

### 付録3 超音波厚さ計による板厚調査の実施手順

#### (1) 調査に使用する機器

道路照明柱のような薄肉中空断面を有する部材の板厚を測定する場合、部材の片側の面から測定が可能である非破壊検査が有効である。したがって、板厚調査では、超音波パルス反射法を利用した機器（超音波厚さ計、超音波探傷器）を用いた非破壊検査を基本とする。

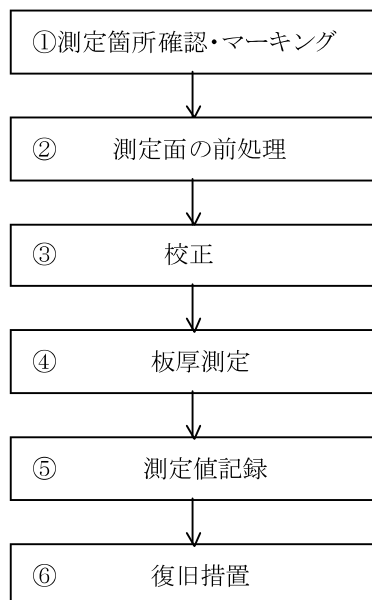
板厚調査の対象は、塗膜厚を含まない鋼母材厚である。超音波パルス反射法を利用した機器には、塗膜厚を含まない鋼母材厚を検出する機能を有するものと、そうでないものがある。後者の機器を用いた場合は、別途、塗膜厚を調査して測定値から差し引く必要がある。塗膜厚は、工場製作時の値を用いるか、膜厚計により測定するのがよい。



図-1 超音波厚さ計の一例

## (2) 調査の方法

標準的な板厚調査の流れを、図－2に示す。なお、本付録に示す板厚調査の方法は、「超音波パルス反射法による厚さ測定方法（JIS Z 2355）」に準拠している。



図－2 板厚調査の流れ

### ①測定箇所の確認・マーキング

調査項目に該当する箇所を確認し、油性マジックなどでマーキングを行う。

### ②測定面の前処理

板厚測定にあたっては、測定面の使用状況や腐食状況等に応じて、適切と考えられる前処理を施すこととする。

前処理が必要な場合としては、調査箇所の塗膜に異常が見られる場合、張り紙防止対策が施されている場合、また、路面境界部がアスファルトやインターロッキングブロック等で覆われており、調査箇所が露出していない場合などが挙げられる。測定面の塗装が健全で、表面が十分に平滑であり、測定精度に大きな影響を及ぼさないと考えられる場合には、必ずしも前処理を施す必要はない。

張り紙防止対策としては、張り紙防止塗装、張り紙防止シートが挙げられる。張り紙防止塗装については、一般の塗装の場合と同様に、表面が十分に平滑であれば、前処理を実施する必要はない。また、張り紙防止シートが施工されている場合で、鋼材に腐食が生じていないことが外観より明らかな場合には、板厚測定する必要がないので前処理を実施する必要はない。

表－1に前処理が必要な例を示す。

表－1 前処理が必要な例

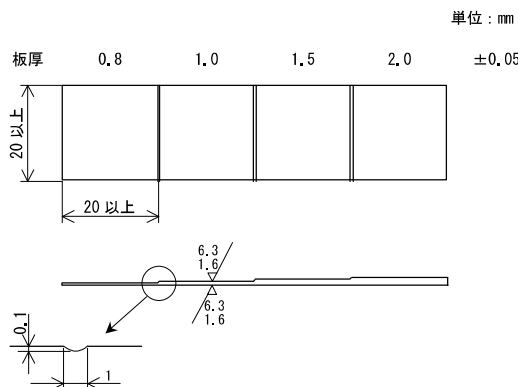
事 例	前 処 理 の 概 要
測定面に腐食による錆，浮いたスケール，異物の付着があり，凹凸がある場合	探触子を接触させる面は，平滑でないと測定精度が確保できない。よって，左記の場合，ワイヤブラシ等により，黒皮又は鋼材表面が現われるまで除去し，サンドペーパー等で表面を平滑に処理する。なお，ブラシ等で除去できない場合は，電動グラインダーにより除去し，探触子が設置できる面を確保する。
塗膜にふくれが見られる場合など，板厚測定にその影響が無視できない場合	塗膜剥離剤で塗膜を除去する。あるいはグラインダーで塗膜のみを除去する。
塗膜の劣化や発錆が生じていると窺える箇所に，張り紙防止シートが施工されている場合	測定箇所シートを撤去する。ただし，開口部の裏面から板厚測定が可能な場合には，シートを撤去せずそれによってもよい。
路面境界部がアスファルトやインターロッキングブロック，土砂などで覆われ，点検箇所が露出していない場合	ブレーカーやスコップなどで点検箇所を露出させる。この場合，ブレーカー等で支柱に傷をつけないよう十分留意すること。

③校正

測定機器については，調査において許容される誤差が±0.1mm 以内となるように予め校正を行うとともに，測定中においても適時校正值のチェックを実施し，所定の要求精度の確保に留意しなければならない。

測定精度を±0.1mm としたのは，一般的な道路照明柱基部の板厚は，4.0～4.5mm と規定されており，その精度が 0.1mm 単位で管理されていることを考慮したためである。また，校正值のチェックは，測定中少なくとも 1 時間ごと，及び測定終了直後に行い，校正值が前回の校正值よりも所定の許容値を超えている場合は，その間の測定を再実施するものとする。ここで，所定の許容値とは，測定に要求されている性能を鑑み，0.1mm とする。また，次の場合には必ず校正を行う。

- ・装置の作動に異常があると思われる場合
- ・装置の全部又は一部を交換した場合
- ・作業者が交替した場合



図－3 超音波厚さ計用の試験片の一例

#### ④板厚測定

超音波厚さ計を用いて、対象物の板厚を測定する。また、測定に用いる接触媒質については、グリセリン、ソニコート、グリース等の中から、状況に応じて最も適切と考えられるものを選定する。

鋼管の板厚は、内側から測定しようとする、対象が曲面であることから探触子と鋼材の間に隙間ができるため正確な測定ができないので、原則として外側から測定するものとする。

また、二振動子垂直探触子によって測定する場合、同一の測定点において音響隔離面の向きを90度変えて各1回測定し、表示値の小さい方を測定値とする。一振動子垂直探触子を採用する場合においても、2回測定を実施し、表示値の小さい方を測定値とする。

#### ⑤測定値の補正

測定値に塗膜厚（0.3mm未満）の影響が含まれている場合、次式によって鋼母材厚を求めてよい。

$$D = D_m \left[ \frac{D_c \times C}{C_c} \right]$$

ここに、D：鋼母材厚（mm）

D<sub>m</sub>：超音波厚さ計の表示値（mm）

D<sub>c</sub>：塗膜厚（mm）

C：鋼の音速（m/s）

C<sub>c</sub>：塗膜の音速（m/s）

} 表-2の参考値を参照のこと

表-2 種々の物質の音速の参考値（縦波） 単位（m/s）

アルミニウム	6260	テフロン	1400
鋼	5870～5900	アクリル樹脂	2720
SUS304	5790	エポキシ樹脂	2500～2800
亜鉛	4170	塩化ビニール	2300
鋳鉄	3500～5600	ポリエチレン	1900

#### ⑥測定値記録

板厚計に表示される測定値を記録する。ただし、裏面の腐食等が原因で表示値が推定した厚さと大きく異なる場合、表示値がばらつく場合、表示値が得られない場合などは、測定点を若干移動させ再度測定を行うこととする。なお、エコー波形が画面に表示される機器を用いれば、板厚分布を連続的に調査できるので、測定値がばらつく対象物の現状把握に役立つ。

