路: Dai.CL、アボギャバル水路とイラドデルガウイ水路: Abo.Irad CL、サヘリア水路: Sahe.CLとする。

(2) 安定計算の照査項目

表 11-2.2 安定計算の照査項目

照査項目	安全率	
	常時	地震時
滑動に対する照査	$F_s > 1.5$	$F_s > 1.15$
転倒に対する照査	$e < B/6$ (B; 検討方向の底板幅)	$e < B/3$ (B; 検討方向の底板幅)
注) 地耐力に対する照査	$Q < Q_a$	$Q < Q_a'$

注 1) 滑動の安全率はエジプト側提示の値である。

注 2) 地耐力は 12. 基礎工の検討にて行う。

(3) 荷重条件

1) 単位体積重量

検討に必要な基本材料の単位体積重量は、11-1. (3) 1)と同様である。

2) 土圧

土圧係数は、11-1. (3) 2)と同様である。

3) ゲート重量

ゲート重量は以下のとおりである。なお、予備ゲートは概略重量とし本体ゲートの 2/3 程度とする。

表 11-2.3 ゲート重量表

堰名称	種目	規格			幅 (m)	(kN)/vent
		幅 (m)	高さ (m)	種目		
バドラマン堰	扉体	2.00	2.65	0.65	2	9
	戸当金物	—	—	—	2	7
	開閉装置	電動ラック式			2	17
	total					33
予備ゲート	9kN/vent					
ダイルーティア堰	扉体	2.00	2.35	0.65	3	8
	戸当金物	—	—	—	3	7
	開閉装置	電動ラック式			3	17
	total					32
予備ゲート	8kN/vent					
アボギャバル堰	扉体	2.00	2.40	0.65	4	10
	戸当金物	—	—	—	4	8
	開閉装置	電動ラック式			4	21
	total					39
予備ゲート	10kN/vent					
サヘリア堰	扉体	2.00	1.90	0.40	2	12
	戸当金物	—	—	—	2	9
	開閉装置	電動ラック式 y			2	26
	total					47
予備ゲート	9kN/vent					

4) 管理橋重量

管理橋重量は以下のとおりである。なお、アボギャバル堰とサヘリア堰の管理橋は堰柱と一体化したコンクリート床板の形であるため堰本体の重量に含める。

表 11-2.4 管理橋重量表

堰名	荷重ケース		常時	地震時
バドラマン堰	死荷重	(kN/vent)	509	509
	死荷重+活荷重	(kN/vent)	1257	—
	風荷重	(kN/vent)	18	—
	地震時水平方向反力.	(kN)	—	40
ダイルーティア堰	死荷重	(kN/vent)	509	509
	死荷重+活荷重	(kN/vent)	1057	—
	風荷重	(kN/vent)	18	—
	地震時水平方向反力.	(kN)	—	40

5) 風荷重 ; 風重量は以下のとおりである。

$$w = 3.0 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad [\text{形状係数 平面: } 1.20 \quad \text{局面: } 0.70 \text{]}$$

6) その他荷重 ;

$$\text{車輛 : } q_v = 10.0 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad \text{歩行者 : } q_p = 5.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

7) 揚圧力係数 ; $\mu = 1.0$

8) 荷重組合せ模式図

各条件と検討ケースを組み合わせた模式図は図 11-1.1～図 11-1.7 と同様である。なお、小規模堰群は大規模堰群と同様に、堰は床板に伸・収縮目地を入れない全堰体がつながった一体構造を計画している。

(4) 安定計算結果

表 11-2.5～11-2.7 に示すように各施設は滑動と転倒に対して安全である。地耐力の検討は”12.基礎工の設計”で行う。安定性の検討結果から傾向として鉛直荷重が卓越しており、大きな偏心力はあまり作用していないことがわかる。

表 11-2.5 安定計算結果一覧表 (バドラマン堰 : バドラマン水路側とダイルーティア水路側)

Summary table of result on the stability examination for Badraman Regulator in Badraman canal

Pier	Case	Direction	Condition	Vertical force V (kN)	Resistant moment V · x (kN · m)	Horizontal force H (kN)	Torque moment H · y (kN · m)	For the sliding		For the fall down		For the ground reaction			Judge	Remarks
								Safe ratio		Eccentricity e (m)	B/6 (Allowable)	Ground reaction Q1 (kN/m ²)	Ground reaction Q2 (kN/m ²)	Bearing (kN/m ²)		
								Required ratio	Desing							
Badraman Regulator in Badraman canal	1	Long.	Regular	13,430.09	178,984.42	104.09	717.19	1.50	77.41	-0.72	4.70	57.61	78.46	OK		
	2	Long.	Regular	14,503.18	198,871.00	756.63	1,496.07	1.50	11.50	-0.28	4.70	69.09	77.85	OK		
	3	Long.	Regular	19,551.97	267,435.44	112.37	682.94	1.50	104.40	-0.39	4.70	90.83	107.27	OK		
	4	Lateral.	Regular	13,758.58	48,155.04	328.56	1,787.37	1.50	25.13	0.13	1.17	77.47	61.93	OK		
	5	Lateral.	Regular	14,503.18	50,761.13	858.16	4,505.34	1.50	10.14	0.31	1.17	92.99	53.95	OK		
	6	Lateral.	Regular	19,551.97	68,431.90	421.82	1,615.57	1.50	27.81	0.08	1.17	105.84	92.26	OK		
	7	Long.	Seism	13,006.18	178,736.35	2,198.20	4,747.79	1.15	3.55	0.01	9.40	66.03	65.75	OK		
	8	Long.	Seism	18,054.97	246,327.74	1,444.40	3,637.76	1.15	7.50	-0.26	9.40	86.40	96.52	OK		
	9	Lateral.	Seism	12,261.58	42,915.54	2,025.88	5,283.23	1.15	3.63	0.43	2.33	85.01	39.22	OK		
	10	Lateral.	Seism	13,006.18	45,521.63	1,490.28	3,760.28	1.15	5.24	0.29	2.33	82.27	49.51	OK		
	11	Lateral.	Seism	18,054.97	63,192.40	1,444.40	3,637.76	1.15	7.50	0.20	2.33	107.14	75.78	OK		
	12	Long.	Seism	12,319.58	164,463.54	1,471.21	3,721.86	1.15	5.02	-0.45	9.40	56.43	68.38	OK		
	13	Long.	Regular	12,656.70	185,830.14	550.38	1,193.45	1.50	13.80	0.68	4.70	73.39	54.84	OK		

Note 1) Ground reaction for the bearing capacity should be consideration in Chapter 12

Summary table of result on the stability examination for Badraman Regulator in Diroutiah canal

Pier	Case	Direction	Condition	Vertical force V (kN)	Resistant moment V · x (kN · m)	Horizontal force H (kN)	Torque moment H · y (kN · m)	For the sliding		For the fall down		For the ground reaction			Judge	Remarks
								Safe ratio		Eccentricity e (m)	B/6 (Allowable)	Ground reaction Q1 (kN/m ²)	Ground reaction Q2 (kN/m ²)	Bearing (kN/m ²)		
								Required ratio	Desing							
Badraman Regulator in Diroutiah canal	1	Long.	Regular	17,457.71	226,559.63	143.26	947.66	1.50	73.12	-0.82	4.62	51.83	74.22	OK		
	2	Long.	Regular	18,666.57	249,465.22	944.36	1,737.70	1.50	11.86	-0.39	4.62	61.70	73.08	OK		
	3	Long.	Regular	25,481.45	339,837.04	152.98	901.14	1.50	99.94	-0.48	4.62	82.43	101.56	OK		
	4	Lateral.	Regular	17,904.87	89,524.35	428.96	2,204.85	1.50	25.04	0.12	1.67	69.29	59.98	OK		
	5	Lateral.	Regular	18,666.57	93,332.85	897.86	4,471.34	1.50	12.47	0.24	1.67	77.09	57.68	OK		
	6	Lateral.	Regular	25,481.45	127,407.25	763.28	2,785.97	1.50	20.03	0.11	1.67	98.06	85.92	OK		
	7	Long.	Seism	17,021.07	227,333.25	2,835.85	5,811.79	1.15	3.60	-0.15	9.23	59.45	63.44	OK		
	8	Long.	Seism	23,835.95	317,046.87	1,906.87	4,620.87	1.15	7.50	-0.35	9.23	79.53	92.57	OK		
	9	Lateral.	Seism	16,259.37	81,296.85	2,799.11	7,039.36	1.15	3.49	0.43	3.33	73.84	43.55	OK		
	10	Lateral.	Seism	17,021.07	85,105.35	1,958.83	4,752.73	1.15	5.21	0.28	3.33	71.77	51.12	OK		
	11	Lateral.	Seism	23,835.95	119,179.75	1,906.87	4,620.87	1.15	7.50	0.19	3.33	95.86	76.24	OK		
	12	Long.	Seism	16,322.37	211,761.19	1,933.29	4,704.88	1.15	5.07	-0.59	9.23	51.39	66.46	OK		
	13	Long.	Regular	17,020.59	235,905.48	601.16	1,265.34	1.50	16.99	0.08	4.62	62.51	60.38	OK		

Note 1) Ground reaction for the bearing capacity should be consideration in Chapter 12

表 11-2.6 安定計算結果一覧表（アボギャバル堰）

Summary table of result on the stability examination for Abo Gabal Regulator

Pier	Case	Direction	Condition	Vertical force V (kN)	Resistant moment V·x (kN·m)	Horizontal force H (kN)	Torque moment H·y (kN·m)	For the sliding		For the fall down		For the ground reaction			Judge	Remarks
								Safe ratio		Eccentricity e (m)	B/6 (Allowable)	Ground reaction Q1 (kN/m ²)	Ground reaction Q2 (kN/m ²)	Bearing (kN/m ²)		
								Required ratio	Desing							
Abo Gabal Regulator	1	Long.	Regular	14,280.64	118,050.05	222.51	1,726.95	1.50	≤ 38.51	0.29	≤ 2.70	75.09	60.53		OK	
	2	Long.	Regular	16,190.06	131,176.82	1,861.31	3,835.16	1.50	≤ 5.22	0.24	≤ 2.70	83.71	70.04		OK	
	3	Long.	Regular	20,949.17	171,879.71	245.56	1,692.48	1.50	≤ 51.19	0.19	≤ 2.70	106.47	92.47		OK	
	4	Lateral	Regular	14,531.51	94,454.82	403.70	2,652.31	1.50	≤ 21.60	0.18	≤ 2.17	74.73	63.27		OK	
	5	Lateral	Regular	16,190.06	105,235.40	714.26	4,449.84	1.50	≤ 13.60	0.27	≤ 2.17	86.46	67.30		OK	
	6	Lateral	Regular	20,949.17	136,169.61	914.61	4,015.14	1.50	≤ 13.74	0.19	≤ 2.17	108.20	90.75		OK	
	7	Long.	Seism	16,154.06	130,782.62	3,541.61	7,509.83	1.15	≤ 2.74	0.46	≤ 5.40	89.77	63.64		OK	
	8	Long.	Seism	20,913.17	171,588.11	1,673.05	4,606.68	1.15	≤ 7.50	0.33	≤ 5.40	111.44	87.17		OK	
	9	Lateral	Seism	14,495.51	94,220.82	2,273.50	6,474.08	1.15	≤ 3.83	0.45	≤ 4.33	83.12	54.53		OK	
	10	Lateral	Seism	16,154.06	105,001.40	1,815.29	5,032.07	1.15	≤ 5.34	0.31	≤ 4.33	87.68	65.73		OK	
	11	Lateral	Seism	20,913.17	135,935.61	1,673.05	4,606.68	1.15	≤ 7.50	0.22	≤ 4.33	109.39	89.22		OK	
	12	Long.	Seism	14,635.51	120,995.69	1,717.28	4,796.56	1.15	≤ 5.11	0.50	≤ 5.40	82.36	56.63		OK	
	13	Long.	Regular	14,043.24	121,596.92	967.19	2,203.10	1.50	≤ 8.71	0.72	≤ 2.70	84.46	48.90		OK	

Note 1) Ground reaction for the bearing capacity should be consideration in Chapter 12

表 11-2.7 安定計算結果一覧表（サヘリア堰）

Summary table of result on the stability examination for Sahelyia Regulator

Pier	Case	Direction	Condition	Vertical force V (kN)	Resistant moment V·x (kN·m)	Horizontal force H (kN)	Torque moment H·y (kN·m)	For the sliding		For the fall down		For the ground reaction			Judge	Remarks
								Safe ratio		Eccentricity e (m)	B/6 (Allowable)	Ground reaction Q1 (kN/m ²)	Ground reaction Q2 (kN/m ²)	Bearing (kN/m ²)		
								Required ratio	Desing							
Sahelyia Regulator	1	Long.	Regular	9,296.64	72,509.84	129.69	1,193.07	1.50	≤ 43.01	0.33	≤ 2.53	98.76	75.99		OK	
	2	Long.	Regular	10,778.76	82,364.34	1,517.09	3,776.88	1.50	≤ 4.26	0.39	≤ 2.53	116.90	85.71		OK	
	3	Long.	Regular	13,479.82	103,926.34	149.64	1,190.92	1.50	≤ 54.05	0.20	≤ 2.53	136.69	116.69		OK	
	4	Lateral	Regular	9,411.63	32,940.71	243.00	1,941.57	1.50	≤ 23.24	0.21	≤ 1.17	104.38	72.53		OK	
	5	Lateral	Regular	10,778.76	37,725.67	615.62	4,543.28	1.50	≤ 10.51	0.42	≤ 1.17	137.77	64.83		OK	
	6	Lateral	Regular	13,479.82	47,179.37	362.13	1,897.56	1.50	≤ 22.33	0.14	≤ 1.17	141.89	111.49		OK	
	7	Long.	Seism	10,763.76	82,207.59	2,639.74	6,633.25	1.15	≤ 2.45	0.65	≤ 5.07	127.12	75.21		OK	
	8	Long.	Seism	13,464.82	103,812.34	1,077.19	3,360.93	1.15	≤ 7.50	0.36	≤ 5.07	144.53	108.57		OK	
	9	Lateral	Seism	9,396.63	32,888.21	1,529.00	4,980.70	1.15	≤ 3.69	0.53	≤ 2.33	128.43	48.19		OK	
	10	Lateral	Seism	10,763.76	37,673.17	1,204.34	3,804.37	1.15	≤ 5.36	0.35	≤ 2.33	131.51	70.81		OK	
	11	Lateral	Seism	13,464.82	47,126.87	1,077.19	3,360.93	1.15	≤ 7.50	0.25	≤ 2.33	153.67	99.43		OK	
	12	Long.	Seism	9,498.63	74,072.27	1,127.58	3,572.45	1.15	≤ 5.05	0.57	≤ 5.07	109.36	69.19		OK	
	13	Long.	Regular	8,513.80	73,537.34	389.29	1,397.34	1.50	≤ 13.12	1.20	≤ 2.53	117.92	42.11		OK	

Note 1) Ground reaction for the bearing capacity should be consideration in Chapter 12

11-3 堰群の構造計算

各堰の構造計算は3次元フレーム解析を行う。検討に必要な条件および検討ケースを以下に示す。

(1) 必要安全率と許容応力度

a) コンクリート

エジプト国のコンクリート圧縮強度試験の標準は立法形状(150mm x 150mm x 150mm)であるため、これを標準として設計圧縮強度を定める。なお Egyptian code では無筋コンクリート強度は 15N/mm² 以上であることが示されている。Egyptian code に示される 28 日強度は以下のとおりである。

$$\begin{aligned} \text{無筋コンクリート} & \quad F_{c\text{cube}} = 20 \text{ N/mm}^2 \quad (F_{c\text{cyl}} = 17 \text{ N/mm}^2) \\ \text{鉄筋コンクリート} & \quad F_{c\text{cube}} = 25 \text{ N/mm}^2 \quad (F_{c\text{cyl}} = 21 \text{ N/mm}^2) \quad \text{clause (2.3.2.1)} \end{aligned}$$

注) cube: 立法形状の場合, cyl: 円筒形状の場合

表 11-3.1 コンクリートの許容圧縮応力度 (Egyptian Code)

項目		コンクリートの 28 日強度			備考
鉄筋コンクリート	1) 28 日強度 : σ_{ck} (N/mm ²)	20(cube) 17(cyl.)	25(cube) 21(cyl.)	30(cube) 25(cyl.)	Egyptian code 表 (5-1) page 5-2 All stresses of the f_c cube
	2) 曲げモーメントに対するコンクリート圧縮強度 : σ_{ca} (N/mm ²)	8	9.5	10.5	
無筋コンクリート	1) 28 日強度: σ_{ck} (N/mm ²)	15(cube) 12.5(cyl.)	20(cube) 17(cyl.)	Minimum 15 (page 2-4) =0.3 $f_{cu}(\sigma_{ck})$	
	2) コンクリート圧縮強度 : σ_{ca} (N/mm ²)	4.5	6		

(Note) ハイライトは設計に適用されるべき区分を示す。

b) コンクリートとのせん断許容応力度

表 11-3.2 コンクリートのせん断許容応力度 (Egyptian Code)

項目		コンクリートの 28 日強度			備考
28 日強度 : σ_{ck} (N/mm ²)		20(cube) 17(cyl.)	25(cube) 21(cyl.)	30(cube) 25(cyl.)	Egyptian code 表 (5-1)
せん断	1) コンクリートのみで負担(slabs, foundation) q_c (N/mm ²)	0.8	0.9	0.9	
	- コンクリートのみで負担(other members) q_c (N/mm ²)	0.6	0.7	0.7	
	2) b コンクリートとせん断補強金で負担: q_2 (N/mm ²)	1.7	1.9	2.1	

注) せん断補強鉄筋が必要な場合は、" $q_s = q_{actual} - 0.5 q_c$ " から求まる応力を負担させる。

c) コンクリート強度に応じた適用条件と構造物

表 11-3.3 現場打ちコンクリートの適用区分

28 日強度とコンクリート区分	適用条件と構造物	備考
無筋コンクリート $\sigma_{ck}=20$ N/mm ² (cube) 【 $\sigma_{ck}=17$ N/mm ² (cyl.)】	<ul style="list-style-type: none"> 均しコンクリート 無筋コンクリート基礎等. 曲げモーメントが作用しない構造物等. 	Egyptian code
鉄筋コンクリート $\sigma_{ck}=25$ N/mm ² (cube) 【 $\sigma_{ck}=21$ N/mm ² (cyl.)】	<ul style="list-style-type: none"> 堰の主要部材、水路構造物、フレーム、導水管、サイホン等 曲げモーメントが作用する構造物等 	
鉄筋コンクリート $\sigma_{ck}=30$ N/mm ² (cube) 【 $\sigma_{ck}=25$ N/mm ² (cyl.)】	<ul style="list-style-type: none"> 重要構造物や部材 	

d) 鋼矢板

適用される鋼矢板の許容応力は、採用および市場調達される矢板によって異なる。ここではエジプトの鋼矢板の一般的な許容値として以下に示す。

表 11-3.4 鋼矢板の許容応力度

区分		許容応力度 (N/mm ²)			Japanese standard
		曲げ応力	曲げ応力	せん断応力	
鋼矢板	SS 400	140	140	80	
	SY 295	180	180	100	
区分		許容応力度 (N/mm ²)			Egyptian code 表(5-1)concrete 2-6-3-1 steel code
		曲げ応力 =0.58f _y	曲げ応力=0.58f _y	せん断応力= 0.35 f _y	
St (yield/ultimatum)	240/350	140	140	84	
	280/450	160	160	98	
	360/520	200	200	126	

e) 鉄筋

表 11-3.5 鉄筋の許容応力度

項目	鉄筋の区分と許容応力度 (N/mm ²)				Remarks
	Steel 240/350		Steel 360/520		
1) 降伏応力度/終局応力度					Egyptian code
2) 条件	Normal	Seismic	Normal	Seismic	
a) 一般条件	140	161	200	230	

note) エジプト国では一般的に鉄筋の許容応力度は 200 N/mm² を使用する。地震時はこれの 1.15 倍として、
200×1.15= 230 N/mm² となる。

note) 市場で一般的に調達できる鉄筋は D10, D12, D14, D16, D18, D20, D22, D25, D28, D32, D50 である。

(2) 検討ケース

検討ケースは Chapter 11-1 と 11-2 に示す、安定計算の検討ケースと同様とする。各ケースの基本的な荷重条件は、安定計算条件と同様とするが、検討に用いる実際の各荷重は図 11-3.1~11-3.29 に示すとおりとする。なお、バハルヨセフ堰とイブラヒミア堰は Chapter 12 で検討される基礎の検討結果から杭基礎構造とするので、杭反力を基礎床板にさせて検討を行う。また、バドラマン堰はバドラマン水路側とダイルーティア水路側がほぼ同様の構造型式でダイルーティア水路側の堰の方がゲート門数が多いため、ダイルーティア水路側を構造検討対象とする。