#### ⑦復旧措置

測定面に前処理を施した場合は、測定箇所の耐久性を損なわないように、測定後速やかに原状と同等以上の復旧措置を行うこととする。なお、復旧措置が不適切な場合には、腐食をより進行させる恐れがあるため、復旧方法の選定には十分留意する。

以下に、復旧措置の例を挙げる。

- ・塗装を除去した箇所は、鋼材表面の水分を除去し、ジンクリッチペイントや常温亜鉛めっき塗料などの、ある程度長期間の防食効果が期待できる塗料で再塗装を行うことを基本とする。全



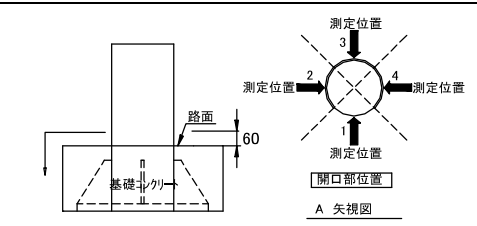
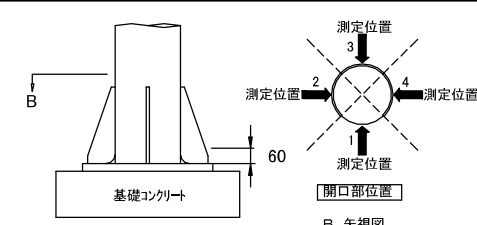
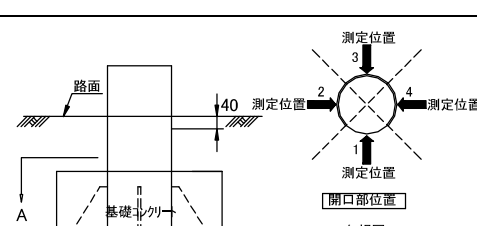
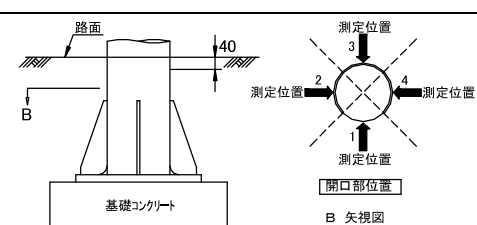
面的な塗り替えを行う場合には、塗装仕様の選定に留意する。

- 塗り重ねを行う場合には、塗料の組み合わせが適切でないと、塗膜間の圧着が不良になったり、下層塗膜が膨潤してしわになることがあるので、塗料の適切な組み合わせを選定しなければならない。
- 張り紙防止シートを調査のために撤去した箇所については、同様の効果を有する塗装を速やかに実施する。
- 路面境界部の埋め戻しを行う場合には、タールエポキシ塗装などの重防食塗装を行うことが望ましい。

(3) 調査項目

過去の知見から腐食の発生事例が多く、かつ腐食による板厚減少が耐久性に重大な影響を及ぼす箇所を点検部位に規定した。

表-3 板厚調査該当箇所概念図

点検部位	形式	調査箇所		概念図	
		位置	点数		
柱・基礎境界部	基礎が露出している場合	コンクリート基礎	基礎コンクリート 上端から60mm以内	4	
柱・ベースプレート溶接部	アンカーボルト基礎	ベースプレート上	面から60mm以内	4	
路面境界部	基礎が露出している場合	コンクリート基礎	路面(地表面)から下へ40mm付近	4	
	アンカーボルト基礎	路面(地表面)から下へ40mm付近	4		

点検部位	形式	調査箇所		概念図
		位置	点数	
電気設備用開口部	独立型	開口部枠下50mm以内	4	
		開口部(箱)の下部側面※	2	
	共架型	開口部上の直線部50mmの範囲	4	
開口部(箱)の下部側面※	2			
支柱本体	独立型 共架型	塗膜の劣化や発錆が著しい箇所	4	
バンド部	共架型	塗膜の劣化や発錆が著しい箇所	8	

### ①柱脚部

柱・基礎境界部、柱・ベースプレート溶接部、路面境界部は、過去の知見から最も腐食している可能性が高い箇所である。

これら柱脚部が、アスファルト、インターロッキングブロックや土砂などの場合で、点検部位が覆われている場合には、点検部位を露出させてから調査する必要がある。

#### ア) 基礎が露出している場合

##### a) コンクリート基礎

基礎コンクリート上端から60mm以内で、測定可能な最も低い箇所の円周上4点を測定する。

##### b) アンカーボルト基礎

ベースプレート上面から60mm以内で、円周上4点を測定する。

#### イ) 基礎が露出していない場合

##### a) コンクリート基礎

路面（地表面）から下へ40mm付近で、円周上4点を測定する。

b) アンカーボルト基礎

路面（地表面）から下へ40mm付近で、円周上4点を測定する。

②電気設備用開口部

雨水の浸入により腐食している事例が多い箇所である。

ア) 独立型

開口部枠下50mm以内で、円周上4点を測定する。また、開口部が曲面形状ではなく、箱形状となっている場合には、開口部（箱）の下部側面についても2点測定すること。

イ) 共架型

開口部上の直線部50mmの範囲で、円周上4点を測定する。また、開口部が曲面形状ではなく、箱形状となっている場合には、開口部（箱）の下部側面についても2点測定すること。

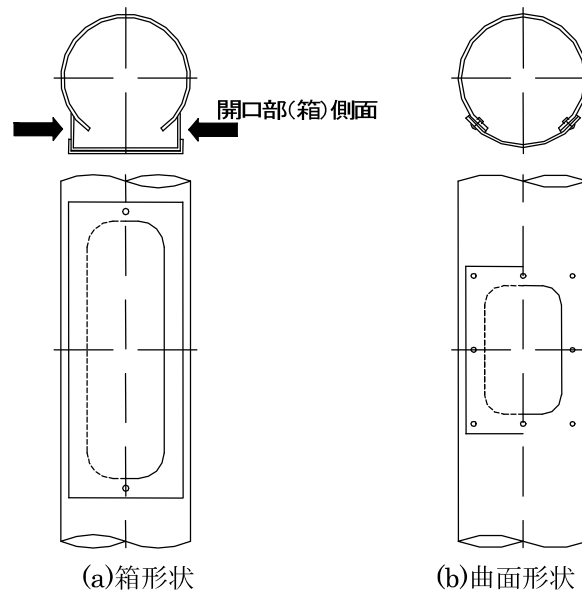


図-4 電気設備用開口部の形状

③支柱本体

塗膜の劣化や発錆が著しい箇所や、板厚減少が生じている疑いのある箇所について、円周上4点を測定する。

④バンド部

塗膜の劣化や発錆がある箇所や、板厚減少が生じている疑いのある箇所について、上下バンドとも4箇所ずつ、計8箇所を測定する。

なお、バンド部の測定についても、超音波パルス反射法を利用した機器を用いることを基本とする。なお、ノギスを用いた方が簡便に測定できる場合には、これを用いても差し支えないものとする。



塗膜の劣化が  
著しい箇所

(a) 外面

(b) 内面

図-5 共架型バンド部における塗膜の劣化例

## 付録4 き裂探傷試験の実施手順

### (1) 磁粉探傷試験

磁粉探傷試験の試験方法は、JIS G 0565「鉄鋼材料の磁粉探傷試験方法及び欠陥磁粉模様の等級分類」により実施するものとする。

磁粉探傷試験には、湿式法、乾式法及び磁化方法によっても種々の方法があるので、現場においては、き裂の検出に際して適当と思われる方法にて実施するものとする。

なお、近年の鋼製橋脚の疲労き裂調査結果の例からは、精度がよい方法として湿式蛍光磁粉探傷を採用するのが望ましい。

ここでは、参考までに簡単に実施手順を述べる。

#### ①使用資器材

- ・磁粉探傷器
- ・磁粉散布器
- ・磁粉
- ・塗膜剥離材
- ・清浄液
- ・布，ペーパータオル，ブラシ

#### ②実施手順

##### a. 前処理

試験箇所表面に付着している汚れ，油，塗膜などの除去を行う。汚れ，油の除去は，清浄液により布，ペーパータオルを使用して拭き取りを行う。また，塗膜の除去は，塗膜剥離材を使用し，き裂をつぶさないように行うものとする。