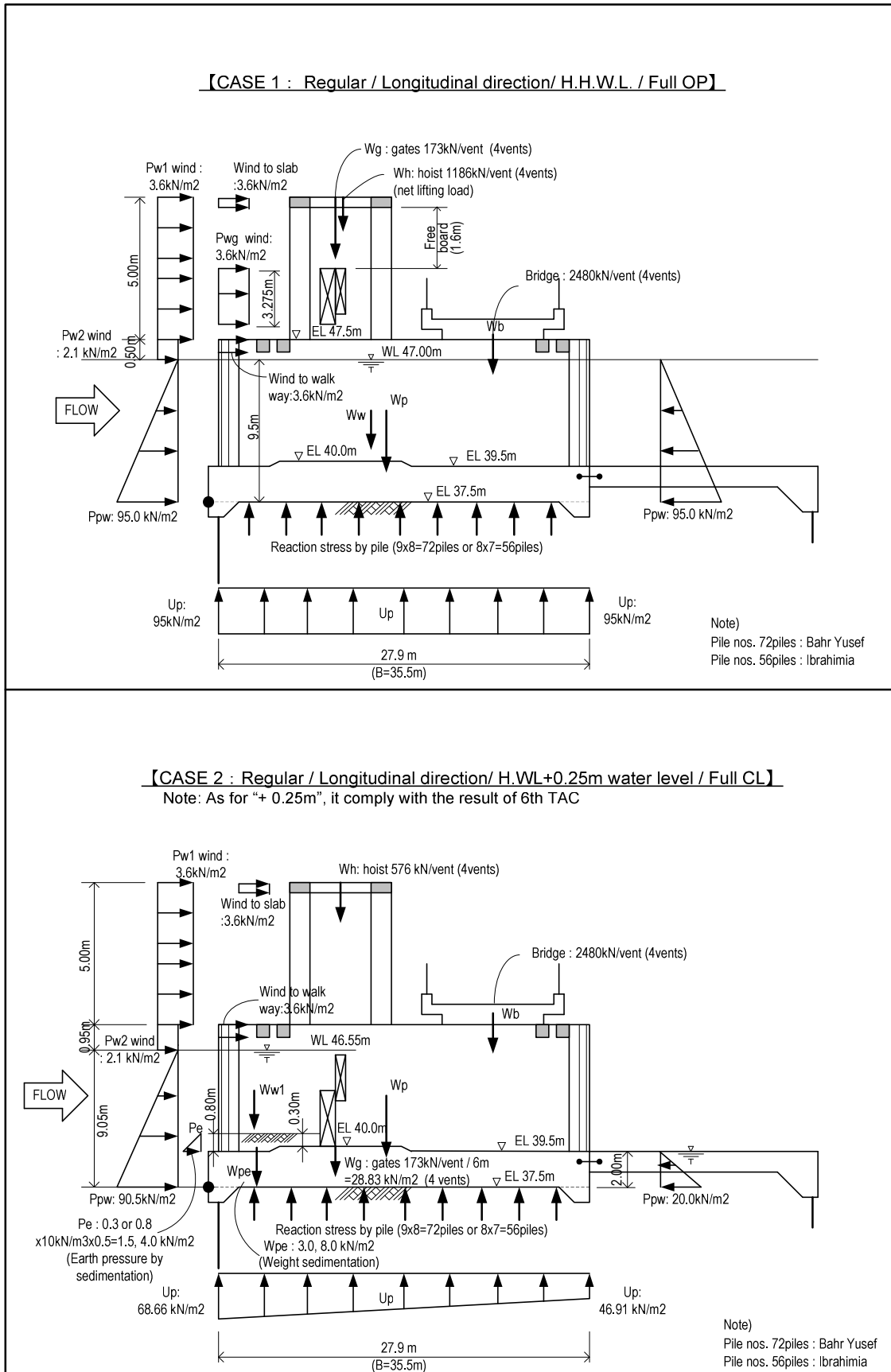


図 11-3.1 バハルヨセフ堰とイブラヒミア堰の荷重図 (CASE1, 2)

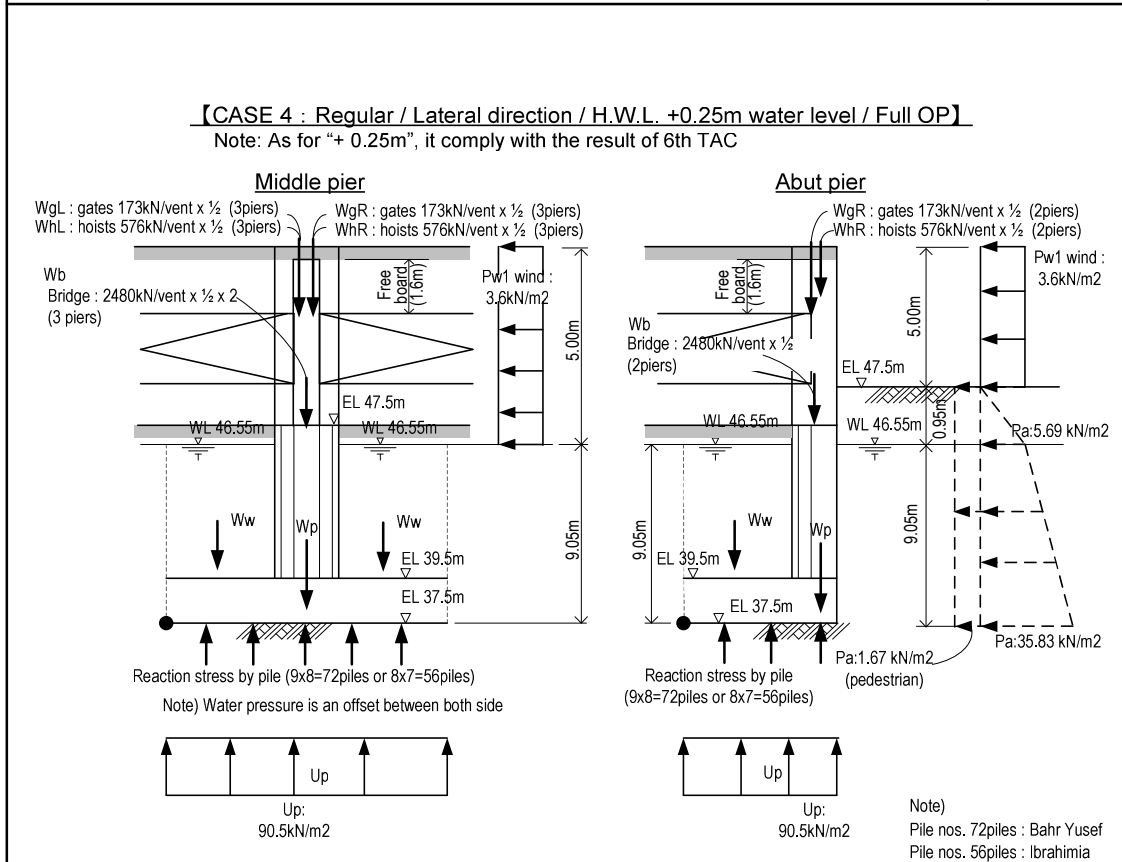
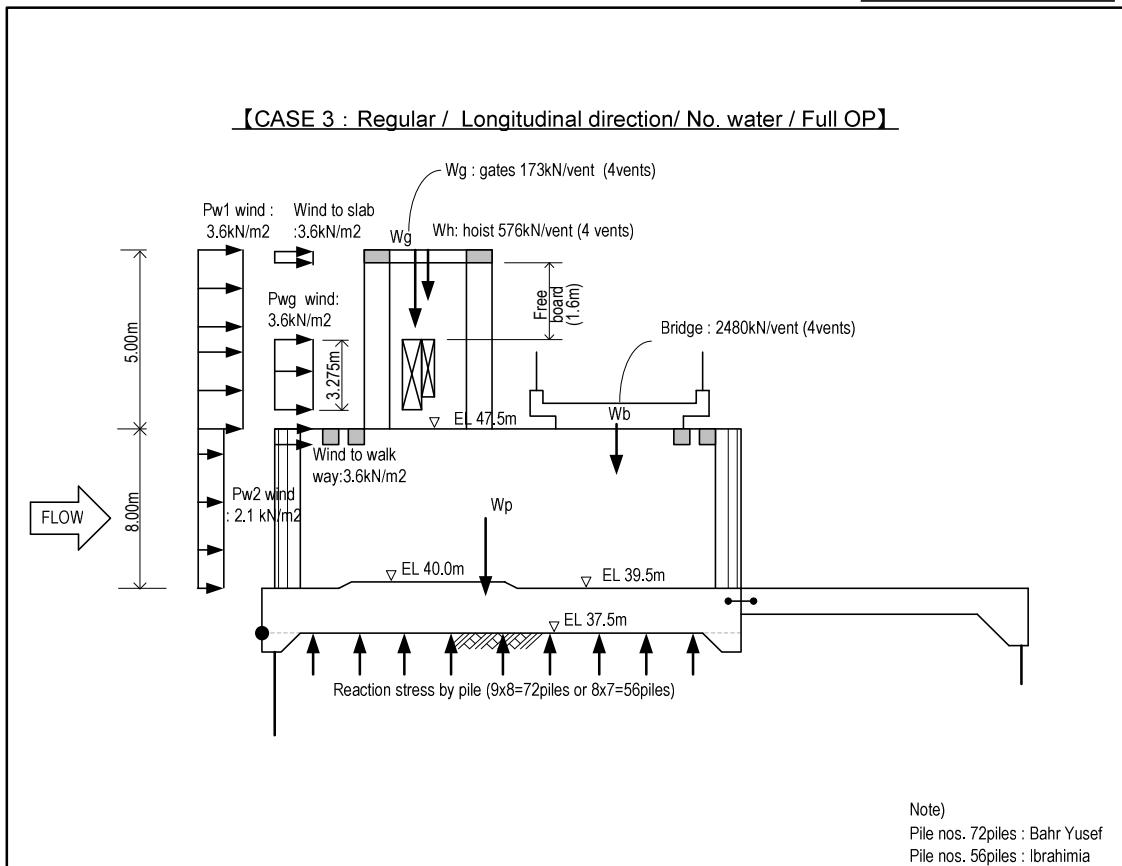


図 11-3.2 バハルヨセフ堰とイブラヒミア堰の荷重図 (CASE3, 4)

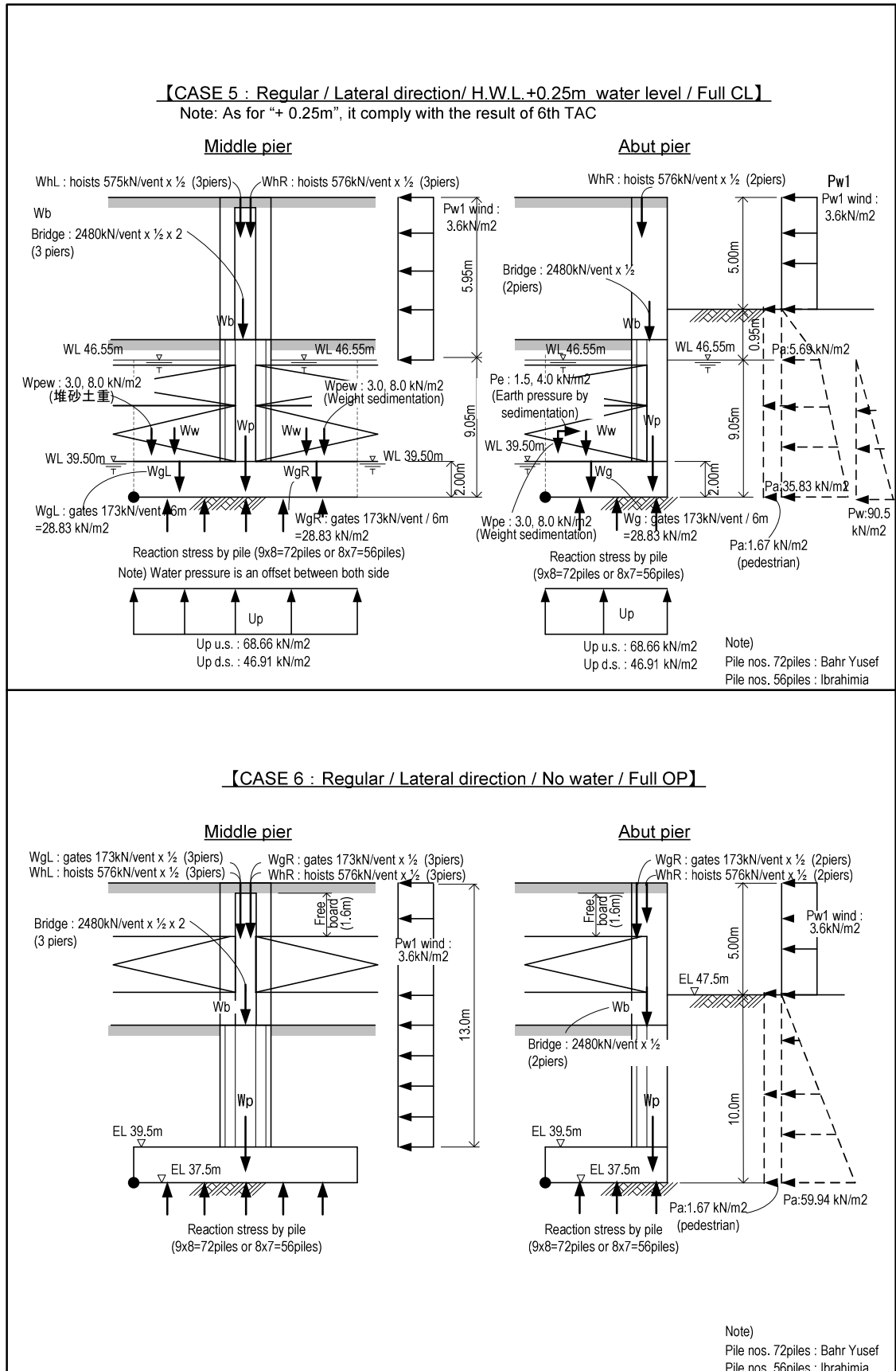


図 11-3.3 バハルヨセフ堰とイブラヒミア堰の荷重図 (CASE5, 6)

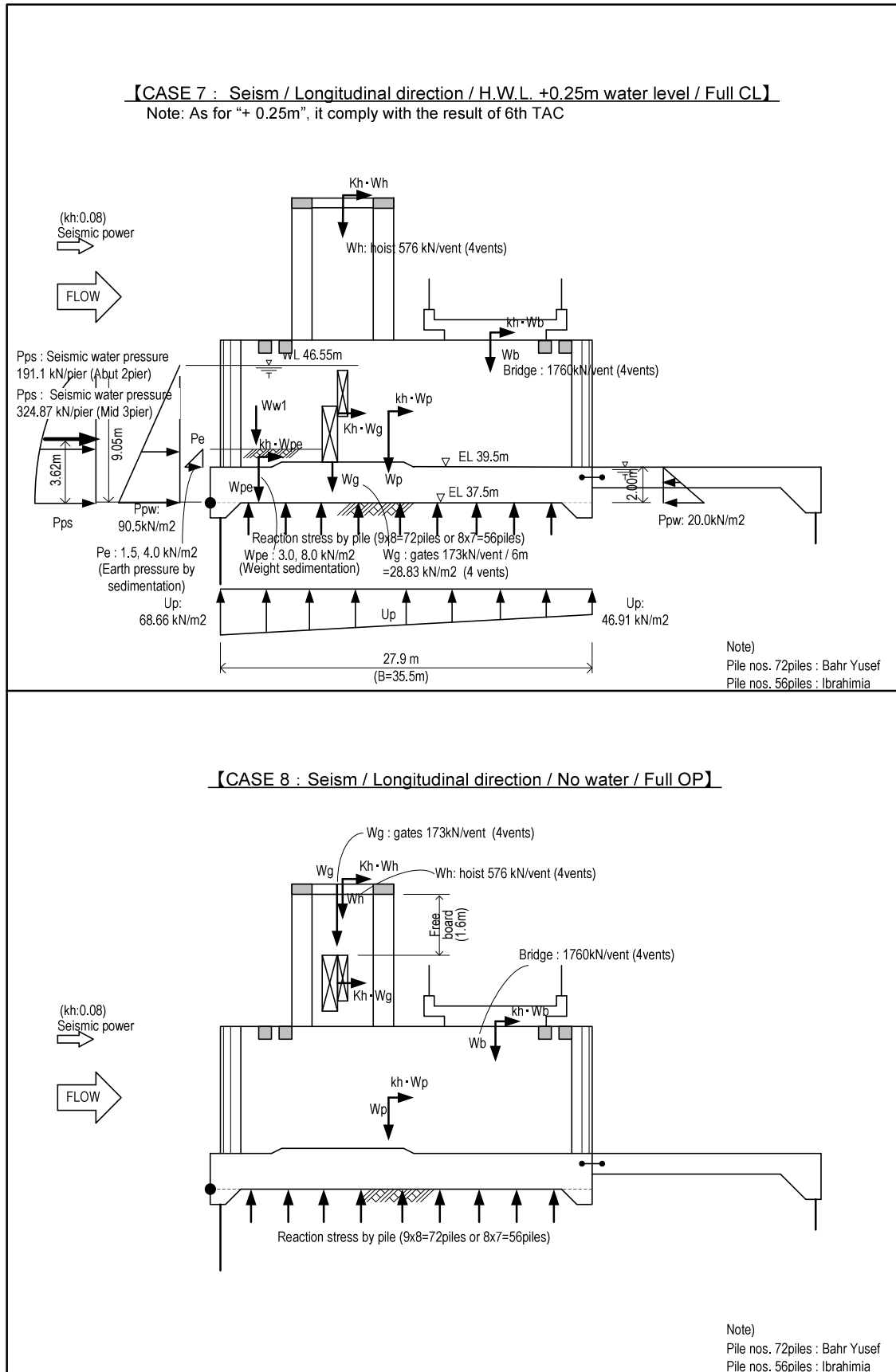


図 11-3.4 バハルヨセフ堰とイブラヒミア堰の荷重図 (CASE7, 8)

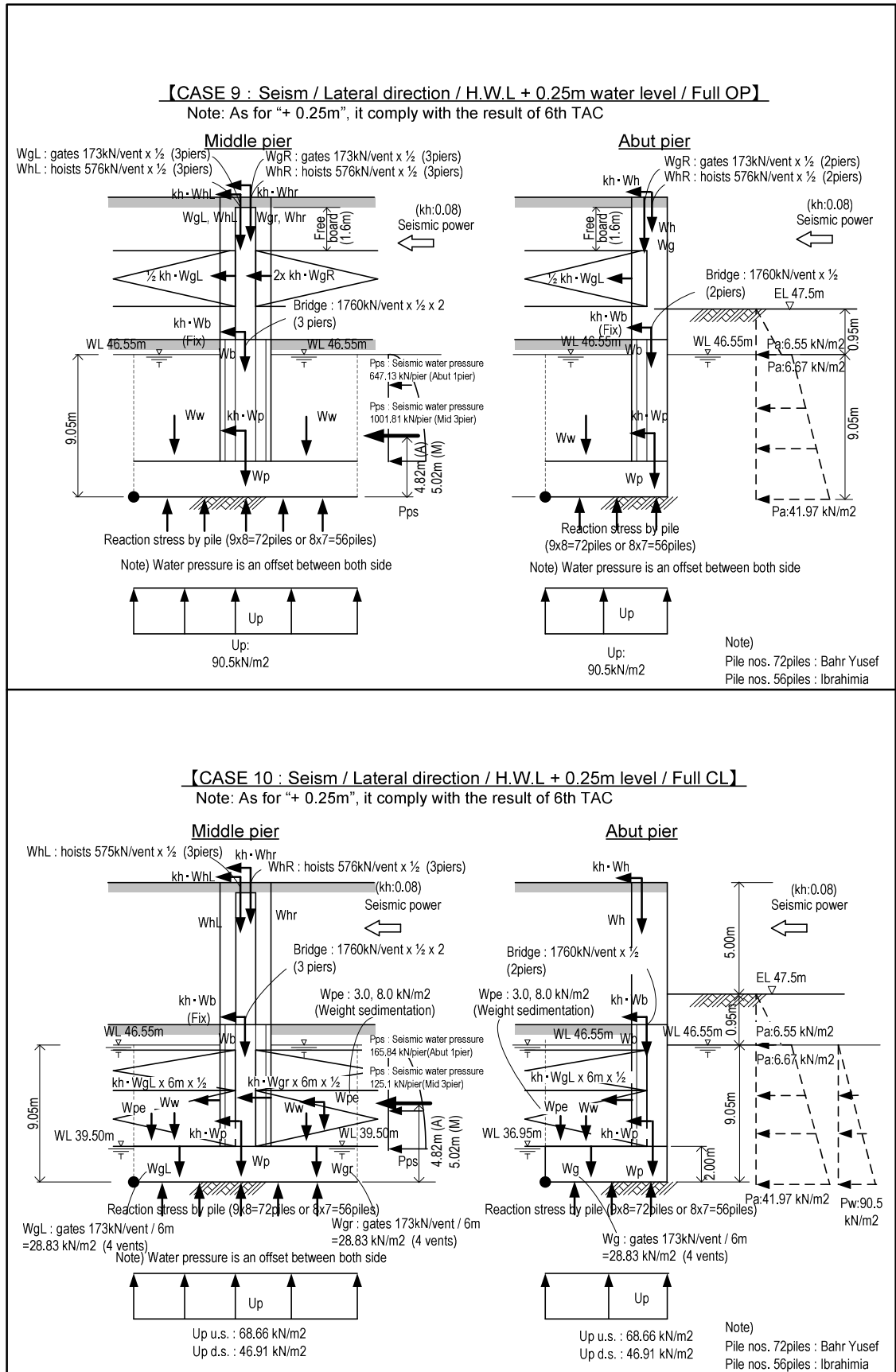


図 11-3.5 バハルヨセフ堰とイブラヒミア堰の荷重図 (CASE9, 10)

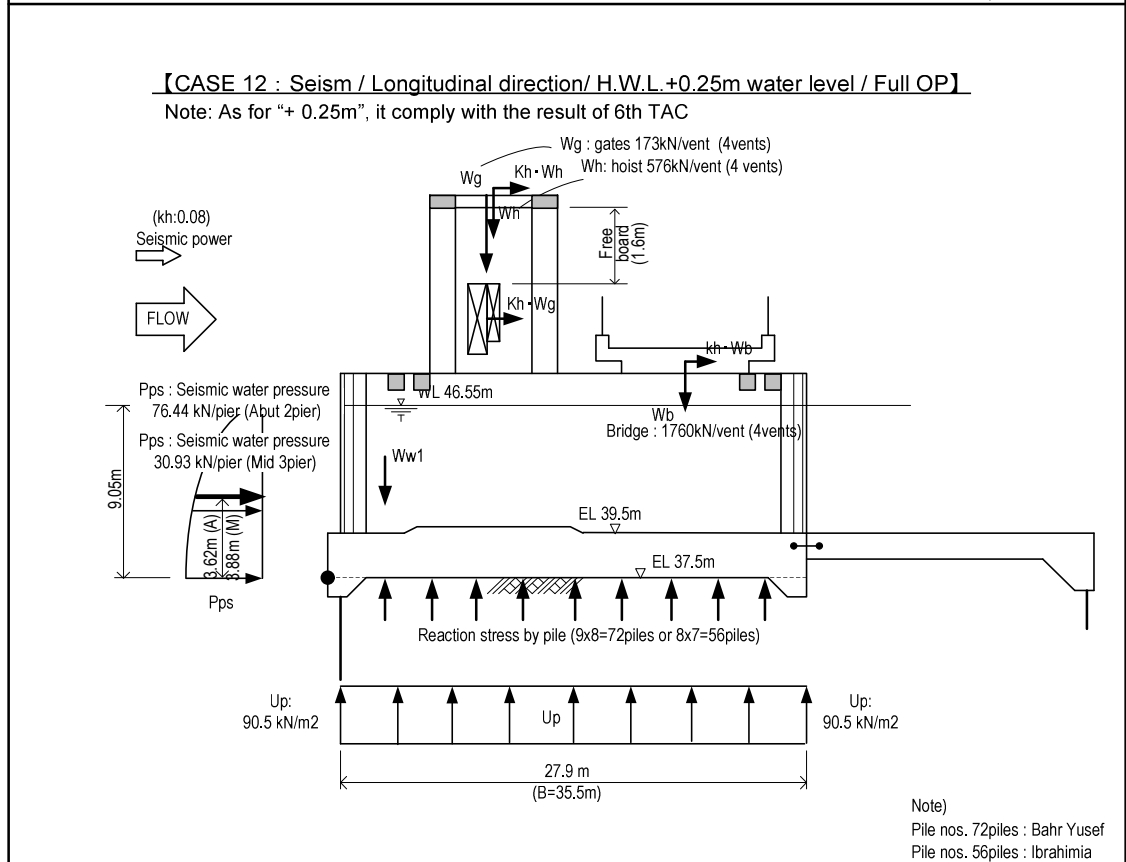
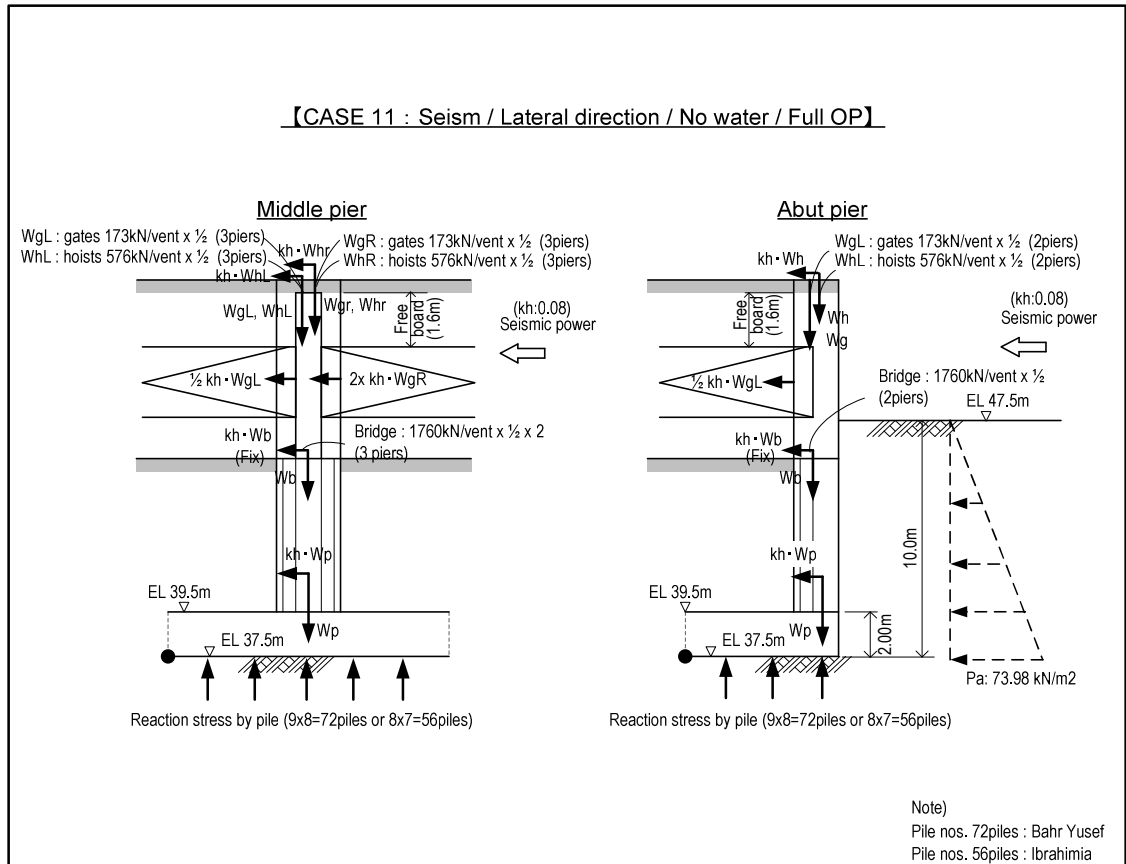


図 11-3.6 バハルヨセフ堰とイブラヒミア堰の荷重図 (CASE11, 12)

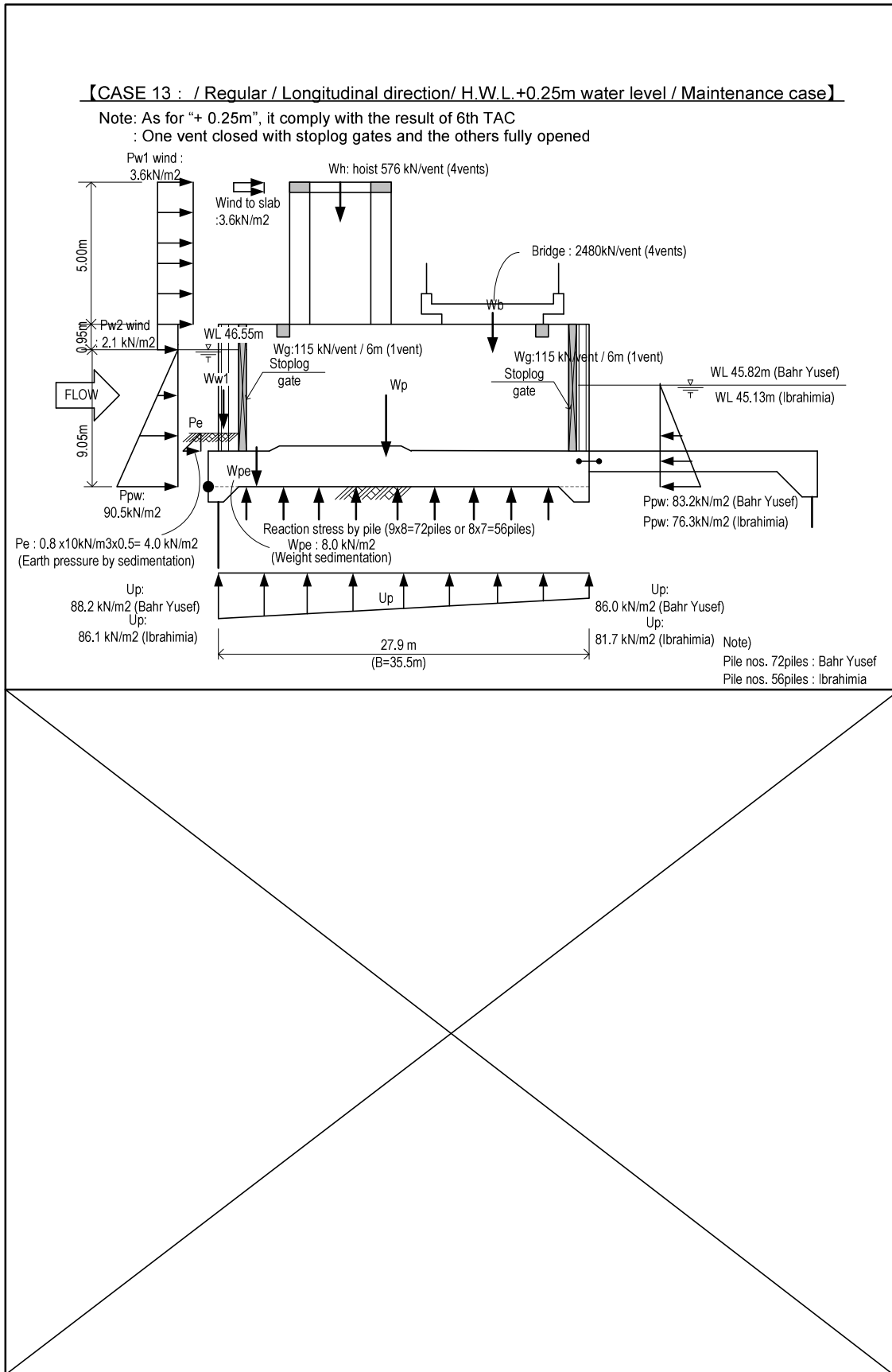


図 11-3.7 バハルヨセフ堰とイブラヒミア堰の荷重図 (CASE13)

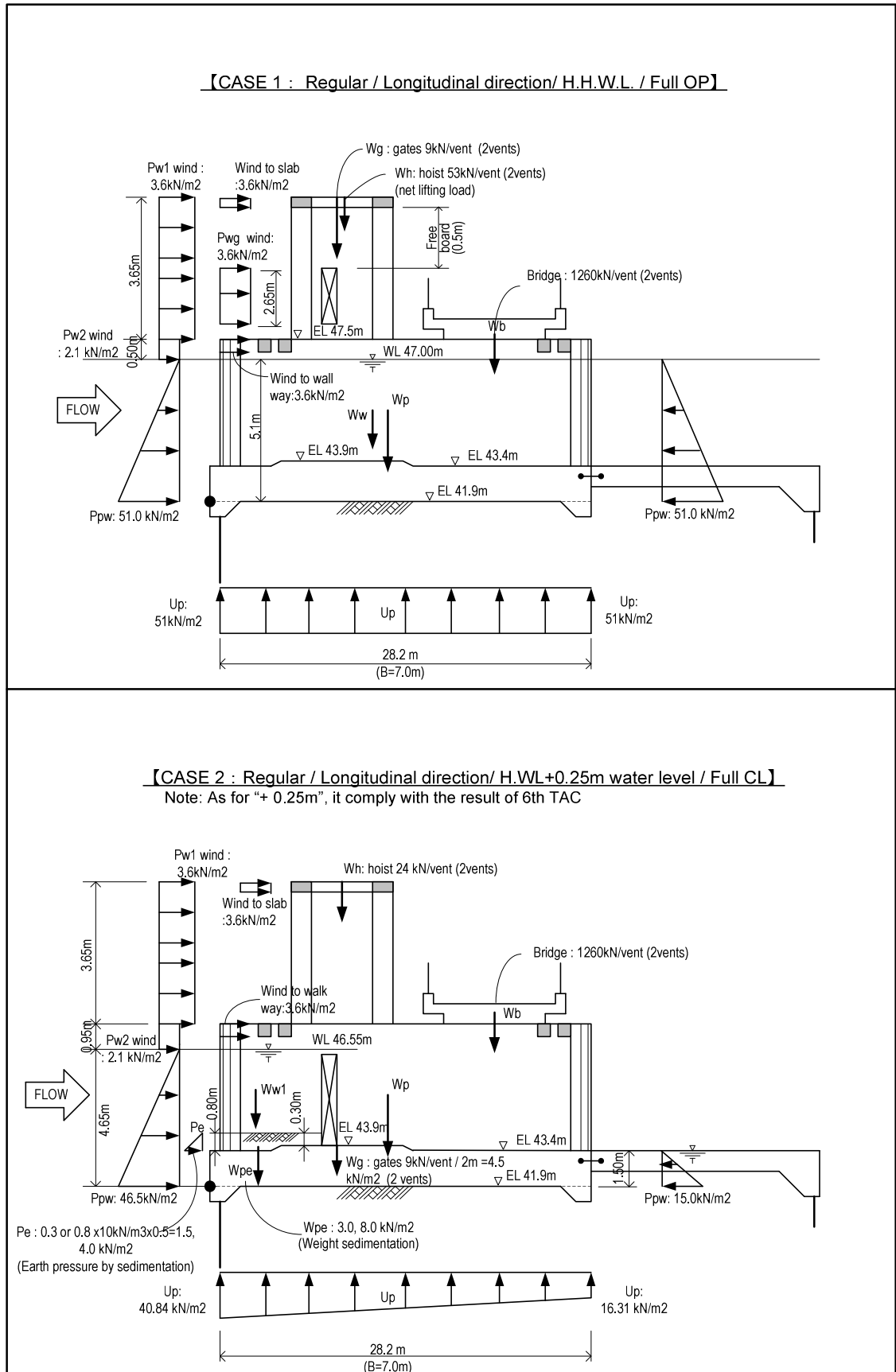


図 11-3.8 バドラン堰の荷重図 (CASE1, 2)