- ・前処理の範囲は，試験範囲より母材側に20mm以上広く行うことを原則とする。
- ・乾式用磁粉を用いる時は，表面をよく乾燥しておかなければならない。
- ・焼損を防ぎ，通電を良くするために，試験箇所の電極の接触部分をきれいに磨いておかなければならない。

##### b. 磁化

- ・試験箇所に適量の磁粉を静かに吹き付けるか散布する。
- ・磁粉探傷器を使用して，予測される欠陥の方向に対して直角になるように，磁化を行う。

##### c. 磁粉模様の観察

- ・磁粉模様の観察は，原則として磁粉模様が形成した直後に行う。
- ・確認された磁粉模様が欠陥によるものであると判定しにくい時は，脱磁を行い必要に応じて表面状態を変更して再試験を行う。

##### d. 後処理

- ・試験が終了したら，磁粉を除去し，塗装を行う。

## (2) 浸透探傷試験

浸透探傷試験方法は、J I S Z 2343「浸透探傷試験方法及び欠陥指示模様の等級分類」により実施するものとする。

浸透探傷試験用資材については、種々のものが市販されている。各々の製品について使用手順は異なっている部分もある。

ここでは、参考までに J I S 規格に示された一般的手順について述べる。

### ①使用資材

- ・洗浄液
- ・浸透液
- ・現像液
- ・塗膜剥離材
- ・布，ペーパータオル
- ・ブラシなど

### ②実施手順

#### a. 前処理

試験体に付着した油脂類，塗料，錆，汚れなどの表面付着物，及び欠陥中に残留している油脂類，水分などを十分取り除く。

- ・前処理の範囲は，試験部分より外側に25mm以上広い範囲に行う。
- ・塗膜がある場合は，塗膜剥離材を使用してき裂をつぶさないように塗膜を除去する。
- ・油脂類などは，洗浄液を染み込ませた布，ペーパータオルにて十分ふき取る。
- ・処理後は，洗浄液，水分などを十分乾燥させる。

#### b. 浸透処理

- ・刷毛，スプレーなどにより，浸透液を試験部分に塗布する。
- ・浸透時間は，一般的に15～50℃の範囲では表-1に示す値を基準とする。3～15℃の範囲においては，温度を考慮して時間を増し，50℃を越える場合，また，3℃以下の場合，浸透液の種類，試験体の温度などを考慮して別に定める。

表-1 浸透時間と現像時間（最小時間）

材 質	形 態	欠陥の種類	浸透時間 (分)	現像時間 (分)
アルミニウム，マグネシウム，鉄鋼，真ちゅう，青銅，チタニウム，耐熱合金	鋳造品，溶接物	コールドシャット，ポロシティ，融合不良 (全ての形態)	5	7
	押し出し棒，鍛造品	ラップ，割れ (全ての形態)	10	7

#### c. 洗浄処理と除去処理

洗浄液を染み込ませた布又はペーパータオルで，試験体表面についている余剰の浸透液を拭き取り，乾燥させる。

d. 現像処理

現像液を、試験体表面に刷毛又はスプレーにて一様に塗布する。

e. 観察

欠陥の指示模様の観察は、現像液塗布後7～30分の間に行う。もし、指示模様の大きさに変化がないときは、それ以上の時間が経過しても差し支えない。

指示模様が、欠陥かどうか不明な時は、試験のやり直しを行うか、別の適切な試験方法にて欠陥の確認を行う必要がある。

f. 後処理

試験が終了したら、現像材を除去する。除去は、ブラッシング又は布などでふき取りを行い、塗装を除去した場合は、塗装を行う。



## 付録5 限界板厚の一覧及び算出例

### (1) 限界板厚について

本要領（案）では、板厚調査による損傷度判定において、測定結果による残存板厚と、管理板厚又は限界板厚とを比較して判定を行うものとしている。

ここで、限界板厚とは設計荷重に対して許容応力度を超過しない板厚のことであり、対象となる道路附属物の形状寸法、材料等により固有の値をとるものである。ただし、これには風振動等による疲労損傷を考慮していないので、疲労の影響を考慮すべきと判断される部位においては、適用してはならない。

設置されている道路附属物は多種多様であり、各道路附属物の標準図集、設計基準等に記載されているもの（以下「標準タイプ」という。）以外のものも多く存在し、全ての道路附属物について限界板厚を提示することは容易ではない。そこで、本資料では、各道路附属物の標準タイプとされるものについて限界板厚を算出し、提示した。したがって、これら標準タイプに抛り難い道路附属物の限界板厚については、設計図書や後述する限界板厚算出例等を参考に、別途算出されたい。

### (2) 道路照明の限界板厚

道路照明の限界板厚の算定は、(社)日本照明器具工業会「JIL 1003 照明用ポール強度計算基準」に準じて算出するものとする。なお、道路照明の限界板厚は、発生断面力の大きい柱下端において算出している。

表－2. 1に示す計算条件に基づいて計算した標準タイプの限界板厚一覧を、表－2. 2に示す。

表－2. 1 計算条件

計 算 条 件			
計算風速	60 m/sec		
照明器具受圧面積	KSC-4	正面	0.11 m <sup>2</sup>
		側面	0.17 m <sup>2</sup>
	KSC-7	正面	0.16 m <sup>2</sup>
		側面	0.25 m <sup>2</sup>
	KSN-2-H	正面	0.10 m <sup>2</sup>
		側面	0.17 m <sup>2</sup>
	KSN-3-H	正面	0.10 m <sup>2</sup>
		側面	0.17 m <sup>2</sup>
風力係数	柱(丸形断面の場合)	0.7	
	照明器具(ハイウェイ形, ポールヘッド形の場合)	0.7	
材質	SS400		
計算方式	JIL 1003		

### (3) 標識柱の限界板厚

標識柱の限界板厚は、(社)日本道路協会「道路標識設置基準・同解説 昭和62年1月」に従って算出するものとする。表-3.1に示す計算条件に基づいて計算した標識柱の限界板厚一覧を、表-3.2に示す。表-3.1計算条件に該当しない標識柱の限界板厚については、別途算出されたい。なお、F型、逆L字型及びT型標識柱の限界板厚については、断面力の大きい柱下端において算出している。門型標識柱については、柱上下端の限界板厚をそれぞれ算出し、大きい方を採用している。

標識柱の構造寸法は、街路条件や標識の種類により多種多様であることから、全ての標識柱に対して限界板厚を提示することは容易ではない。そこで、本資料では、限界板厚の算定において支配的となる支柱径、梁径、標識板面積、支柱高さ、梁長さ等を、各地方整備局の標準図集等に記載されている構造寸法をもとにパラメータ表示し、限界板厚を整理した。

ここで、表-3.2に示す限界板厚最大値とは、各パラメータの範囲内で構造寸法が最大値をとる場合、つまり限界板厚の算定にあたって最も厳しい荷重状態となる構造寸法を想定した場合の限界板厚である。また、限界板厚最小値とは、各パラメータの範囲内で構造寸法が最小値をとる場合、つまり最も小さい荷重状態となる構造寸法を想定した場合の限界板厚である。

したがって、表-3.2に示す限界板厚は、各パラメータに当てはまる標識柱の限界板厚の上限値と下限値を示したものであり、板厚調査による損傷度判定を行う場合には、上限値である限界板厚最大値を用いることが、最も安全側の評価となる。なお、限界板厚は、形状寸法、計算条件が明らかとなれば一義的に決まるものであるため、各パラメータに当てはまる標識柱であっても、板厚調査で残存板厚が限界板厚最大値を下回った場合には、更新・補強等の対策の前に、正確な形状寸法及び計算条件のもと、後述する限界板厚算出例を参考に限界板厚を算出することが望ましい。ただし、計算を省略する場合は、安全側である限界板厚最大値を用いるものとする。

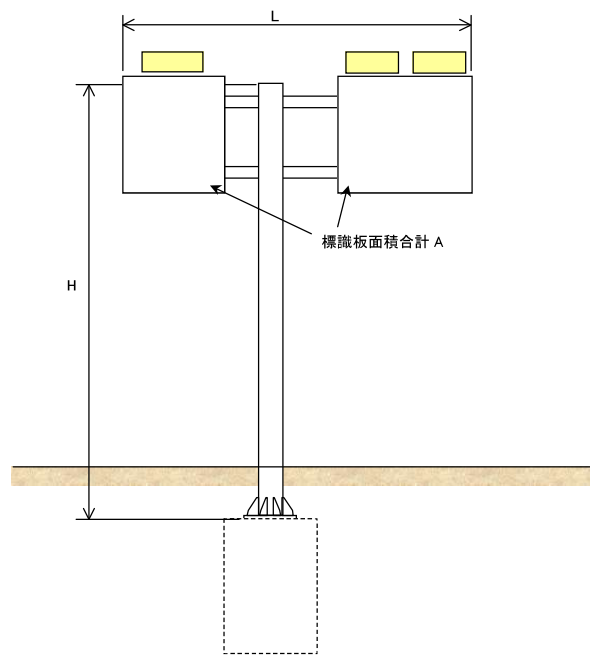
表-3.1 計算条件

	計 算 条 件	
計算風速	50 m/sec (片持ち式・両持ち式・門型式)	
風力係数	標識板, 照明器具	1.2
	柱 (丸形断面の場合)	0.7
照明器具受圧面積	0.19m <sup>2</sup> /灯	
固定荷重	標識板	196.1N/m <sup>2</sup>
	照明器具	686.5N/灯
材質	STK400	
計算方式	道路標識設置基準・同解説	
その他	標識板の取付方法は、固定構造とする。	

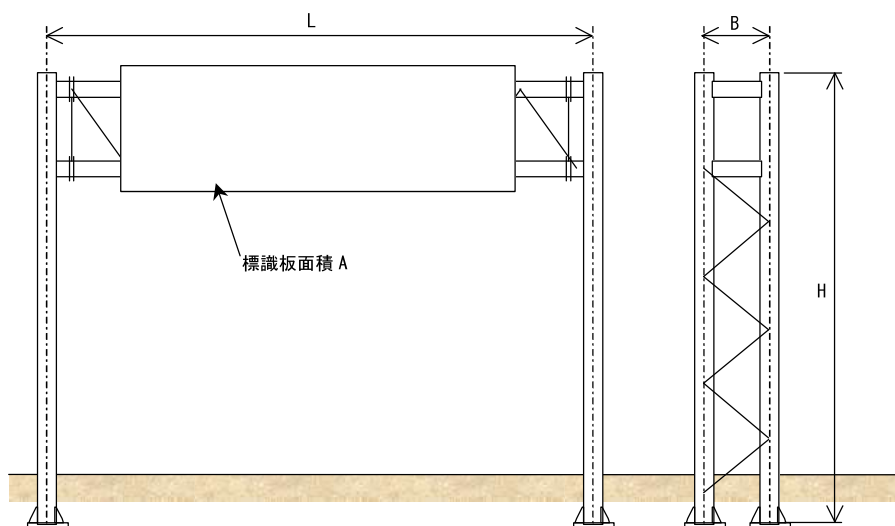
表-3.2 (e) 標識柱の限界板厚 (門型)

種別	支柱径 φ mm	梁径 φ mm	支柱間隔 B mm	標識板面積 A m <sup>2</sup>	支柱高さ H m	梁長さ L m	限界板厚最小値 t <sub>min</sub> mm	限界板厚最大値 t <sub>max</sub> mm
門型 (TYPE I) (外照無し)	139.8	60.5	800 ≦B< 1,000	9.00 <A≦ 10.98	H≦ 7.00	10.00 <L≦ 11.10	3.9	4.6
		76.3		10.98 <A≦ 21.42	H≦ 7.00	11.10 <L≦ 16.90	2.0	3.4
		101.6		21.42 <A≦ 30.60	H≦ 7.00	16.90 <L≦ 22.00	3.4	4.7
		139.8		30.60 <A≦ 41.76	H≦ 7.00	22.00 <L≦ 28.20	3.1	4.1
		139.8		41.76 <A≦ 48.06	H≦ 7.00	28.20 <L≦ 31.70	4.1	4.7
		165.2		48.06 <A≦ 56.16	H≦ 7.00	31.70 <L≦ 36.20	4.7	5.4
	267.4	60.5	1,000 ≦B	10.50 <A≦ 10.71	7.00 <H≦ 7.25	10.00 <L≦ 10.10	4.5	4.7
		76.3		10.71 <A≦ 23.94	7.00 <H≦ 7.25	10.10 <L≦ 16.40	1.9	3.8
		101.6		23.94 <A≦ 36.12	7.00 <H≦ 7.25	16.40 <L≦ 22.20	3.8	5.6
		139.8		36.12 <A≦ 50.19	7.00 <H≦ 7.25	22.20 <L≦ 28.90	3.6	5.0
		139.8		50.19 <A≦ 58.38	7.00 <H≦ 7.25	28.90 <L≦ 32.80	4.9	5.8
		318.5		58.38 <A≦ 68.67	7.00 <H≦ 7.25	32.80 <L≦ 37.70	3.9	4.7
門型 (TYPE II) (外照無し)	139.8	60.5	800 ≦B< 1,000	5.40 <A≦ 6.12	H≦ 7.00	10.00 <L≦ 10.40	2.8	3.1
		76.3		6.12 <A≦ 20.88	H≦ 7.00	10.40 <L≦ 18.60	1.4	3.4
		101.6		20.88 <A≦ 28.80	H≦ 7.00	18.60 <L≦ 24.00	3.4	4.6
		139.8		28.80 <A≦ 37.26	H≦ 7.00	24.00 <L≦ 28.70	4.7	5.9
		139.8		37.26 <A≦ 45.18	H≦ 7.00	28.70 <L≦ 35.10	3.8	4.6
		267.4		45.18 <A≦ 55.44	H≦ 7.00	35.10 <L≦ 41.50	3.1	3.6
	267.4	60.5	1,000 ≦B	6.30 <A≦ 7.35	7.00 <H≦ 7.25	10.00 <L≦ 10.50	3.1	3.6
		76.3		7.35 <A≦ 23.31	7.00 <H≦ 7.25	10.50 <L≦ 18.10	1.5	3.8
		101.6		23.31 <A≦ 34.65	7.00 <H≦ 7.25	18.10 <L≦ 24.50	3.8	5.6
		139.8		34.65 <A≦ 49.14	7.00 <H≦ 7.25	24.50 <L≦ 31.40	3.6	5.0
		139.8		49.14 <A≦ 55.44	7.00 <H≦ 7.25	31.40 <L≦ 36.40	4.9	5.7
		318.5		55.44 <A≦ 68.67	7.00 <H≦ 7.25	68.67 <L≦ 77.10	3.1	3.6
門型 (TYPE III) (外照無し)	114.3	60.5	800 ≦B< 1,000	2.70 <A≦ 2.97	H≦ 7.00	10.00 <L≦ 10.30	3.0	3.1
		76.3		2.97 <A≦ 13.14	H≦ 7.00	10.30 <L≦ 22.60	1.6	4.5
		101.6		13.14 <A≦ 18.45	H≦ 7.00	22.60 <L≦ 28.50	2.7	3.6
		139.8		18.45 <A≦ 22.23	H≦ 7.00	28.50 <L≦ 34.70	3.8	4.6
		139.8		22.23 <A≦ 3.68	7.00 <H≦ 7.25	10.00 <L≦ 10.50	3.2	3.7
		114.3		3.68 <A≦ 15.23	7.00 <H≦ 7.25	10.50 <L≦ 21.50	1.8	5.2
	216.3	60.5	1000 ≦B	3.15 <A≦ 3.68	7.00 <H≦ 7.25	10.00 <L≦ 10.50	3.2	3.7
		76.3		3.68 <A≦ 15.23	7.00 <H≦ 7.25	10.50 <L≦ 21.50	1.8	5.2
		101.6		15.23 <A≦ 22.05	7.00 <H≦ 7.25	21.50 <L≦ 29.00	3.0	4.2
		139.8		22.05 <A≦ 29.30	7.00 <H≦ 7.25	29.00 <L≦ 37.90	4.3	5.9
		139.8		29.30 <A≦ 33.15	7.00 <H≦ 7.25	33.15 <L≦ 39.30	3.0	4.2
		318.5		33.15 <A≦ 41.76	7.00 <H≦ 7.25	41.76 <L≦ 50.37	4.3	5.9