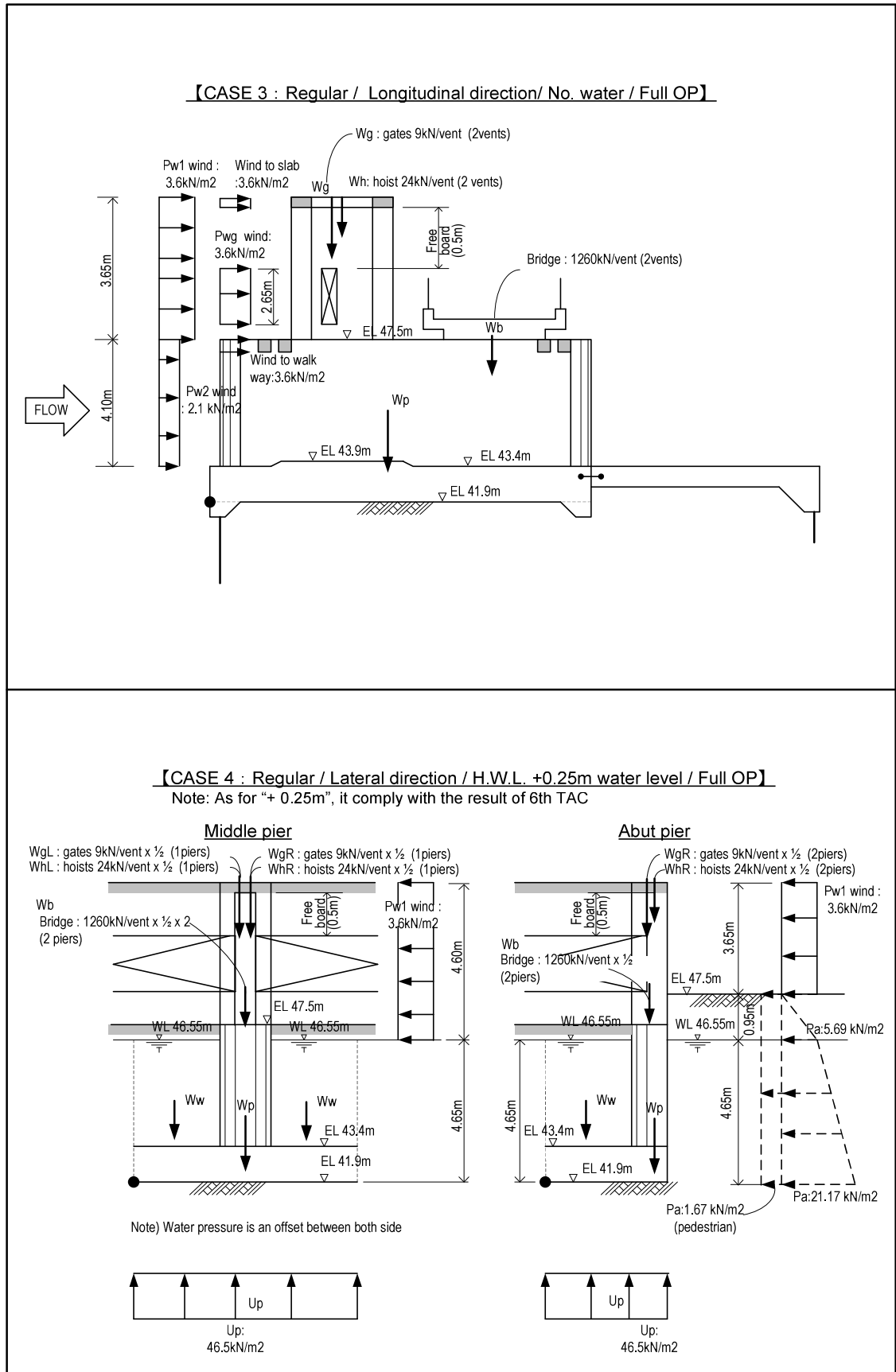
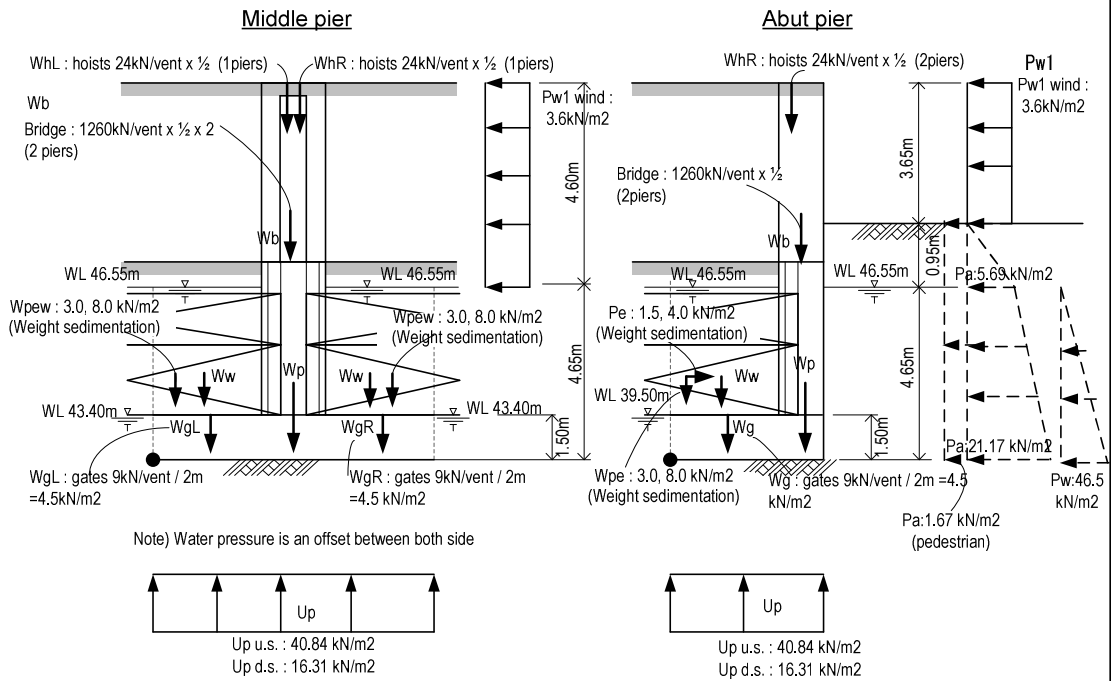


図 11-3.9 バドラン堰の荷重図 (CASE 3, 4)

【CASE 5 : Regular / Lateral direction/ H.W.L.+0.25m water level / Full CL】

Note: As for "+ 0.25m", it comply with the result of 6th TAC



【CASE 6 : Regular / Lateral direction / No water / Full OP】

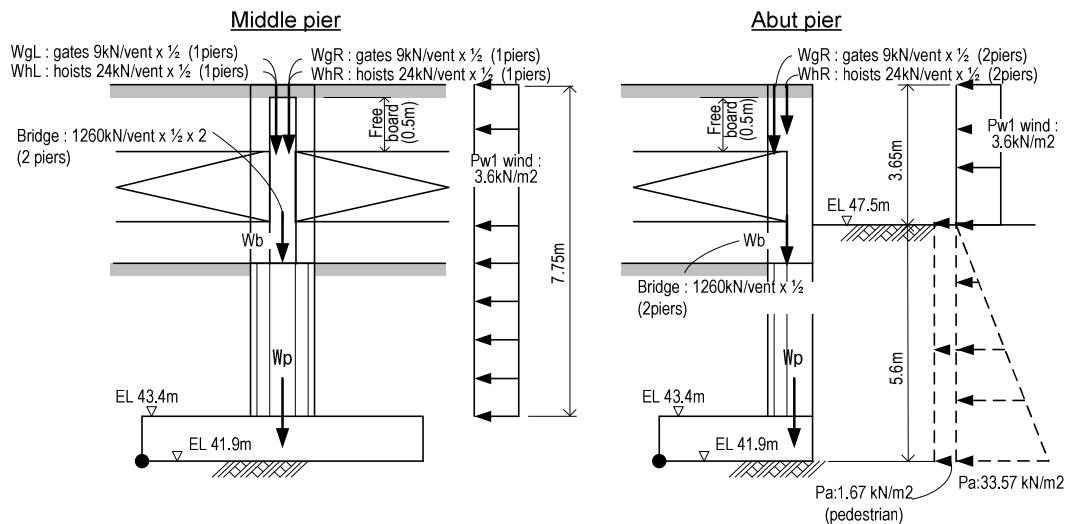


図 11-3.10 バドラン堰の荷重図 (CASE 5, 6)

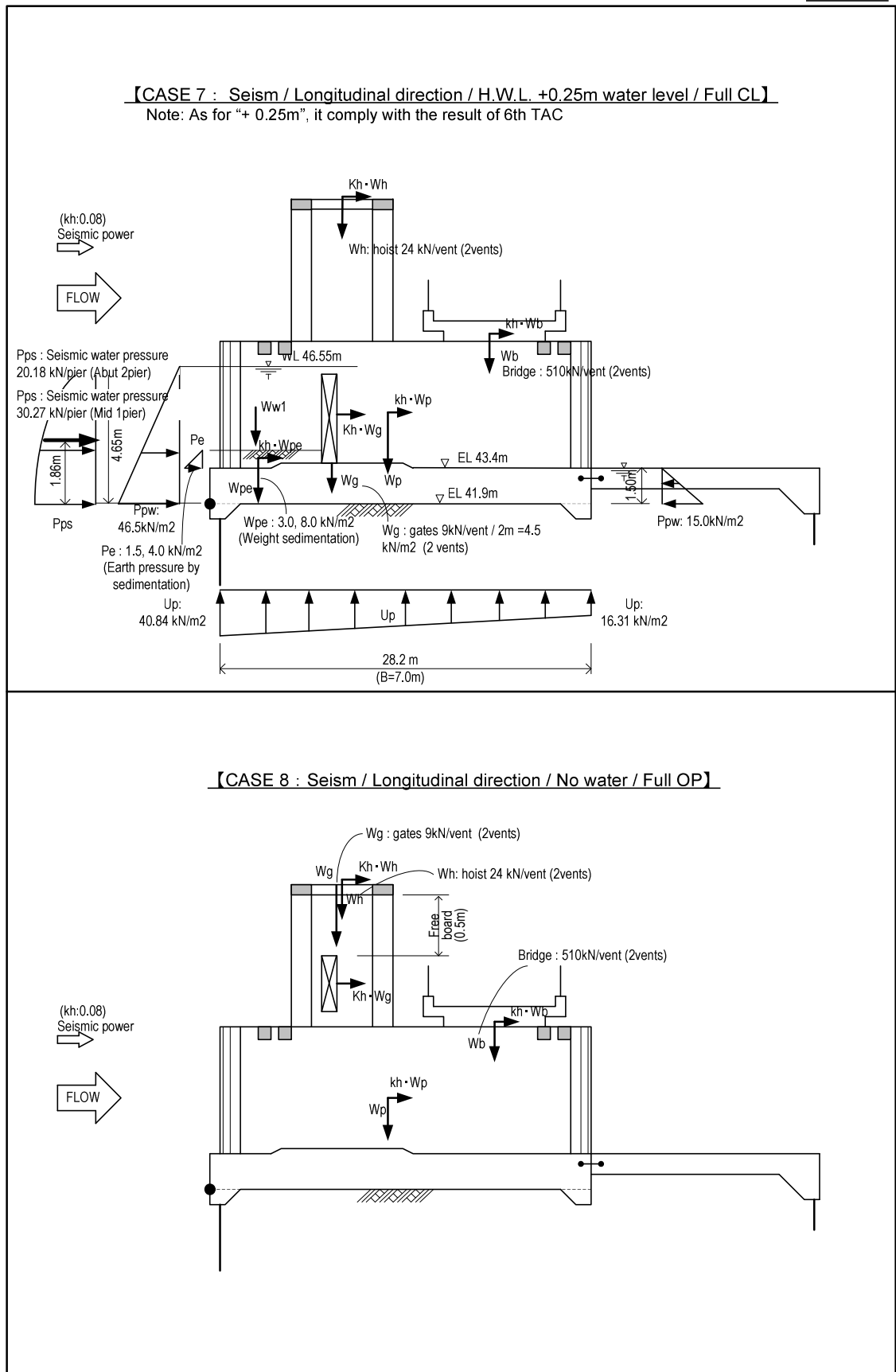


図 11-3.11 バドラマン堰の荷重図 (CASE 7, 8)

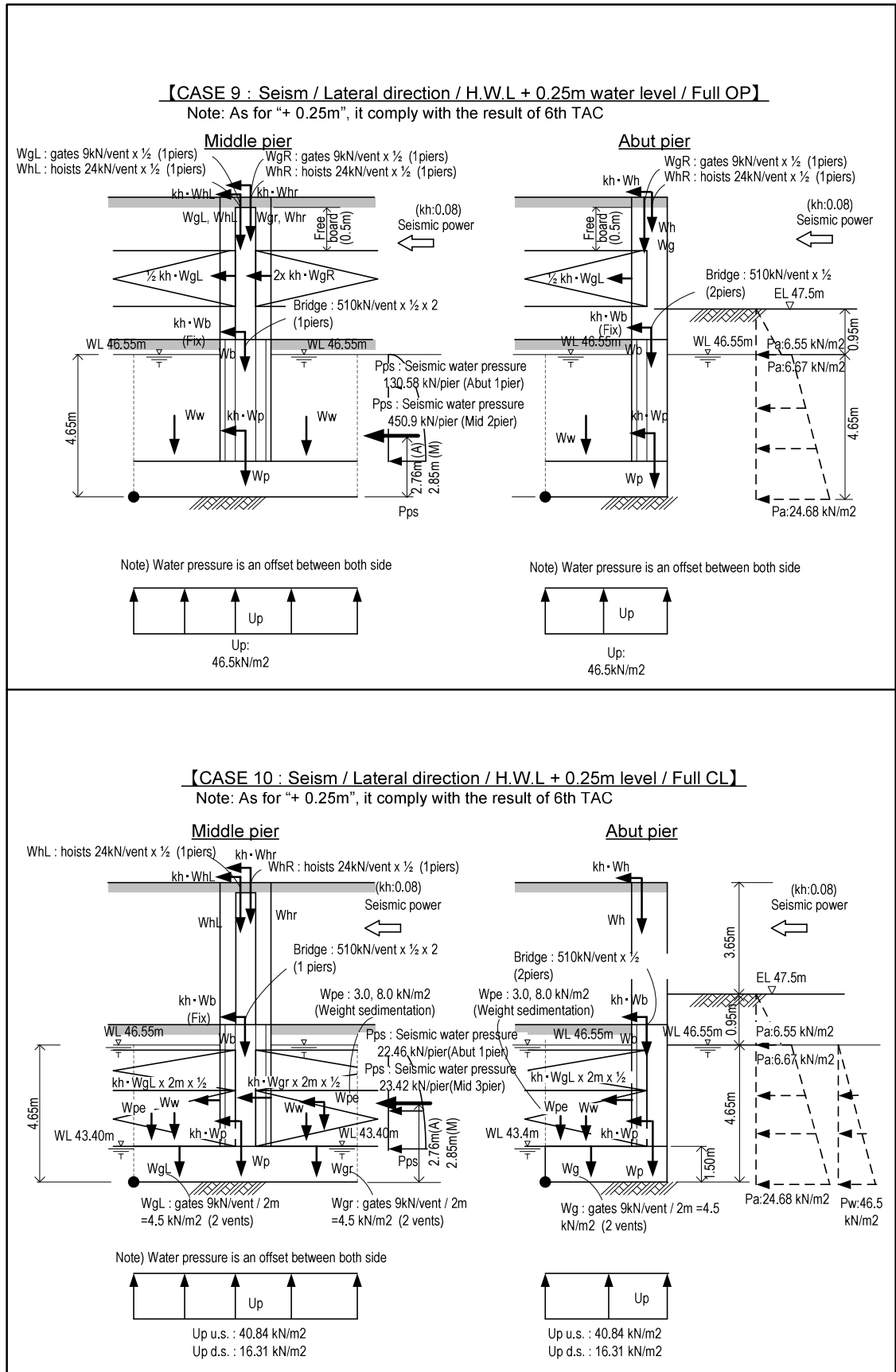


図 11-3.12 バドランマン堰の荷重図 (CASE 9, 10)

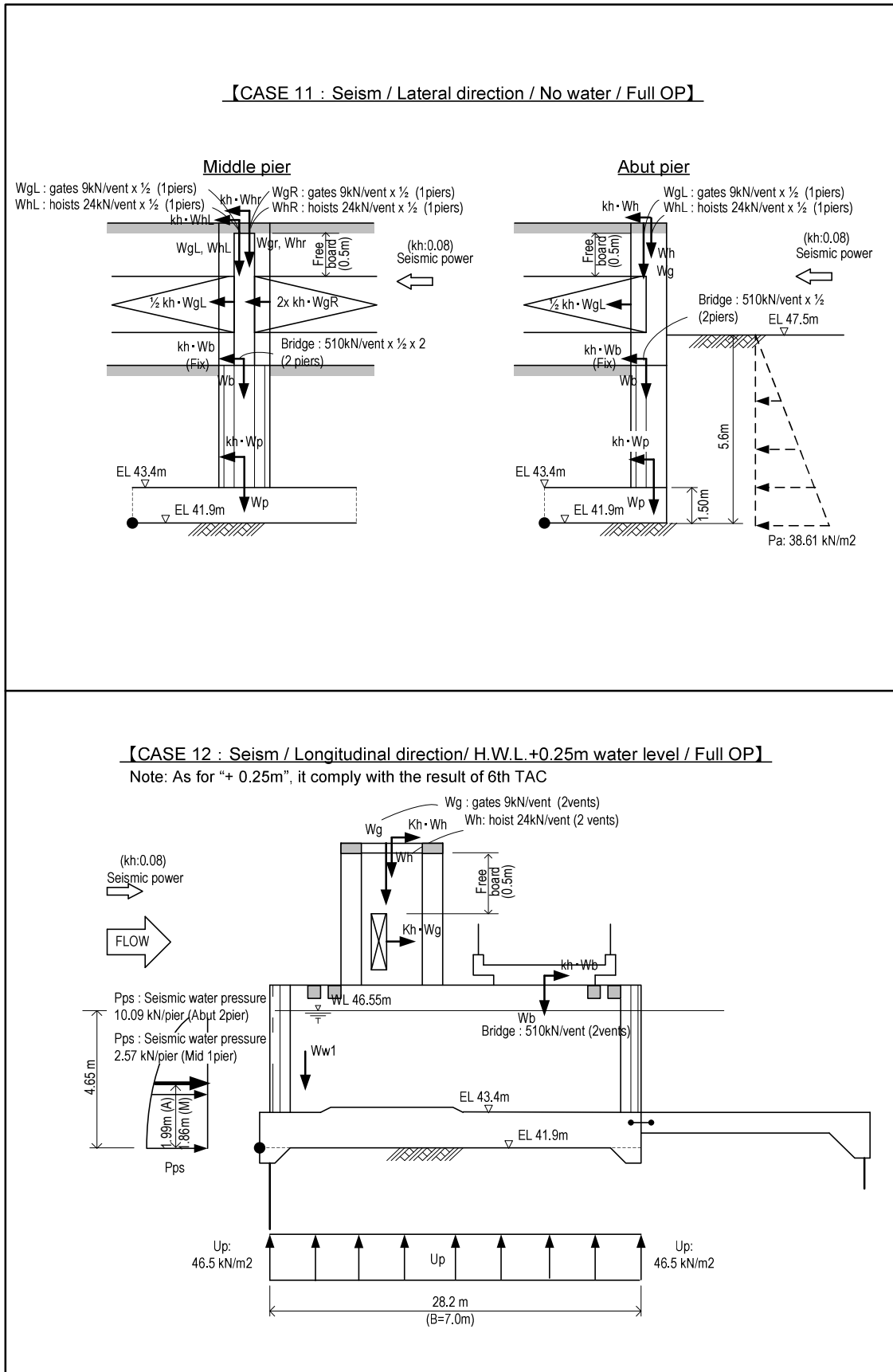


図 11-3.13 バドラマン堰の荷重図 (CASE 11, 12)

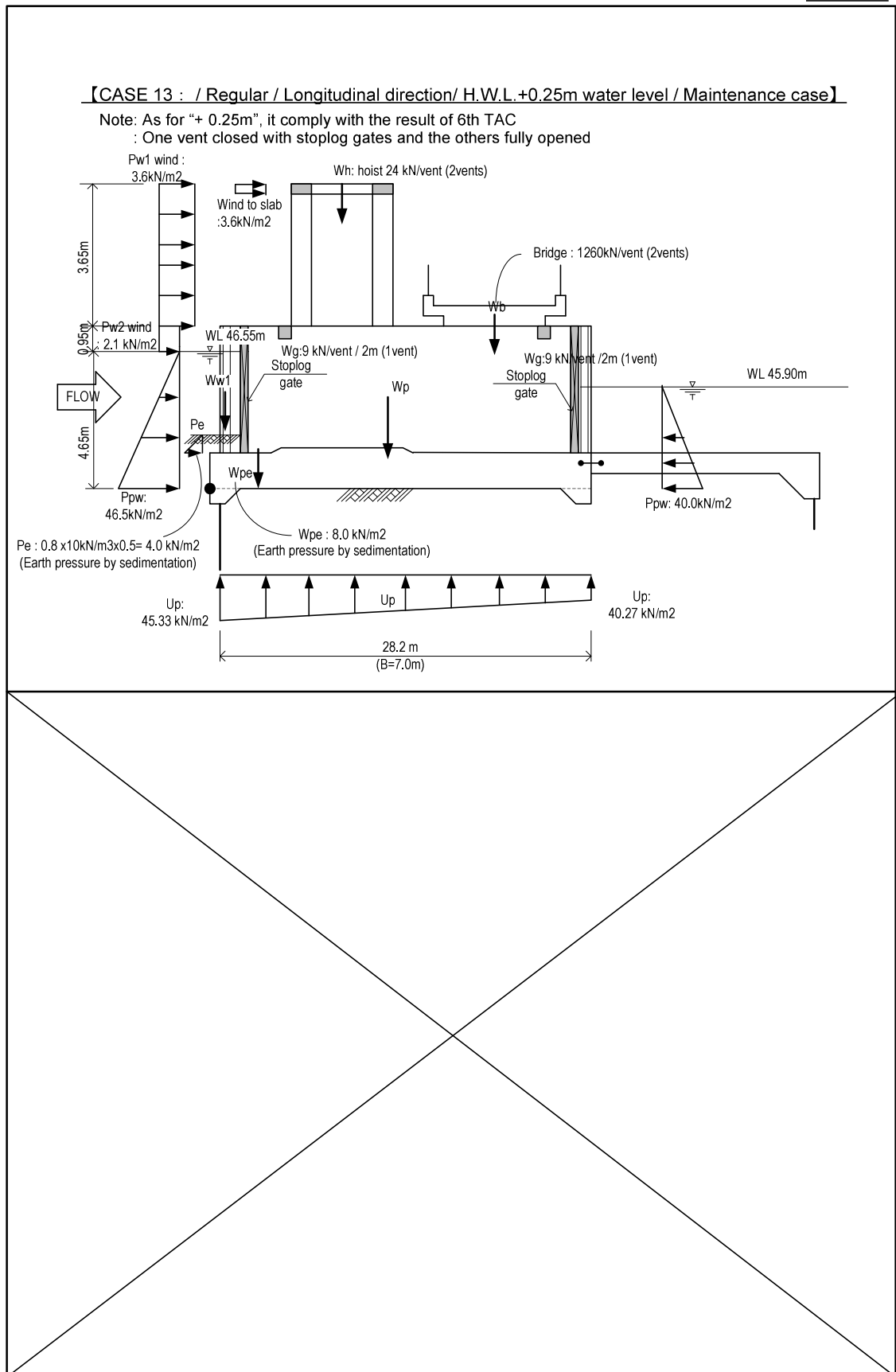


図 11-3.14 バドラマン堰の荷重図 (CASE 13)

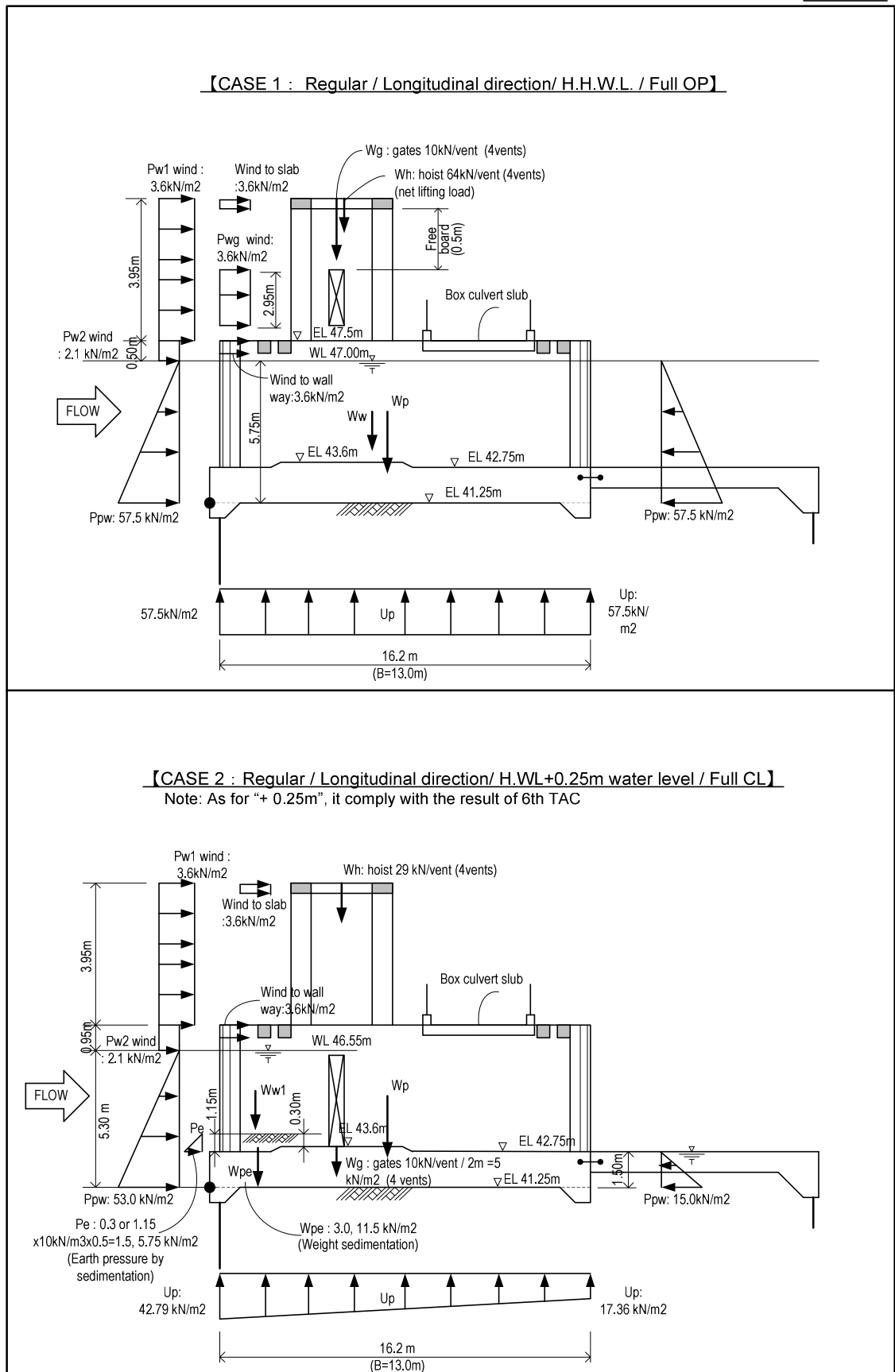


図 11-3.15 アボギャバル堰の荷重図 (CASE 1, 2)

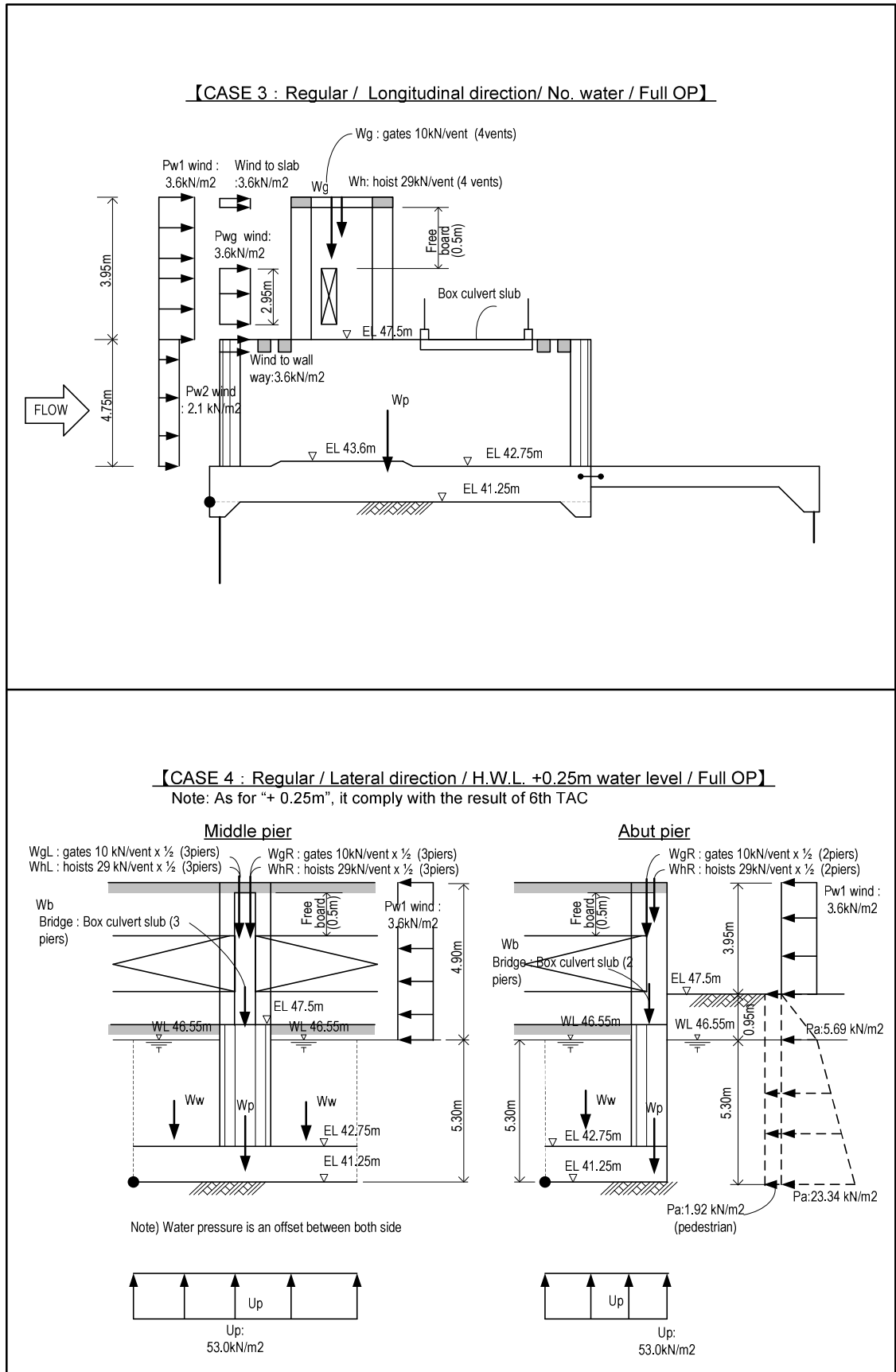


図 11-3.16 アボギャバル堰の荷重図 (CASE 3, 4)

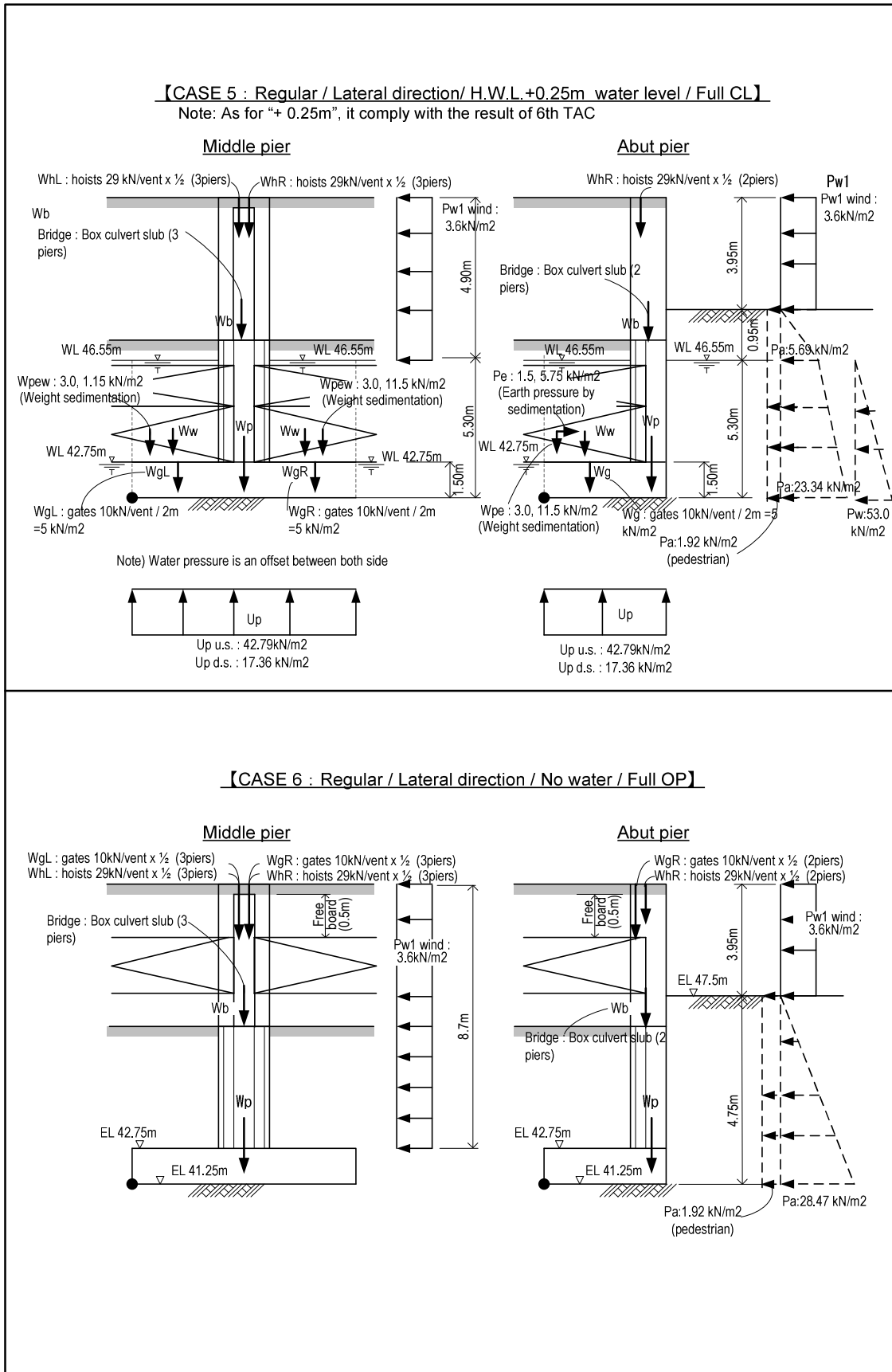


図 11-3.17 アボギャバル堰の荷重図 (CASE 5, 6)

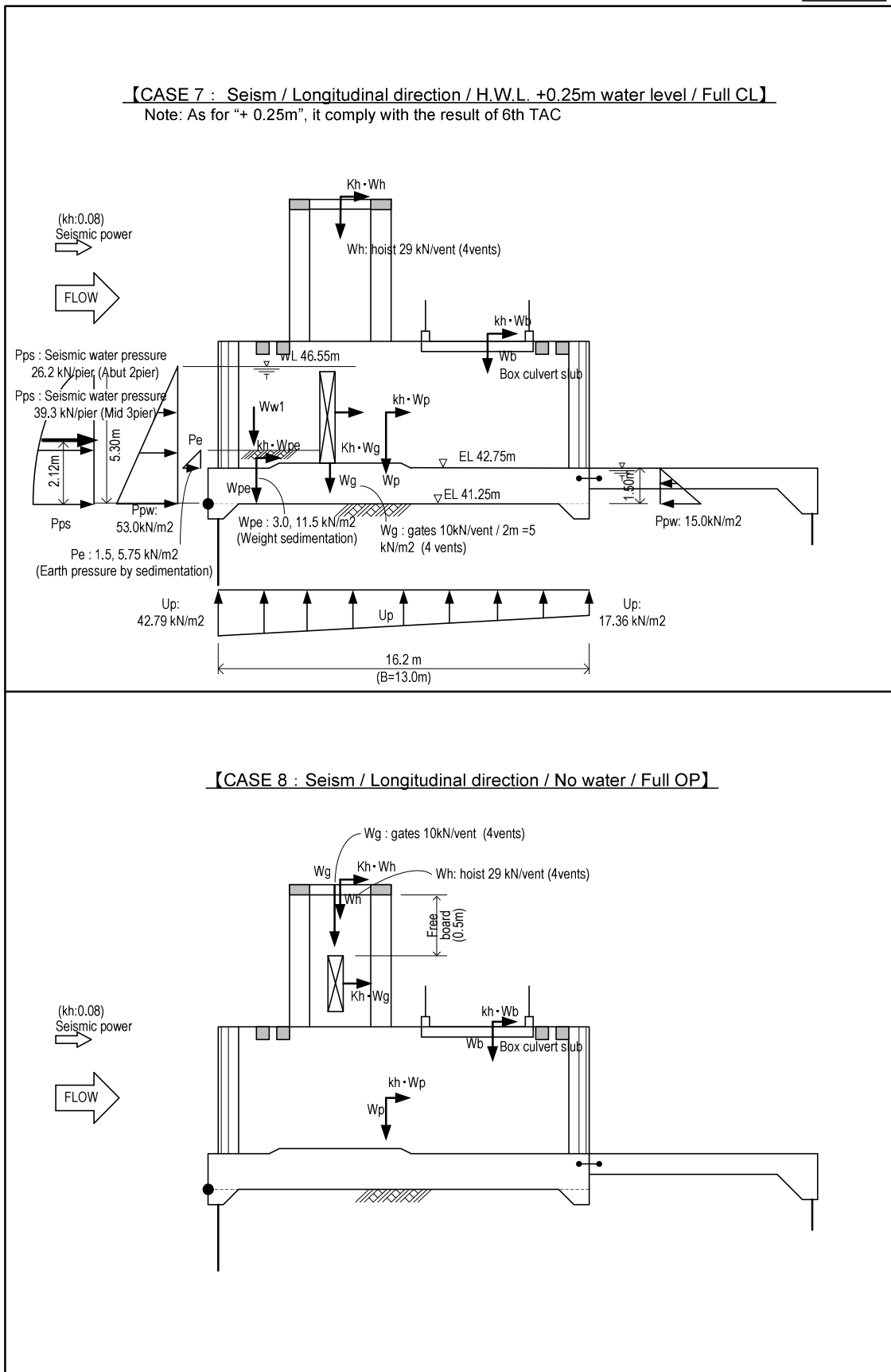


図 11-3.18 アボギャバル堰の荷重図 (CASE 7, 8)

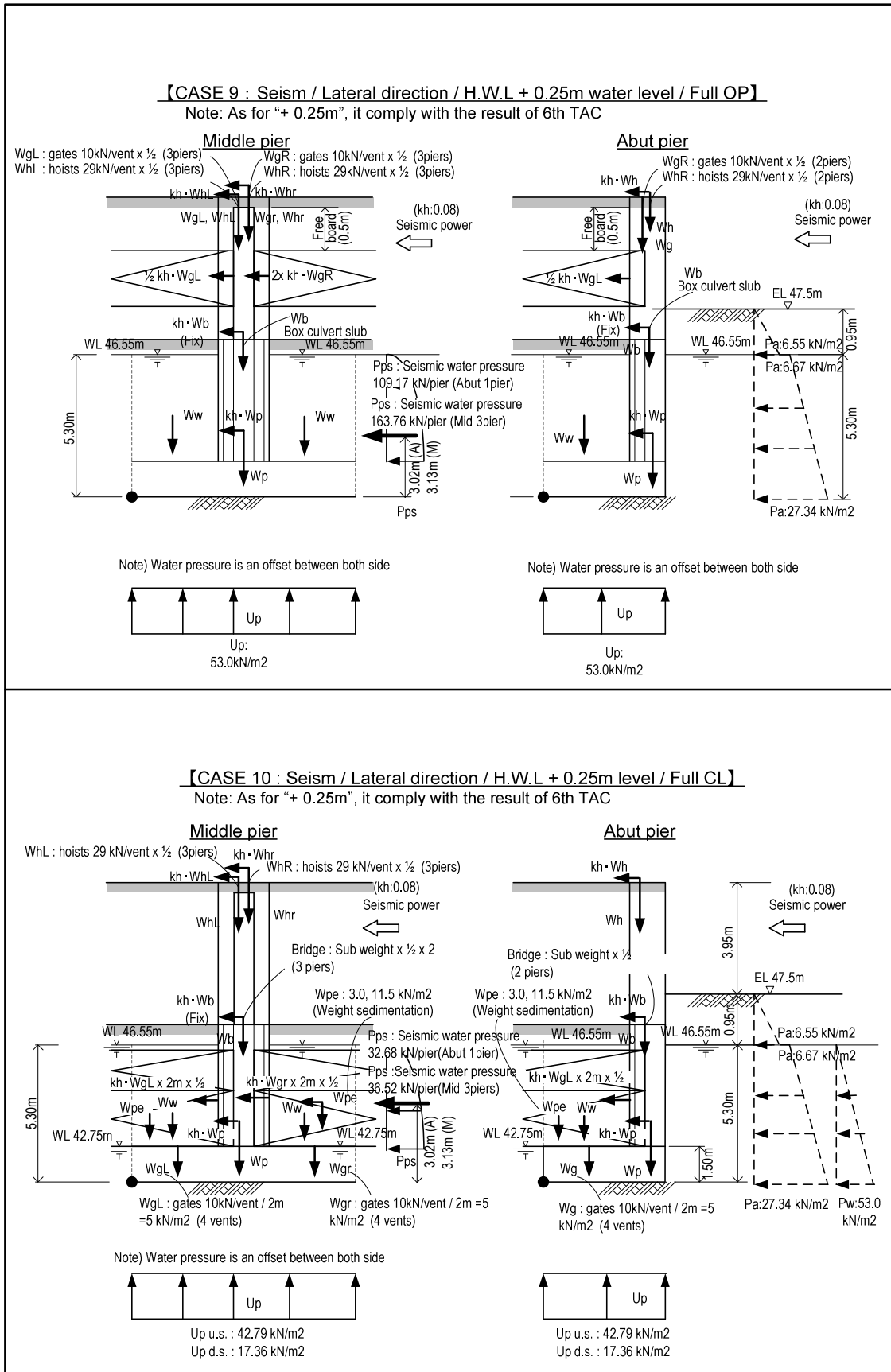


図 11-3.19 アボギャバル堰の荷重図 (CASE 9, 10)