※支柱間隔については、狭いほうが限界板厚に対して安全側の評価となるため、最小値を用いて限界板厚最大値を算出している。その他のパラメータについては、最大値を用いて限界板厚最大値を算出している。



図－3. 3 T型標識柱の寸法図



図－3. 4 門型標識柱 (TYPE I) の寸法図

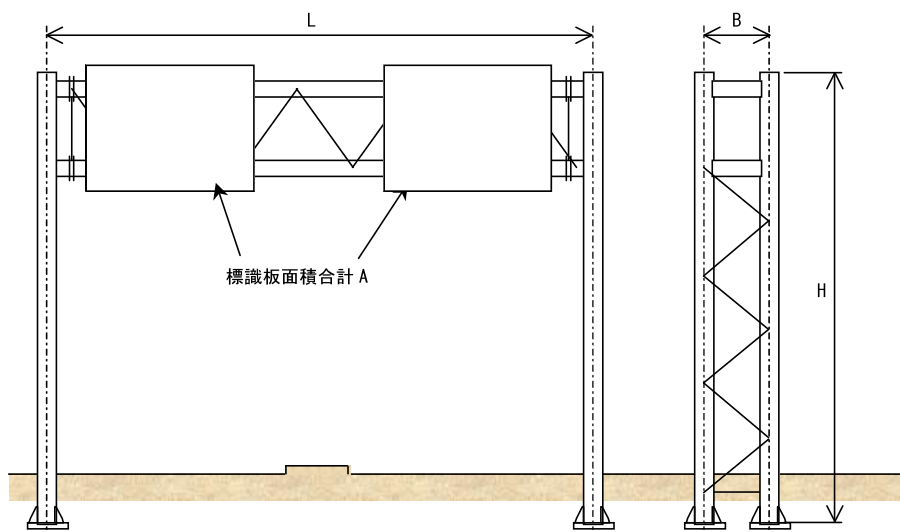


図-3.5 門型標識柱 (TYPE II) の寸法図

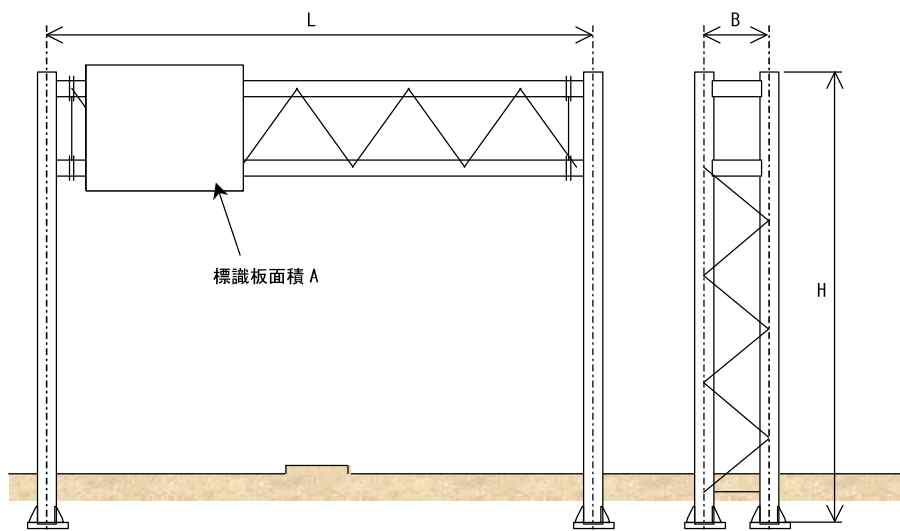


図-3.6 門型標識柱 (TYPE III) の寸法図

(6) 門型標識柱の限界板厚算出例

①形状寸法

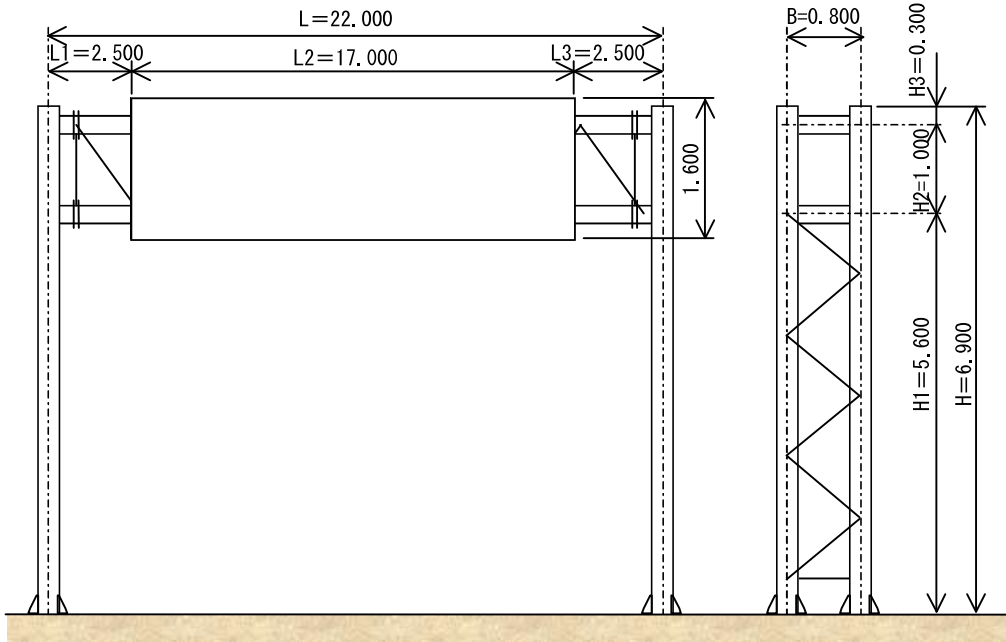


図-6. 1 形状寸法図

標識板 : 大きさ 1.600m×17.000m, 単位体積重量=196.1N/m<sup>2</sup>

梁主材 : 外径  $\phi = 89.1\text{mm}$ , 板厚  $t = 4.2\text{mm}$ , 単位体積重量  $\omega_1 = 86.2\text{N/m}$ , 鋼種 STK400

梁側面ワス材 : 外径  $\phi = 34.0\text{mm}$ , 板厚  $t = 2.3\text{mm}$ , 単位体積重量  $\omega_{1s} = 17.6\text{N/m}$ , 鋼種 STK400

梁上下面ワス材 : 外径  $\phi = 34.0\text{mm}$ , 板厚  $t = 2.3\text{mm}$ , 単位体積重量  $\omega_{1u} = 17.6\text{N/m}$ , 鋼種 STK400