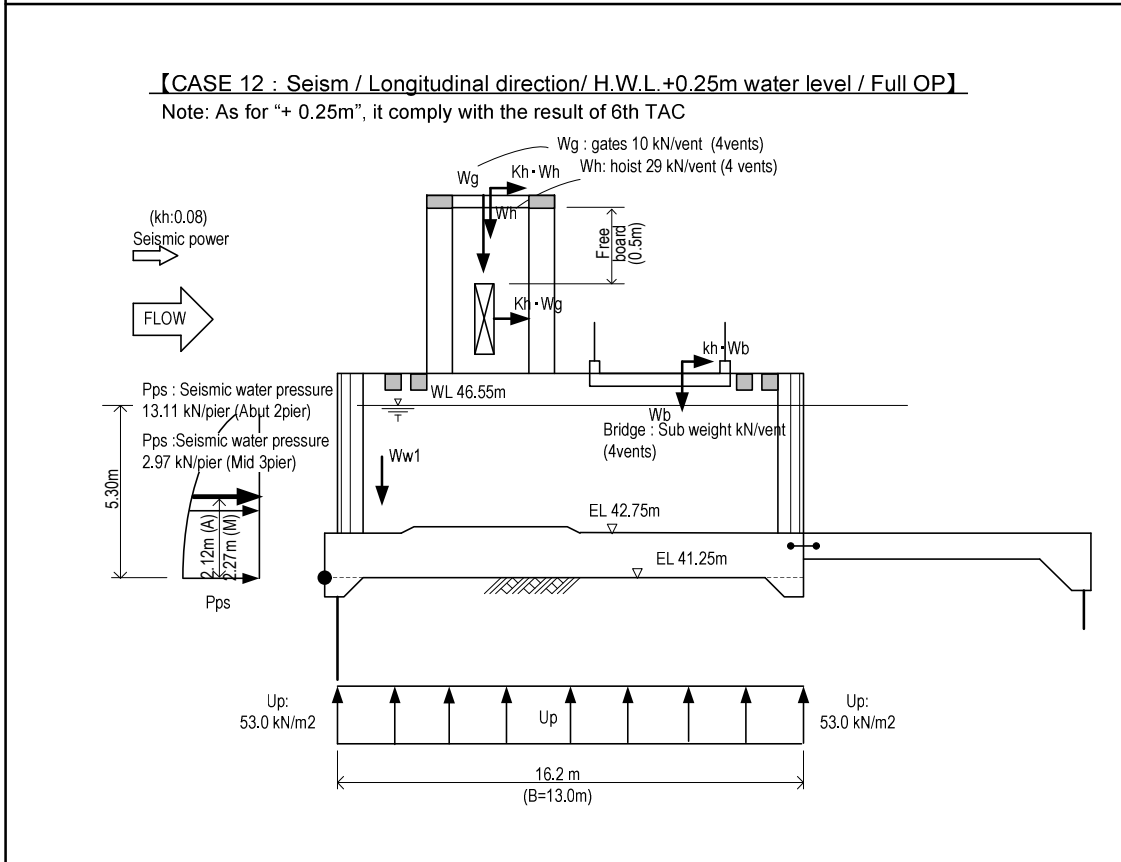
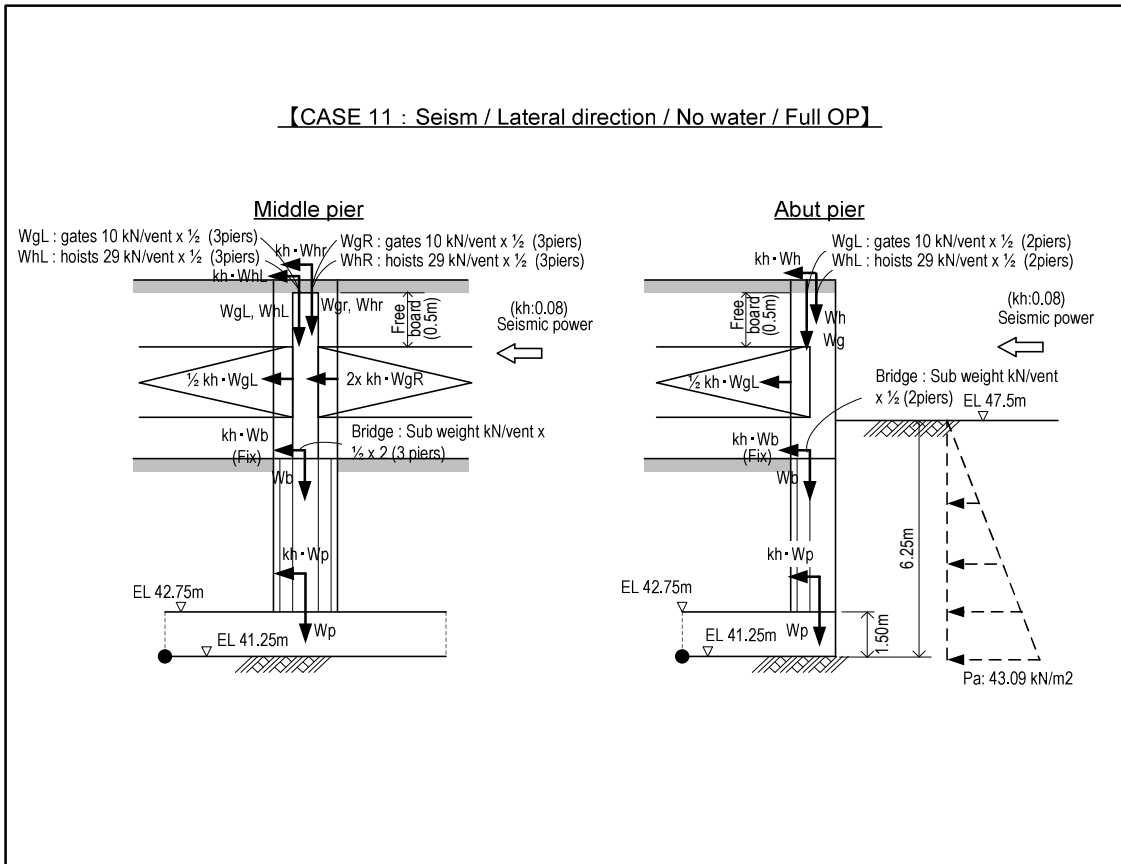


図 11-3.20 アボギャバル堰の荷重図 (CASE 11, 12)

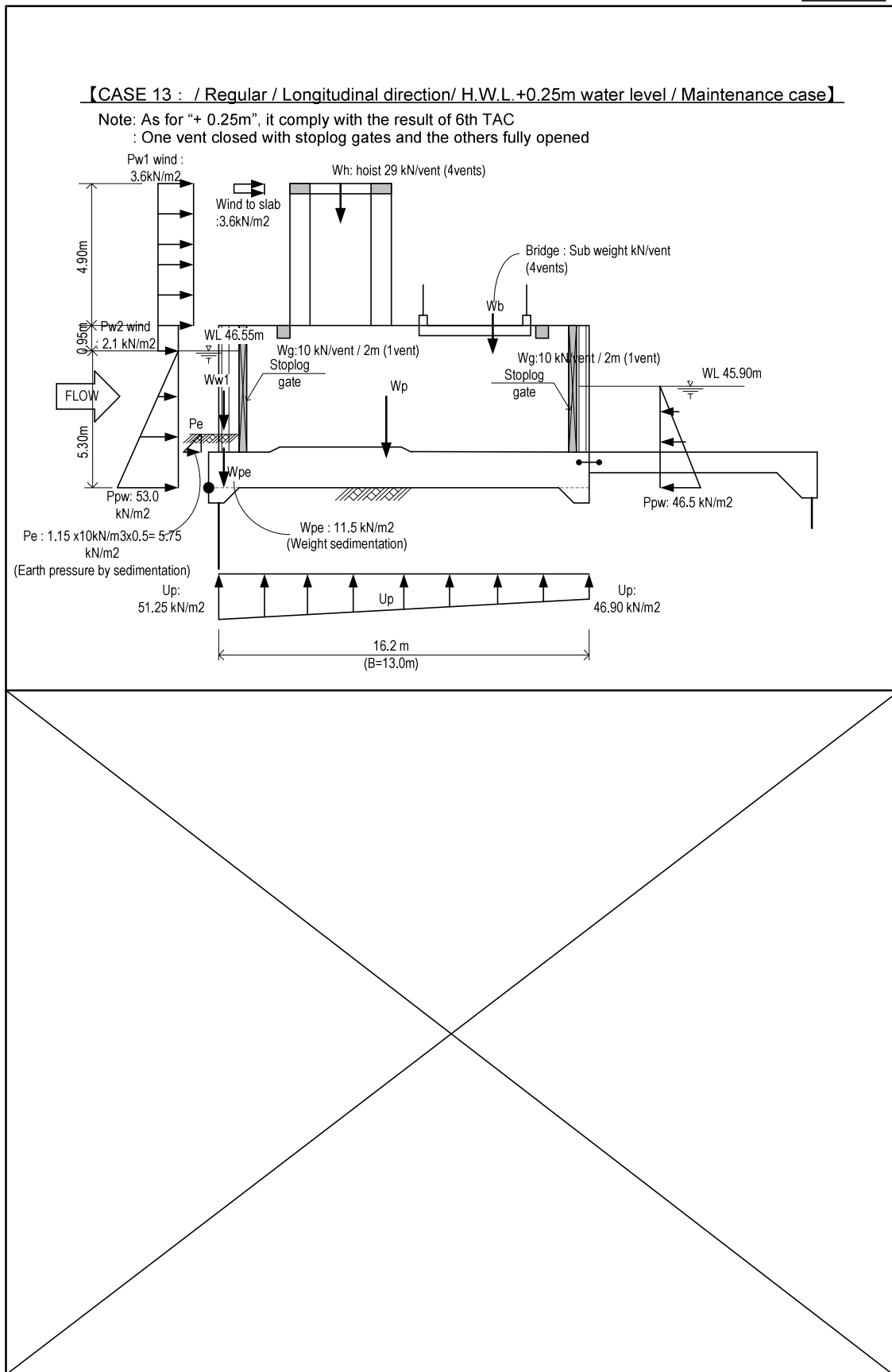


図 11-3.21 アボギャバル堰の荷重図 (CASE 13)

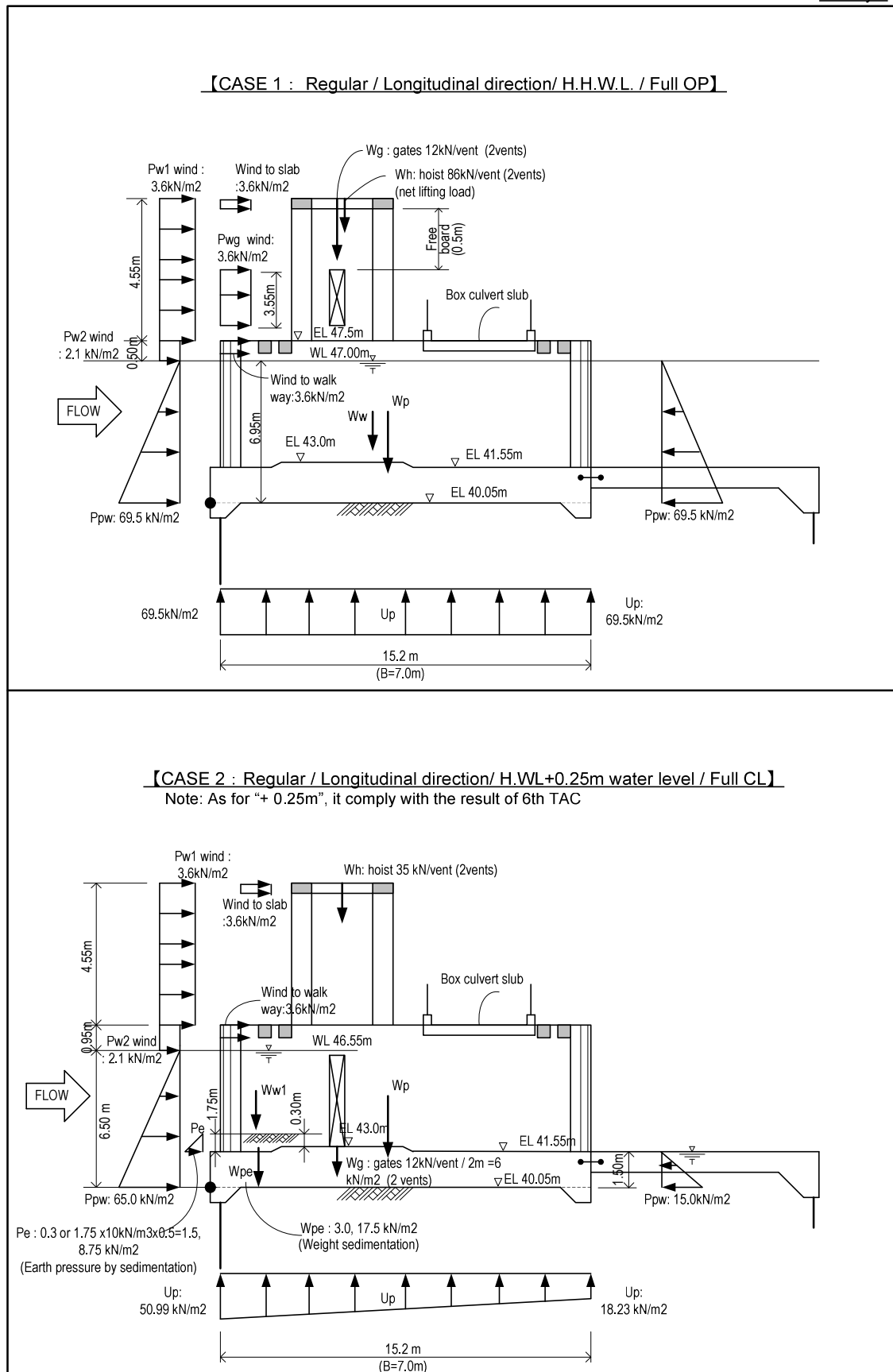


図 11-3.22 サヘリア堰の荷重図 (CASE 1, 2)

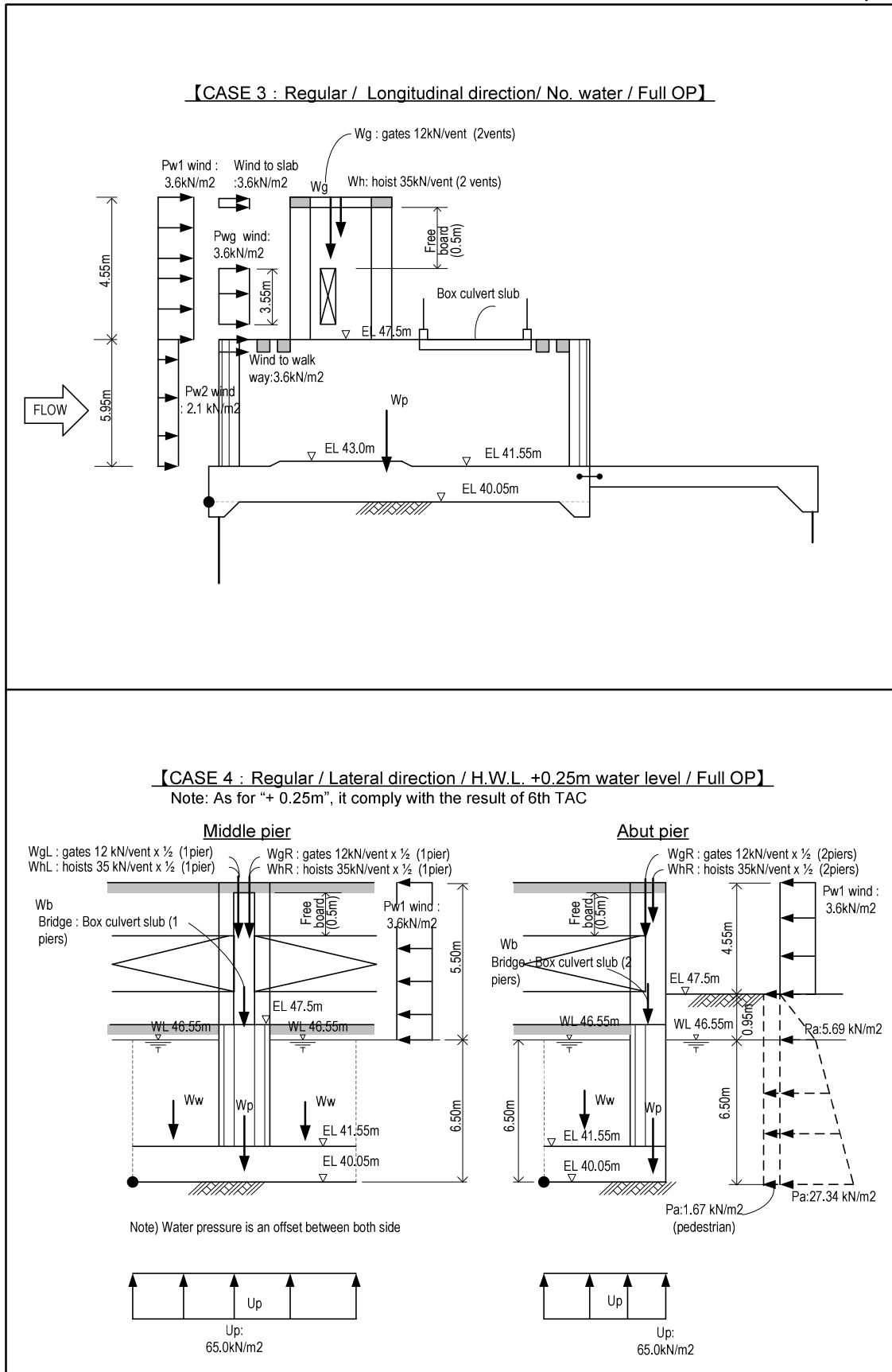


図 11-3.23 サヘリア堰の荷重図 (CASE 3, 4)

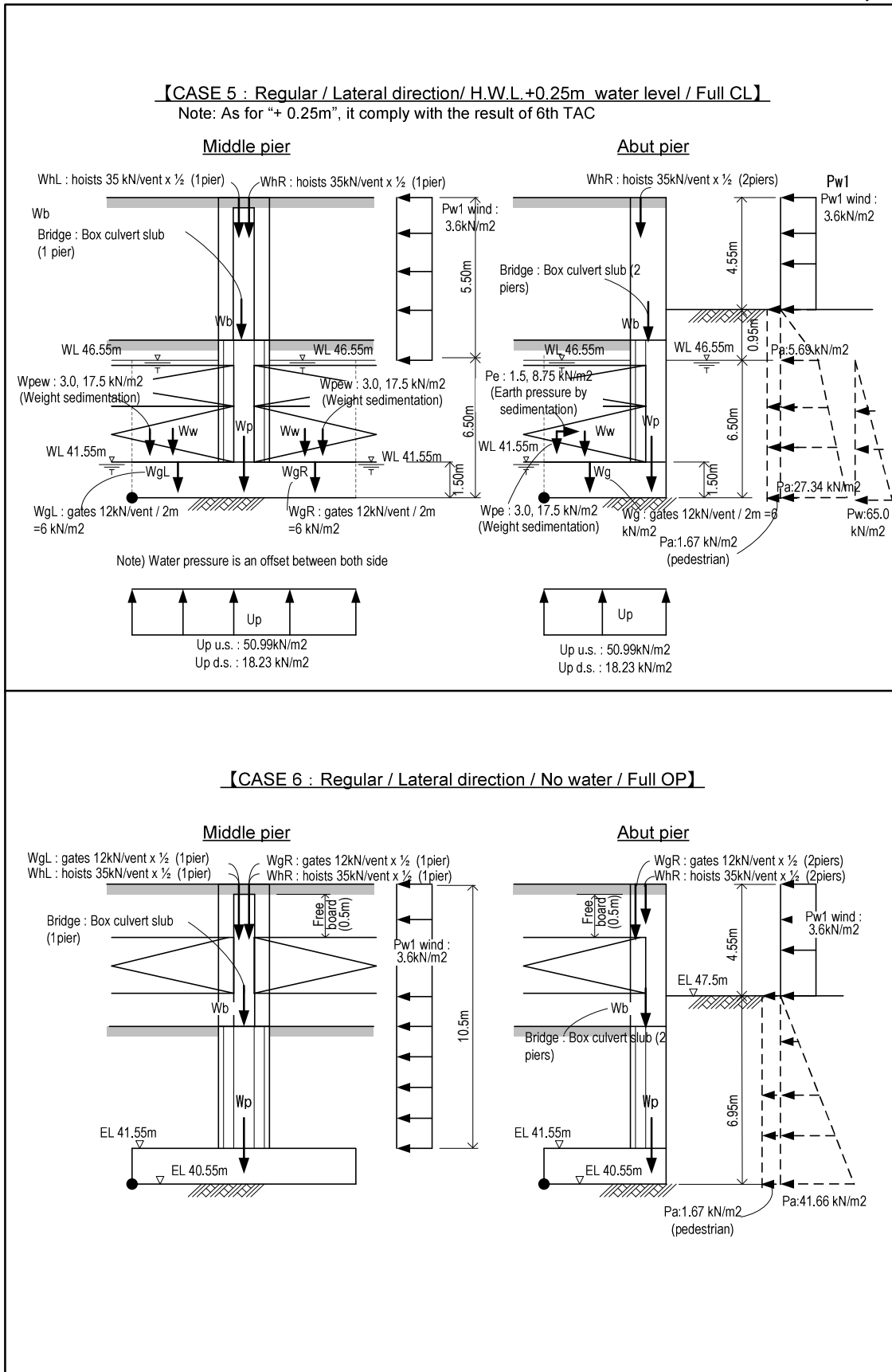


図 11-3.24 サヘリア堰の荷重図 (CASE 5, 6)

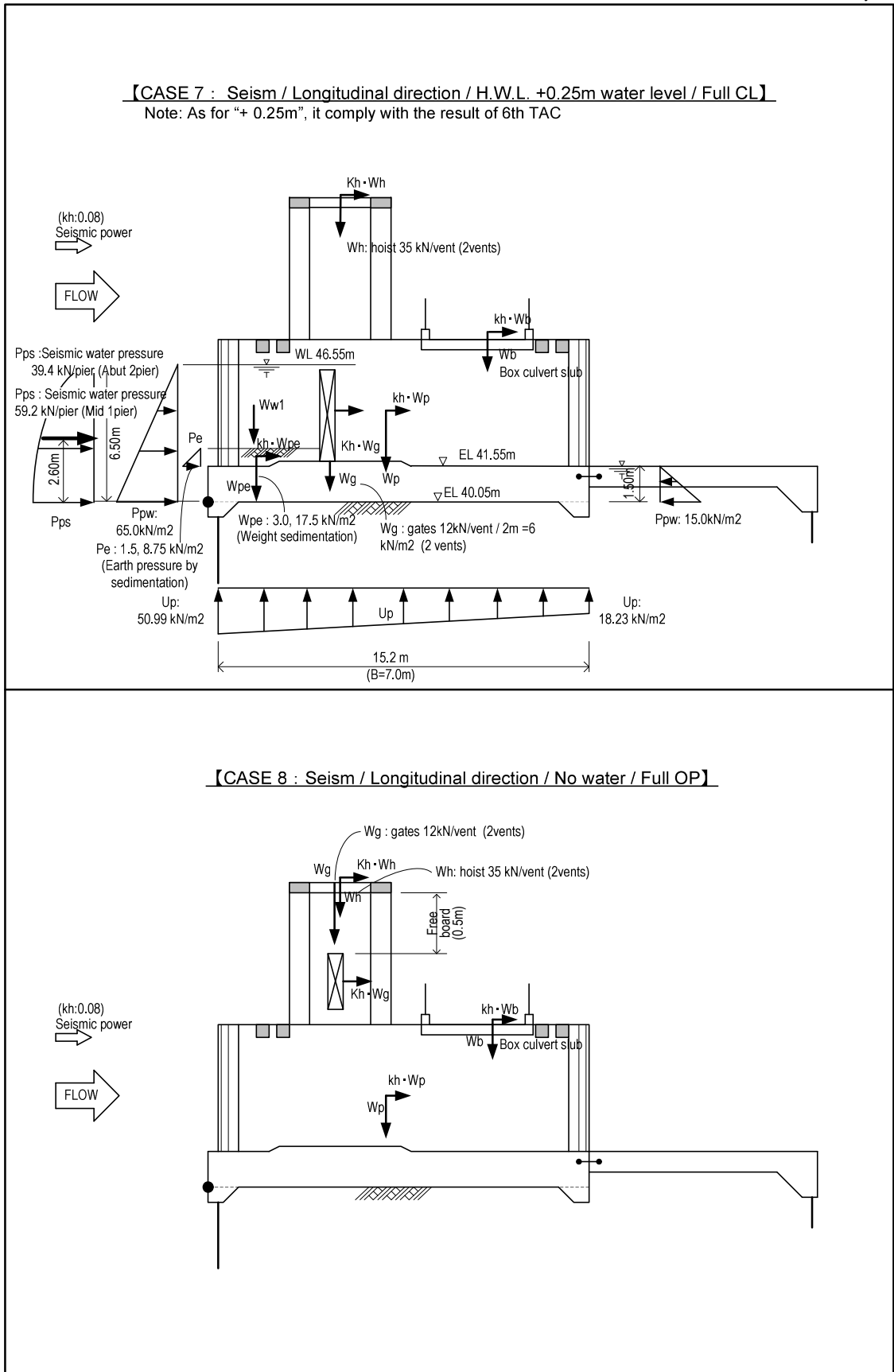


図 11-3.25 サヘリア堰の荷重図 (CASE 7, 8)

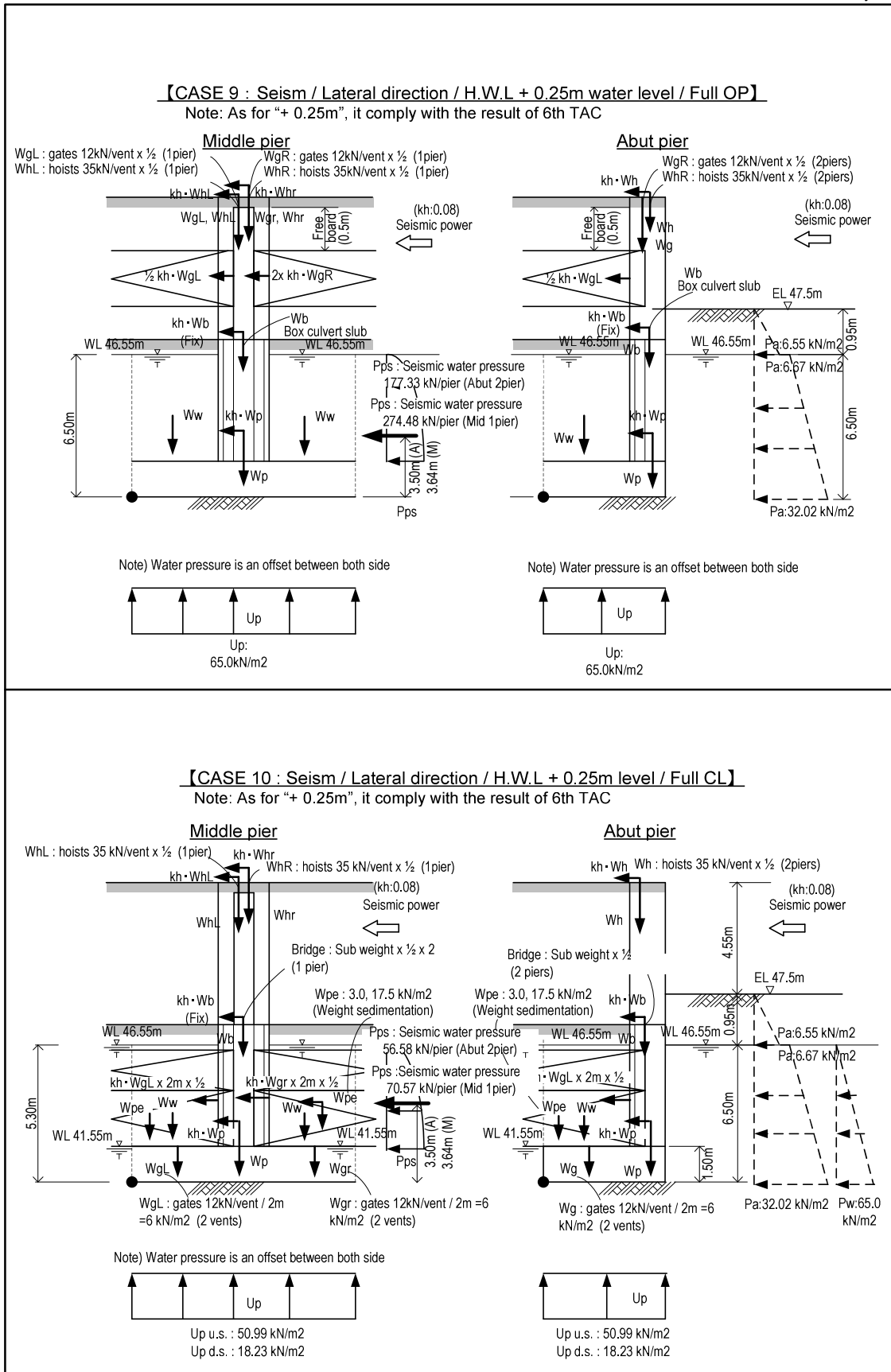


図 11-3.26 サヘリア堰の荷重図 (CASE 9, 10)

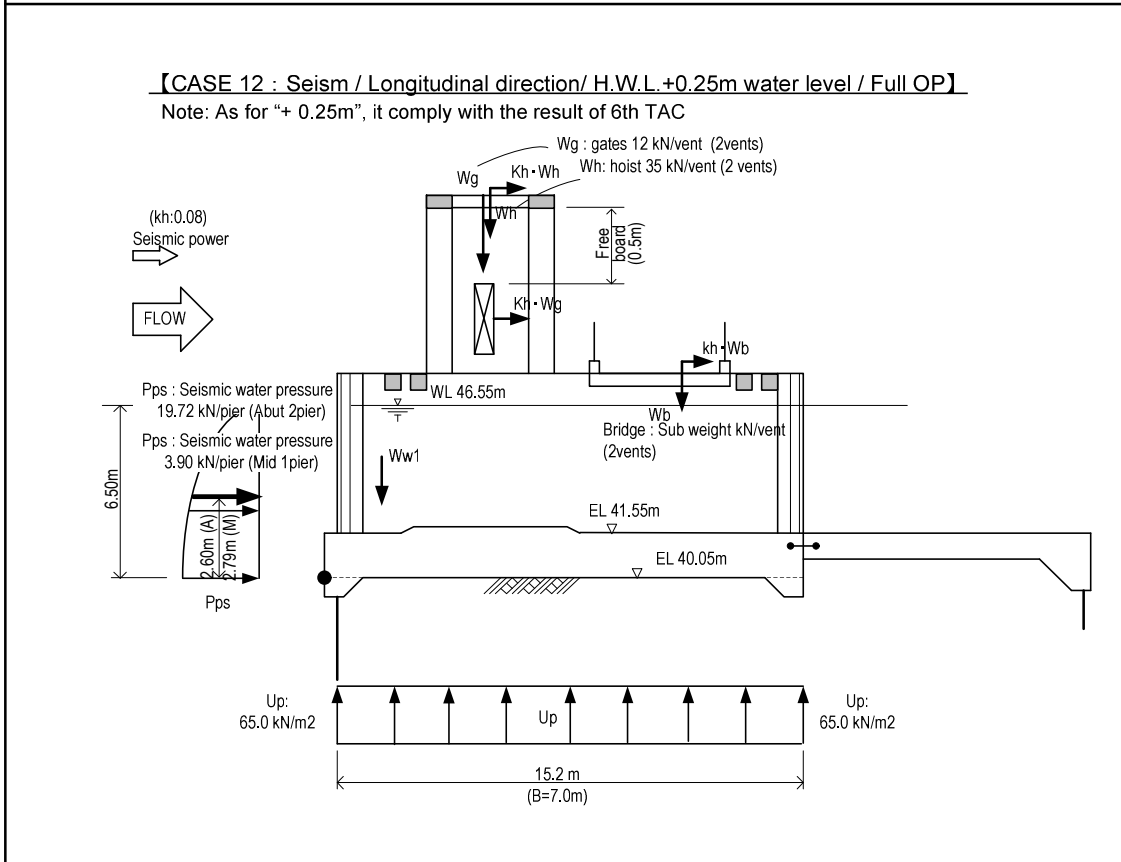
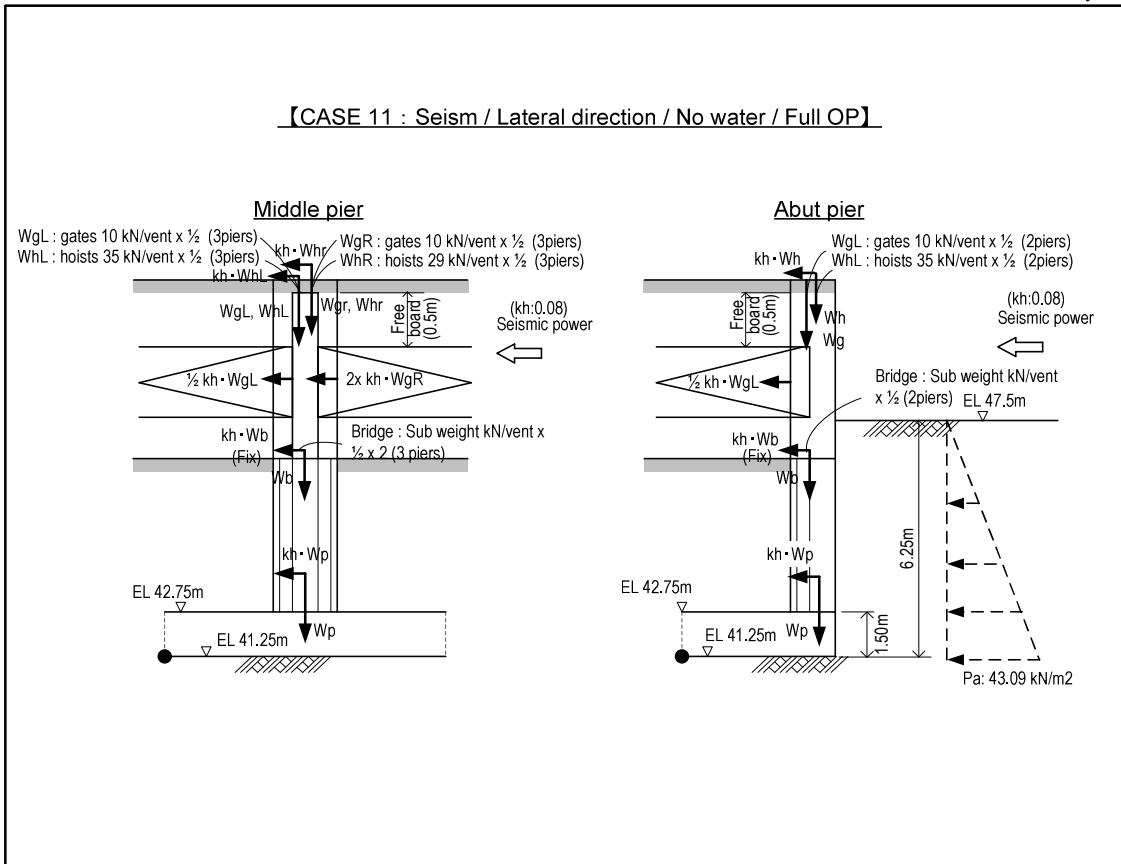


図 11-3.27 サヘリア堰の荷重図 (CASE 11, 12)

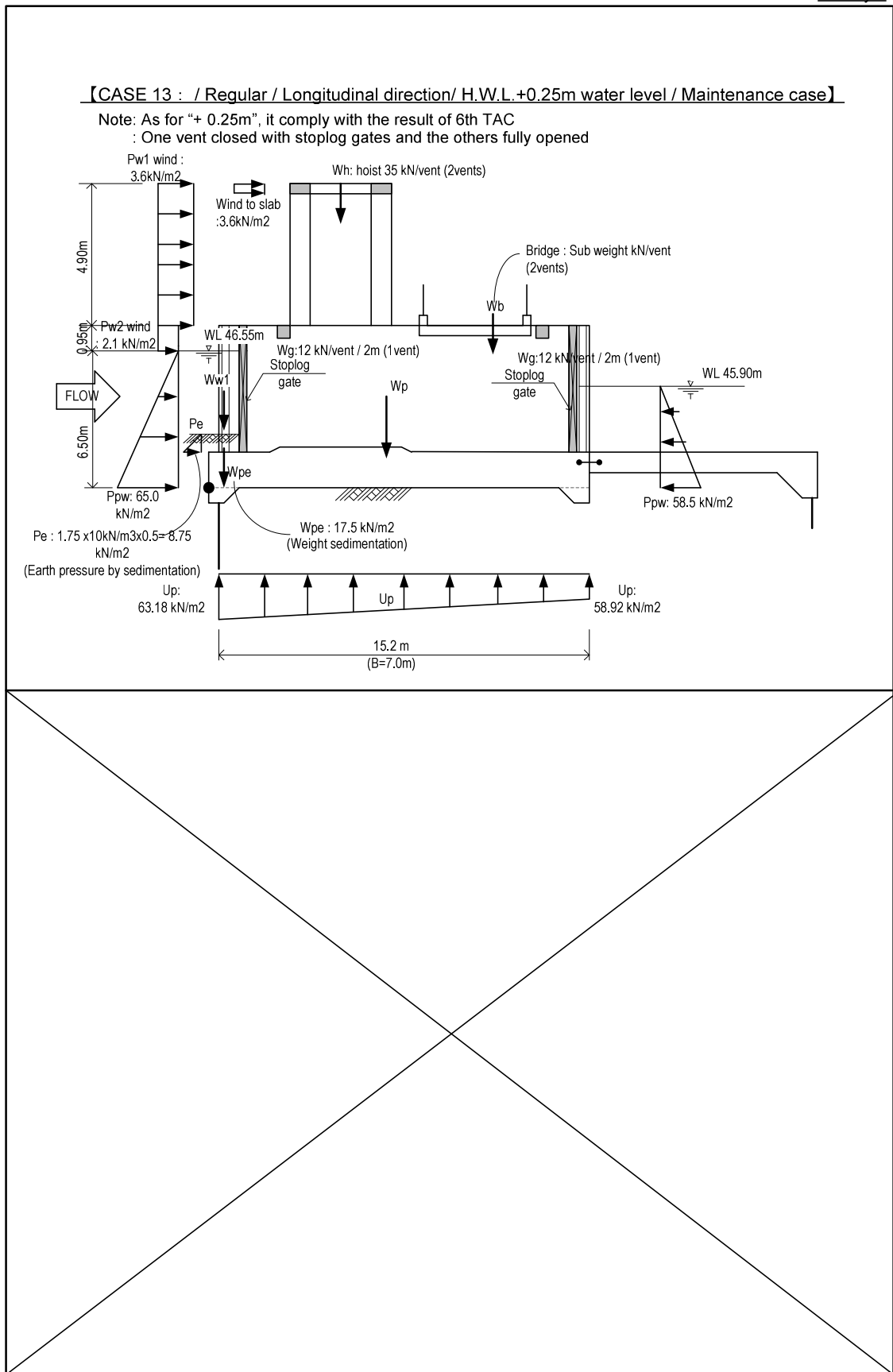


図 11-3.28 サヘリア堰の荷重図 (CASE 13)