柱主材 : 外径  $\phi = 216.3\text{mm}$ , 板厚  $t = 5.8\text{mm}$ , 単位体積重量  $\omega_2 = 295.3\text{N/m}$ , 鋼種 STK400

柱ワス材 : 外径  $\phi = 42.7\text{mm}$ , 板厚  $t = 2.3\text{mm}$ , 単位体積重量  $\omega_2' = 22.5\text{N/m}$ , 鋼種 STK400

②荷重の算定

ア) 梁に作用する荷重

a) 固定荷重

標識板  $\omega_{z1} = H4 \times 196.1 \text{N/m}^2 = 1.600\text{m} \times 196.1 \text{N/m}^2 = 313.8 \text{N/m}$

梁材  $\omega_{z2} = \text{梁主材} + \text{側面ヲス材} + \text{上下面ヲス材}$   
 $= 345.0 \text{N/m} + 70.5 \text{N/m} + 60.3 \text{N/m} = 475.7 \text{N/m}$

梁主材  $\omega_1 \times 4 \text{本} = 86.2 \text{N/m} \times 4 \text{本} = 345.0 \text{N/m}$

側面ヲス材  $\omega_{1s} \times 2 \text{面} / \cos \alpha = 17.6 \text{N/m} \times 2 \text{面} / 0.500 = 70.5 \text{N/m}$

上下面ヲス材  $\omega_{1u} \times 2 \text{面} / \cos \theta = 17.6 \text{N/m} \times 2 \text{面} / 0.585 = 60.3 \text{N/m}$

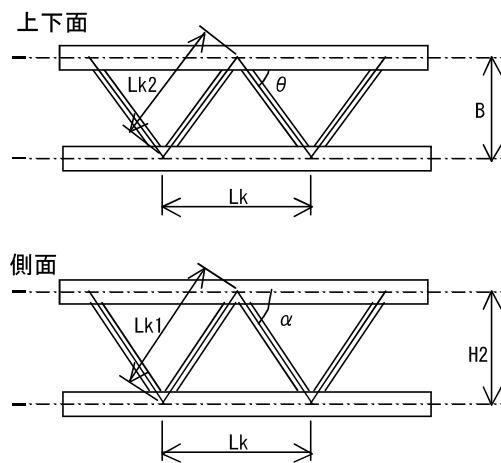
b) 風荷重 (フランジ部は無視する。)

標識板  $\omega_{x1} = H4 \times 1839 \text{N/m}^2 = 1.600\text{m} \times 1839.0 \text{N/m}^2 = 2942.4 \text{N/m}$

梁材  $\omega_{x2} = \text{梁主材} + \text{側面ヲス材}$   
 $= 382.4 \text{N/m} + 145.9 \text{N/m} = 528.3 \text{N/m}$

梁主材  $\phi \times 1073 \text{N/m}^2 \times 4 \text{本} = 0.0891\text{m} \times 1073 \text{N/m}^2 \times 4 \text{本} = 382.4 \text{N/m}$

側面ヲス材  $\phi \times 1073 \text{N/m}^2 \times 2 \text{面} / \cos \alpha$   
 $= 0.034\text{m} \times 1073 \text{N/m}^2 \times 2 \text{面} / 0.500 = 145.9 \text{N/m}$



図一 6 . 2 梁ヲス材の寸法図

Lk = 1.155m

Lk1 = 1.155m

LK2 = 0.987m

B = 0.800m

H2 = 1.000m

$\cos \alpha = 0.500$

$\cos \theta = 0.585$

c) 梁付根部に発生する断面力

(i) 固定時

$$\begin{aligned} \text{固定時反力 } R_{Bz} = R_{Cz} &= \frac{1}{2} \times \omega_{z1} \times L2 + \frac{1}{2} \times \omega_{z2} \times L \\ &= \frac{1}{2} \times 313.8 \text{N/m} \times 17.000 \text{m} + \frac{1}{2} \times 475.7 \text{N/m} \times 22.000 \text{m} = 7900.4 \text{N} \end{aligned}$$

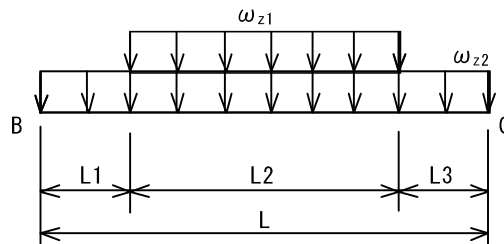


図-6.3 梁の荷重作用状態 (固定時)

(ii) 風時

$$\begin{aligned} \text{風時反力 } R_{Bx} = R_{Cx} &= \frac{1}{2} \times \omega_{x1} \times L2 + \frac{1}{2} \times \omega_{x2} \times (L1 + L3) \\ &= \frac{1}{2} \times 2942.4 \text{N/m} \times 17.000 \text{m} + \frac{1}{2} \times 528.3 \text{N/m} \times (2.500 \text{m} + 2.500 \text{m}) \\ &= 26331.2 \text{N} \end{aligned}$$

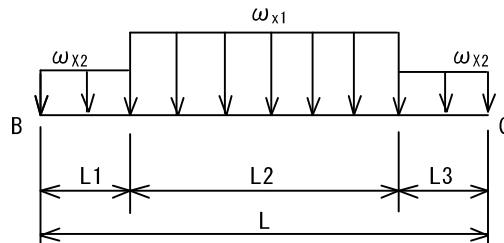


図-6.4 梁の荷重作用状態 (風時)

4) 柱に作用する荷重

a) 固定荷重

$$\text{梁反力 } R_{Bz} = 7900.4 \text{N}$$

$$\text{柱材 } \omega_{z3} = \text{柱主材} + \text{柱ヲチス材} = 590.5 \text{N/m} + 31.8 \text{N/m} = 622.3 \text{N/m}$$

$$\text{柱主材 } \omega_2 \times 2 \text{ 本} = 295.3 \text{N/m} \times 2 \text{ 本} = 590.5 \text{N/m}$$

$$\text{柱ヲチス材 } \omega_2' / \cos \beta = 22.5 \text{N/m} / 0.707 = 31.8 \text{N/m}$$



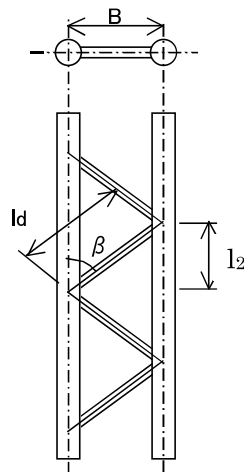


図-6. 5 柱サ材の寸法図

$$B = 0.800\text{m}$$

$$ld = 1.131\text{m}$$

$$l_2 = 0.800\text{m}$$

$$\cos \beta = 0.707$$

b) 風荷重

$$\text{梁反力 } R_{BX} = 26331.2\text{N}$$

$$\text{柱材 } \omega_{x3} = \phi \times 1073\text{N/m}^2 \times 2 \text{本} = 0.2163\text{m} \times 1073\text{N/m}^2 \times 2 \text{本} = 464.2\text{N/m}$$

c) 柱下端に発生する断面力

$$\begin{aligned} \text{鉛直力 } N_{AZ} &= R_{BZ} + \omega_{z3} \times H \\ &= 7900.4\text{N} + 622.3\text{N/m} \times 6.900\text{m} = 12194.4\text{N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{水平力 } H_{AX} &= R_{BX} + \omega_{x3} \times H \\ &= 26331.2\text{N} + 464.2\text{N/m} \times 6.900\text{m} = 29534.0\text{N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{風時曲げモーメント } M_{AX} &= R_{BX} \times H' + \frac{1}{2} \omega_{x3} \times H^2 \\ &= 26331.2\text{N} \times 6.100\text{m} + \frac{1}{2} \times 464.2\text{N/m} \times 6.900^2\text{m} \\ &= 171670.1\text{N}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

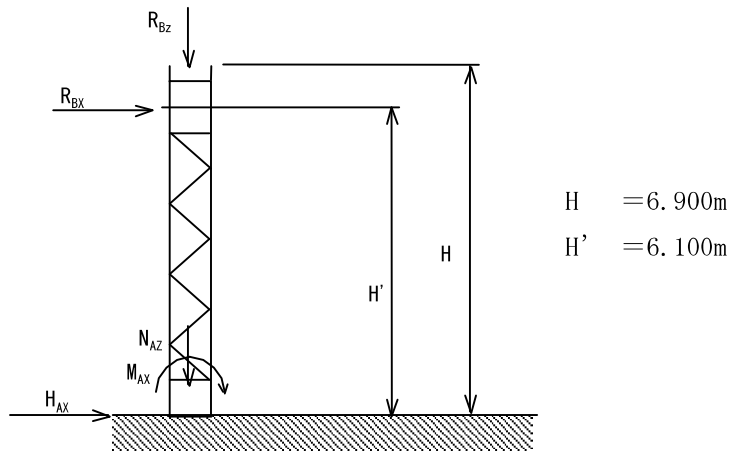


図-6.6 柱に作用する断面力図

ウ) 斜風時における断面力

柱脚部を反固定と仮定し、反曲点高比を75%とする。

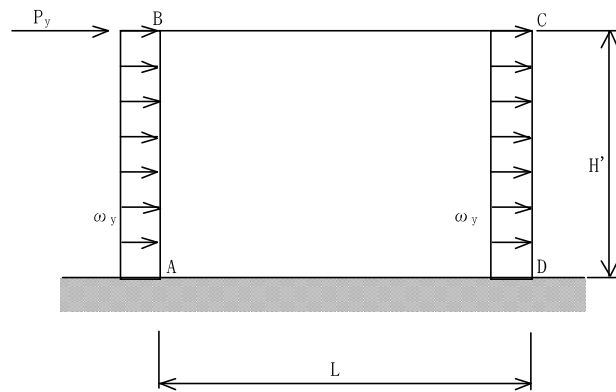


図-6.7 斜風時における荷重作用図

$$\text{梁反力} \quad P_y = \frac{1}{2} \times (R_{Bx} \times 2 \text{本}) = \frac{1}{2} \times (26331.2\text{N} \times 2 \text{本}) = 26331.2\text{N}$$

$$\text{柱材} \quad \omega_y = \frac{1}{\sqrt{2}} \times \omega_{x3} = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 464.0\text{N/m} = 328.2\text{N/m}$$

$$\begin{aligned} \text{水平力} \quad \Sigma H_y &= P_y + 2 \text{本} \times \omega_y \times H' = 26331.2\text{N} + 2 \text{本} \times 328.2\text{N/m} \times 6.100\text{m} \\ &= 30335.5\text{N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{斜風時曲げモーメント} \quad \Sigma M_y &= P_y \times H' + \frac{1}{2} \times 2 \text{本} \times \omega_y \times H'^2 \\ &= 26331.2\text{N} \times 6.100\text{m} + \frac{1}{2} \times 2 \text{本} \times 328.2\text{N/m} \times 6.100^2\text{m} \\ &= 172833.5\text{N}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

A点、B点、C点及びD点の断面力は、次のとおりとなる。

$$\begin{aligned}
\text{鉛直力} \quad V_{Ay} &= V_{Dy} = \Sigma M_y / L = 172833.5 \text{ N} \cdot \text{m} / 22.000 \text{ m} = 7856.1 \text{ N} \\
\text{水平力} \quad H_{Ay} &= H_{Dy} = \Sigma H_y / 2 = 30335.5 \text{ N} / 2 = 15167.8 \text{ N} \\
\text{曲げモーメント} \quad M_{By} &= M_{Cy} = \frac{1}{2} \times 0.75 \times \Sigma M_y = \frac{1}{2} \times 0.75 \times 172833.5 \text{ N} \cdot \text{m} \\
&= 64812.6 \text{ N} \cdot \text{m} \\
M_{Ay} &= M_{Dy} = \frac{1}{2} \times 0.25 \times \Sigma M_y = \frac{1}{2} \times 0.25 \times 172805.0 \text{ N} \cdot \text{m} \\
&= 21604.2 \text{ N} \cdot \text{m}
\end{aligned}$$

したがって、限界板厚の算定に用いる断面力は、次のとおりとなる。

$$\begin{aligned}
\text{圧縮力} \quad N_z &= N_{Az} + V_{Ay} = 12194.4 \text{ N} + 7856.1 \text{ N} = 20050.4 \text{ N} \\
\text{曲げモーメント} \quad M_y &= M_{By} = 64812.6 \text{ N} \cdot \text{m}
\end{aligned}$$

### ③限界板厚の算定

風時における柱下端の限界板厚と斜風時における柱上端の限界板厚のうち、大きい方を当該標識柱の限界板厚とする。

#### ア) 風時における柱下端の限界板厚

次に示す照査式の左項が 1.00 となる柱主材の板厚  $t$  を算出する。

$$\text{照査式} : \left( \frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{c \sigma_b}{f_b} \right) \frac{1}{1.5} \leq 1.00$$

ここに、

- $\sigma_c$  : 圧縮応力度
- $c \sigma_b$  : 曲げ応力度
- $f_c$  : 許容圧縮応力度
- $f_b$  : 許容曲げ応力度

#### ア) 柱主材の断面係数

柱主材の板厚を  $t = 2.52 \text{ mm}$  と仮定すると、断面定数は次のとおりとなる。

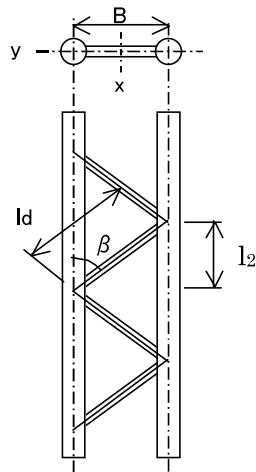
$$\begin{aligned}
\text{柱の径} \quad \phi &= 216.3 \text{ mm} \\
\text{板厚} \quad t &= 2.52 \text{ mm} \\
\text{断面積} \quad A_1 &= 1692.5 \text{ mm}^2 \\
\text{断面 2 次モーメント} \quad I_1 &= 9669900.1 \text{ mm}^4 \\
\text{断面 2 次半径} \quad r_1 &= 75.6 \text{ mm}
\end{aligned}$$

b) 柱材材の断面係数

径	$\phi = 42.7\text{mm}$
板厚	$t = 2.3\text{mm}$
断面積	$A_2 = 291.9\text{mm}^2$
断面 2 次モーメント	$I_2 = 59749.9\text{mm}^4$
断面 2 次半径	$r_2 = 14.3\text{mm}$

c) 主材断面

断面積	$A = 2 \times A_1 = 2 \times 1692.5\text{mm}^2 = 3384.9\text{mm}^2$
断面 2 次モーメント	$I_x = 2 \times \left( I_1 + \frac{1}{4} \times A_1 \times B^2 \right)$ $= 2 \times \left( 9669900.1\text{mm}^4 + \frac{1}{4} \times 1692.5\text{mm}^2 \times 800.0^2 \right)$ $= 560925844.1\text{mm}^4$
	$I_y = 2 \times I_1 = 2 \times 9669900.1\text{mm}^4 = 19339800.2\text{mm}^4$
断面係数	$Z_x = \frac{2 \times I_x}{B + \phi} = \frac{2 \times 560925844.1\text{mm}^4}{800\text{mm} + 216.3\text{mm}} = 1103858.8\text{mm}^3$ $Z_y = 2 \times Z_1 = 2 \times 89411.9\text{mm}^3 = 178823.9\text{mm}^3$
断面 2 次半径	$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{560925844.1\text{mm}^4}{3384.9\text{mm}^2}} = 407.1\text{mm}$ $r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{19339800.2\text{mm}^4}{3384.9\text{mm}^2}} = 75.6\text{mm}$