(3) 構造解析の検討結果

表 11-3.6~11-3.10 に示すように、各堰の部材ごとに算定された応力に対する必要な鉄筋量とそれぞれの応力値は必要な安全性を満たしている。下図は各堰のフレーム解析のモデルである。構造検討は下図のモデルに基づき検討を行った。

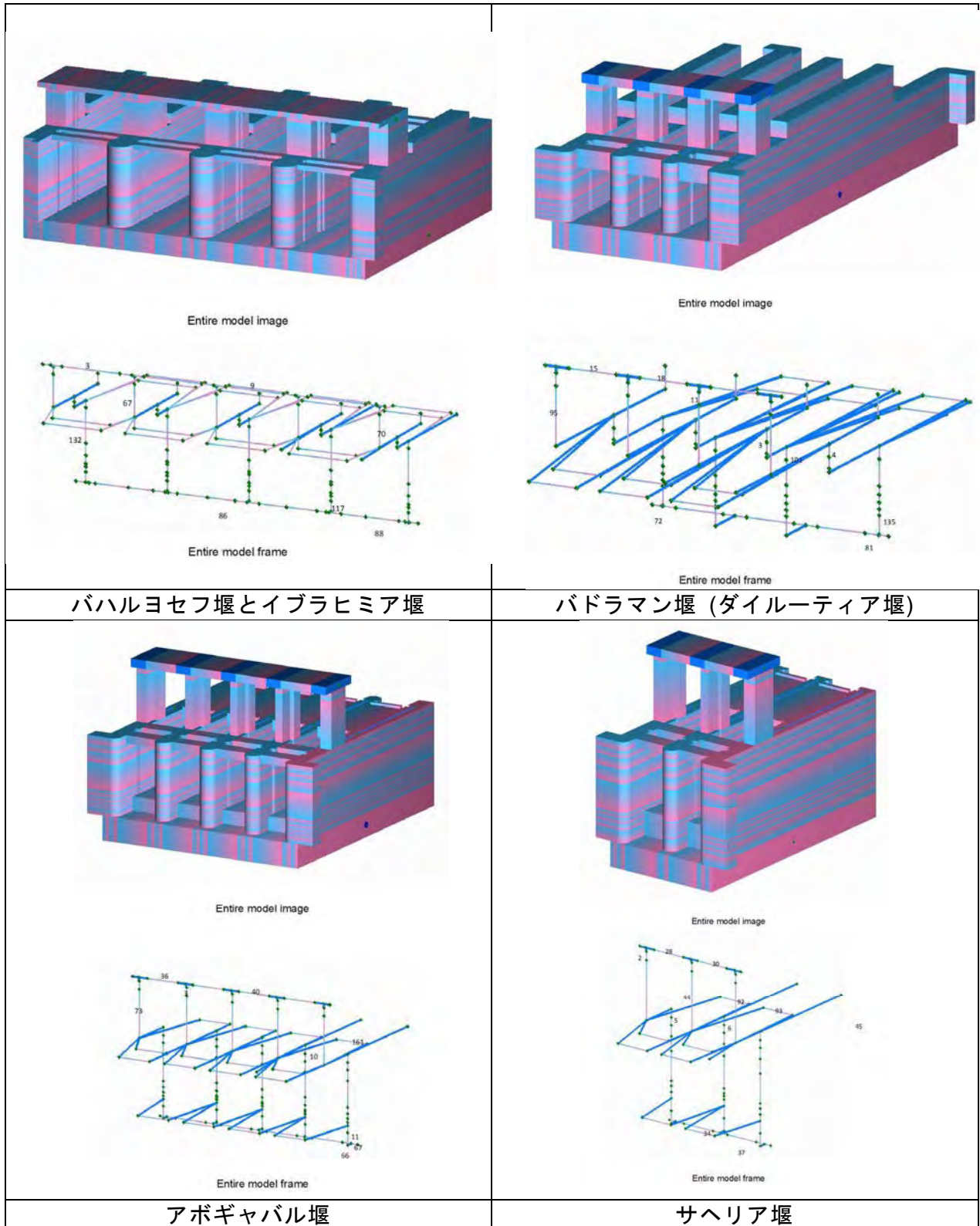


図 11-3.29 各堰の構造モデル

表 11-3.6 バハルヨセフ堰の構造計算結果

Name of target element	Outline of target element	Bar arrangement	Normal or Seismic	element No	Loading Case	Moment direction	Actual stress by structural analysis			$\sigma_c(N/mm^2)$	$\sigma_s(N/mm^2)$	$\sigma's(N/mm^2)$	$\tau(N/mm^2)$	Judgement
							M(kN·m)	N(kN·m)	S(kN·m)	c _{ca} (N/mm ²)	s _{ca} (N/mm ²)	s' _{ca} (N/mm ²)	t _{ca} (N/mm ²)	
Upper pier at abutment		D16@200	Normal	70	5	-	-2,587.5	2,008.1	-913.6	3.05	154.31	35.29	0.15	OK
			Seismic	70	10		-2,702.9	1,979.8	-913.4	9.50	200	200	0.70	
Upper pier at center		D16@200	Normal	67	5	-	-1,657.8	2,723.7	564.7	1.43	10.85	20.23	0.07	OK
			Seismic	67	10		-1,583.1	2,748.0	695.8	9.50	200	200	0.70	
Pier at abutment		D16@200	Normal	132	5	-	-11,831.4	9,639.0	457.2	1.69	64.11	20.93	0.01	OK
			Seismic	132	10		-13,018.0	9,312.3	834.2	9.50	200	200	0.70	
Pier at center		D16@200	Normal	117	6	-	-22,612.0	19,025.8	1,072.1	0.58	0.00	8.41	0.02	OK
			Seismic	117	9		-24,164.3	18,330.7	2,880.9	9.50	200	200	0.70	
Gate operation stage		D16@200	Normal	9	13	Tension at upper side	-782.2	-551.9	-36.5	1.61	157.60	5.45	0.01	OK
			Seismic	9	12		-534.8	-600.4	-36.7	9.50	200	200	0.70	
		D16@200	Normal	3	13	Tension at lower side	-339.8	-167.1	405.2	0.69	48.35	6.38	0.07	OK
			Seismic	3	12		-196.2	-190.9	409.5	9.50	200	200	0.70	
Bottom foundation		D18@200	Normal	86	3	Tension at upper side	-14,179.1	906.2	6,619.0	2.12	199.15	19.69	0.13	OK
			Seismic	88	9		-8,473.1	5,677.6	3,590.9	9.50	200	200	0.70	
		D18@200	Normal	86	13	Tension at lower side	-2,335.2	1,327.7	4,532.6	1.16	56.15	13.60	0.07	OK
			Seismic	86	12		-2,677.3	1,431.5	4,491.1	10.92	230	230	0.81	
									0.33	18.15	3.74	0.09	OK	
									9.50	200	200	0.70	OK	
									0.38	21.88	4.28	0.09	OK	
									10.92	230	230	0.81	OK	

表 11-3.7 イブラヒミア堰の構造計算結果

Name of target element	Outline of target element	Bar arrangement	Normal or Seismic	element No	Loading Case	Moment direction	Actual stress by structural analysis			σ'_c (N/mm ²)	σ'_s (N/mm ²)	σ'_{sa} (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Judgement
							M(kN·m)	N(kN·m)	S(kN·m)	cca(N/mm ²)	osa(N/mm ²)	osa(N/mm ²)	rsa(N/mm ²)	
Upper pier at abutment		D16@200	Normal	66	5	-	2,946.1	2,073.6	1,131.4	3.53	193.54	40.06	0.18	OK
			Seismic	66	10		2,829.2	2,105.0	1,135.3	3.33	177.34	38.11	0.18	OK
Upper pier at center		D16@200	Normal	67	5	-	-1,670.3	2,699.7	617.3	1.56	13.69	22.03	0.07	OK
			Seismic	67	10		1,702.8	2,725.3	743.8	1.66	15.68	23.35	0.09	OK
Pier at abutment		D16@200	Normal	136	5	-	-13,026.6	9,682.2	-741.5	1.78	69.21	21.93	0.01	OK
			Seismic	136	10		-13,964.6	9,292.8	-475.0	1.79	71.15	21.96	0.01	OK
Pier at center		D16@200	Normal	117	4	-	-23,082.2	18,995.4	594.2	0.57	0.00	8.39	0.01	OK
			Seismic	117	9		-24,515.8	18,235.3	2,886.8	1.13	12.26	16.68	0.05	OK
Gate operation stage		D18@200	Normal	6	13	Tension at upper side	-624.0	-475.5	31.9	1.42	141.30	4.09	0.01	OK
			Seismic	6	12		-444.2	-571.1	35.3	1.21	146.01	0.32	0.01	OK
		D18@200	Normal	12	13	Tension at lower side	-278.9	-137.3	-385.1	0.39	34.13	3.32	0.06	OK
			Seismic	12	12		-165.5	-182.9	-400.0	0.55	39.86	4.70	0.07	OK
Bottom foundation		D18@200	Normal	85	3	Tension at upper side	-13,535.0	581.0	11,014.1	2.02	193.71	18.47	0.21	OK
			Seismic	85	8		-13,235.1	583.0	10,690.8	2.00	189.58	18.42	0.20	OK
		D18@200	Normal	87	3	Tension at lower side	-1,882.4	441.4	14,338.7	0.28	22.32	3.36	0.27	OK
			Seismic	87	8		-1,907.4	467.6	13,941.8	0.29	22.47	2.98	0.27	OK

表 11-3.8 バドラン堰の構造計算結果

Name of target element	Outline of target element	Bar arrangement	Normal or Seismic	element No	Loading Case	Moment direction	Actual stress by structural analysis			$\sigma_c(N/mm^2)$	$\sigma_s(N/mm^2)$	$\sigma's(N/mm^2)$	$\tau(N/mm^2)$	Judgement
							M(kN·m)	N(kN·m)	S(kN·m)	$\sigma_{ca}(N/mm^2)$	$\sigma_{sa}(N/mm^2)$	$\sigma'sa(N/mm^2)$	$\tau_a(N/mm^2)$	
Upper pier at abutment		D16@200	Normal	95	4	-	122.6	225.4	72.8	1.22	31.41	12.87	0.06	OK
			Seismic	95	11	-	115.7	226.4	62.0	1.16	28.19	12.42	0.05	
Upper pier at center		D16@200	Normal	11	4	-	35.9	127.7	-24.8	0.34	2.58	4.18	0.02	OK
			Seismic	11	11	-	51.5	120.9	-28.8	0.53	8.58	6.10	0.02	
Pier at abutment (1)		D16@200	Normal	4	1	-	-2,814.3	1,740.7	129.0	0.84	42.59	9.75	0.02	OK
			Seismic	4	8	-	-3,785.3	1,429.7	169.5	0.93	50.83	10.57	0.02	
Pier at abutment (2)		D16@200	Normal	135	6	-	-20,595.9	3,451.1	1,346.8	0.66	17.38	8.84	0.05	OK
			Seismic	135	9	-	-20,771.3	3,206.7	1,171.0	0.65	17.64	8.72	0.04	
Pier at center (1)		D16@200	Normal	3	1	-	3,873.5	1,508.6	263.6	1.45	62.46	12.98	0.02	OK
			Seismic	3	11	-	2,449.6	892.1	71.4	1.43	77.47	10.76	0.01	
Pier at center (2)		D16@200	Normal	101	6	-	5,291.8	2,395.9	226.7	0.31	1.27	4.19	0.01	OK
			Seismic	101	9	-	4,477.9	1,905.2	231.2	0.25	1.10	3.40	0.01	
Gate operation stage		D16@200	Normal	18	3	Tension at upper side	-35.5	-20.9	-48.9	0.79	34.10	1.84	0.05	OK
			Seismic	18	12	Tension at upper side	-39.0	-24.7	-49.0	0.83	35.70	2.00	0.05	
		D16@200	Normal	15	3	Tension at lower side	-33.9	3.8	-32.9	0.22	8.50	2.19	0.03	OK
			Seismic	15	12	Tension at lower side	-37.3	1.8	-35.1	0.27	10.36	2.63	0.03	
Bottom foundation		D16@200	Normal	80	13	Tension at upper side	-905.2	357.6	-1,100.3	0.27	18.70	2.43	0.03	OK
			Seismic	80	12	Tension at upper side	-937.0	358.1	-986.2	0.28	19.56	2.50	0.02	
		D16@200	Normal	74	13	Tension at lower side	-1,107.4	348.2	1,008.2	0.33	24.43	2.88	0.03	OK
			Seismic	74	8	Tension at lower side	-1,144.2	349.5	797.6	0.33	24.40	2.88	0.03	

表 11-3.9 アボギヤバル堰の構造計算結果

Name of target element	Outline of target element	Bar arrangement	Normal or Seismic	element No	Loading Case	Moment direction	Actual stress by structural analysis			σ_c (N/mm ²)	σ_s (N/mm ²)	σ'_s (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Judgement
							M(kN·m)	N(kN·m)	S(kN·m)	σ_{ca} (N/mm ²)	σ_{sa} (N/mm ²)	σ'_{sa} (N/mm ²)	τ_a (N/mm ²)	
Upper pier at abutment		D16@200	Normal	73	5	-	43.0	210.5	28.2	0.39	2.51	4.88	0.02	OK
			Seismic	73	11	-	-12.0	210.0	6.5	0.20	0.00	2.79	0.00	OK
Upper pier at center		D16@200	Normal	3	13	-	29.8	128.1	-14.4	0.47	5.89	5.36	0.01	OK
			Seismic	3	8	-	31.2	165.5	-14.5	0.47	4.14	5.60	0.01	OK
Pier at abutment		D16@200	Normal	11	6	-	-3,108.3	2,381.5	794.8	0.87	26.08	11.06	0.04	OK
			Seismic	11	8	-	-2,921.8	2,402.6	308.1	0.67	14.66	8.82	0.03	OK
Pier at center		D16@200	Normal	10	6	-	-381.2	627.0	210.8	0.41	11.93	4.24	0.02	OK
			Seismic	10	8	-	-332.5	735.2	128.8	0.31	6.00	3.51	0.01	OK
Gate operation stage		D16@200	Normal	36	3	Tension at upper side	-29.6	0.8	-60.4	0.63	27.68	0.50	0.05	OK
			Seismic	36	8	Tension at upper side	-28.7	3.5	-59.1	0.64	26.80	1.07	0.05	OK
		D16@200	Normal	40	4	Tension at lower side	-11.9	-5.1	-12.2	0.11	4.62	0.81	0.01	OK
			Seismic	40	8	Tension at lower side	-12.6	-11.8	-15.1	0.04	5.27	0.42	0.01	OK
Management bridge		D16@200	Normal	161	4	Tension at upper side	-239.8	-30.3	338.1	2.22	144.66	2.21	0.13	OK
			Seismic	161	8	Tension at upper side	-235.9	-98.3	344.0	2.28	156.14	7.74	0.13	OK
		D16@200	Normal	158	3	Tension at lower side	-87.3	-91.1	-82.3	0.61	18.08	4.96	0.03	OK
			Seismic	158	8	Tension at lower side	-81.1	-88.5	-61.7	0.81	21.36	6.58	0.06	OK
Bottom foundation		D16@200	Normal	65	3	Tension at upper side	1,026.4	301.6	-648.9	0.45	28.15	4.37	0.04	OK
			Seismic	65	8	Tension at upper side	1,021.3	295.7	-623.6	0.45	28.95	4.41	0.03	OK
		D16@200	Normal	62	3	Tension at lower side	1,768.6	575.2	-250.7	0.47	21.54	5.23	0.01	OK
			Seismic	59	8	Tension at lower side	1,633.9	568.0	43.6	0.44	20.01	4.93	0.00	OK

表 11-3.10 サヘリア堰の構造計算結果

Name of target element	Outline of target element	Bar arrangement	Normal or Seismic element No	Loading Case	Moment direction	Actual stress by structural analysis			σ_c (N/mm ²)	σ_s (N/mm ²)	$\sigma's$ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Judgement	
						M(kN·m)	N(kN·m)	S(kN·m)	σ_{ca} (N/mm ²)	σ_{sa} (N/mm ²)	$\sigma'sa$ (N/mm ²)	τ_a (N/mm ²)		
Upper pier at abutment		D16@200	Normal	2	6	-	-38.4	102.5	5.8	0.45	7.01	5.12	0.01	OK
			Seismic	2	9	-	-24.7	95.8	7.1	0.25	1.68	3.04	0.01	OK
Upper pier at center		D16@200	Normal	44	6	-	42.7	289.0	27.7	0.63	1.67	8.24	0.02	OK
			Seismic	44	9	-	10.8	287.2	3.2	0.33	0.00	4.70	0.00	OK
Pier at abutment		D16@200	Normal	5	6	-	672.5	588.9	-297.7	0.41	32.50	4.15	0.03	OK
			Seismic	5	9	-	729.8	571.5	390.7	0.39	31.01	3.89	0.02	OK
Pier at center		D16@200	Normal	6	6	-	-674.4	480.1	730.7	0.23	4.09	2.74	0.06	OK
			Seismic	6	11	-	-1,024.5	365.4	766.1	0.13	1.50	1.75	0.07	OK
Gate operation stage		D16@200	Normal	30	5	Tension at upper side	-20.5	14.4	49.7	0.42	16.59	0.80	0.04	OK
			Seismic	30	8	Tension at upper side	-15.4	12.1	42.4	0.32	12.36	0.77	0.04	OK
		D16@200	Normal	28	3	Tension at lower side	-17.6	9.1	-46.2	0.33	14.41	0.17	0.04	OK
			Seismic	28	11	Tension at lower side	-12.9	5.8	-43.9	0.26	10.98	0.36	0.04	OK
Management bridge		D16@200	Normal	93	5	Tension at upper side	-210.9	-53.1	321.0	1.78	125.76	0.00	0.12	OK
			Seismic	93	8	Tension at upper side	-150.5	-37.5	264.7	1.36	95.96	5.98	0.14	OK
		D16@200	Normal	92	6	Tension at lower side	329.6	371.9	324.1	2.27	106.24	9.96	0.12	OK
			Seismic	92	11	Tension at lower side	333.8	312.2	-320.5	2.21	112.91	7.59	0.12	OK
Bottom foundation		D16@200	Normal	37	5	Tension at upper side	2,191.7	130.9	-857.7	0.51	28.04	5.50	0.05	OK
			Seismic	37	12	Tension at upper side	1,442.1	282.6	-721.3	0.31	13.79	3.52	0.03	OK
		D16@200	Normal	34	5	Tension at lower side	830.5	192.8	-714.7	0.39	25.71	3.77	0.04	OK
			Seismic	37	8	Tension at lower side	1,884.5	386.3	-1,005.9	0.38	15.29	4.44	0.05	OK