B	= 0.800m
l <sub>d</sub>	= 1.131m
l <sub>2</sub>	= 0.800m
cos β	= 0.707

図-6.8 柱寸法図

$$\text{組立材の圧縮比} \quad \lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{A}{n \times A_2} \times \frac{ld^3}{l_2 \cdot B^2}}$$

(「SI 単位版 鋼構造設計規準 2002 年 2 月 日本建築学会」参照)

$$= \pi \sqrt{\frac{3384.9\text{mm}^2}{1 \times 291.9\text{mm}^2} \times \frac{1131.4^3\text{mm}}{800.0\text{mm} \cdot 800.0^2\text{mm}}} = 18.0$$

$$\text{組立材の断面 2 次半径 } r_x = \sqrt{\left(\frac{B}{2}\right)^2 + r_1^2} = \sqrt{\left(\frac{800.0\text{mm}}{2}\right)^2 + 75.6^2\text{mm}} = 407.08\text{mm}$$

$\lambda_1 < 20$  より,

$$\text{x 軸細長比} \quad \lambda_x = \frac{2l_2}{r_x} = \frac{2 \times 800.0\text{mm}}{407.08\text{mm}} = 4$$

$$\lambda_{xe} = \lambda_x = 4$$

$$\text{y 軸細長比} \quad l_y = H' = 6100.0\text{mm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{r_y} = \frac{6100.0\text{mm}}{75.6\text{mm}} = 81$$

$\lambda_y > \lambda_{xe}$  より, 許容応力度を算定する細長比は 81 とする。

したがって, 許容圧縮応力度及び許容曲げ応力度は,  $f_c = f_b = 106.0\text{N/mm}^2$

$$\text{圧縮応力度 } \sigma_c = N_{Az}/A = 12194.4\text{N}/3384.9\text{mm}^2 = 3.6\text{N/mm}^2$$

$$\text{曲げ応力度 } \sigma_b = M_{Ax}/Z_x = 171670071.7\text{N}\cdot\text{mm}/1103858.8\text{mm}^3 = 155.5\text{N/mm}^2$$

$$\text{照査式: } \left(\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}\right) \frac{1}{1.5} = \left(\frac{3.6\text{N/mm}^2}{106.0\text{N/mm}^2} + \frac{155.5\text{N/mm}^2}{106.0\text{N/mm}^2}\right) \frac{1}{1.5} = 1.00$$

したがって, 風時における限界板厚  $t_{L1} = 2.52\text{mm}$  となる。

イ)斜風時における柱上端の限界板厚

次に示す照査式の左項が 1.00 となる柱主材の板厚  $t$  を算出する。

$$\text{照査式} : \left( \frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{c\sigma_b}{f_b} \right) \frac{1}{1.5} \leq 1.00$$

ここに、

- $\sigma_c$  : 圧縮応力度
- $c\sigma_b$  : 曲げ応力度
- $f_c$  : 許容圧縮応力度
- $f_b$  : 許容曲げ応力度

a) 柱主材の断面係数

柱主材の板厚を  $t=4.07\text{mm}$  と仮定すると、断面定数は次のとおりとなる。

柱の径	$\phi = 216.3\text{mm}$
板厚	$t = 4.07\text{mm}$
断面積	$A_1 = 2713.6\text{mm}^2$
断面 2 次モーメント	$I_1 = 15283904.2\text{mm}^4$
断面 2 次半径	$r_1 = 75.0\text{mm}$

b) 柱サス材の断面係数

径	$\phi = 42.7\text{mm}$
板厚	$t = 2.3$
断面積	$A_2 = 291.9\text{mm}^2$
断面 2 次モーメント	$I_2 = 59749.9\text{mm}^4$
断面 2 次半径	$r_2 = 14.3\text{mm}$

c) 主材断面

断面積	$A = 2 \times A_1 = 2 \times 2713.6\text{mm}^2 = 5427.3\text{mm}^2$
断面 2 次モーメント	$I_x = 2 \times \left( I_1 + \frac{1}{4} \times A_1 \times B^2 \right)$ $= 2 \times \left( 15283904.2\text{mm}^4 + \frac{1}{4} \times 2713.6\text{mm}^2 \times 800.0^2 \right)$ $= 898930256.5\text{mm}^4$
	$I_y = 2 \times I_1 = 2 \times 15283904.2\text{mm}^4 = 30567808.5\text{mm}^4$
断面係数	$Z_x = \frac{2 \times I_x}{B + \phi} = \frac{2 \times 898930256.5\text{mm}^4}{800\text{mm} + 216.3\text{mm}} = 1769025.4\text{mm}^3$
	$Z_y = 2 \times Z_1 = 2 \times 141321.4\text{mm}^3 = 282642.7\text{mm}^3$
断面 2 次半径	$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{898930256.5\text{mm}^4}{5427.3\text{mm}^2}} = 407.0\text{mm}$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{30567808.5\text{mm}^4}{5427.3\text{mm}^2}} = 75.0\text{mm}$$

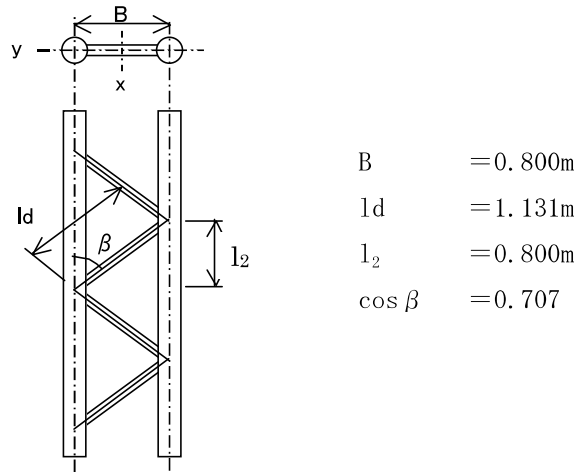


図-6.9 柱寸法図

組立材の圧縮比  $\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{A}{n \times A_2} \times \frac{ld^3}{l_2 \cdot B^2}}$

(「SI 単位版 鋼構造設計規準 2002 年 2 月 日本建築学会」参照)

$$= \pi \sqrt{\frac{5427.3\text{mm}^2}{1 \times 291.9\text{mm}^2} \times \frac{1131.4^3\text{mm}}{800.0\text{mm} \cdot 800.0^2\text{mm}}} = 22.8$$

組立材の断面 2 次半径  $r_x = \sqrt{\left(\frac{B}{2}\right)^2 + r_1^2} = \sqrt{\left(\frac{800.0\text{mm}}{2}\right)^2 + 75.0^2\text{mm}} = 406.98\text{mm}$

$\lambda_1 > 20$  より,

x 軸細長比  $\lambda_x = \frac{2l_2}{r_x} = \frac{2 \times 800.0\text{mm}}{406.98\text{mm}} = 4$

$$\lambda_{xe} = \sqrt{\lambda_x^2 + \lambda_1^2} = \sqrt{4^2 + 22.8^2} = 23$$

y 軸細長比  $l_y = H' = 6100.0\text{mm}$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{r_y} = \frac{6100.0\text{mm}}{75.0\text{mm}} = 81$$

$\lambda_y > \lambda_{xe}$  より, 許容応力度を算定する細長比は 81 とする。

したがって, 許容圧縮応力度及び許容曲げ応力度は,  $f_c = 106.0\text{N/mm}^2$ ,  $f_b = 156.7\text{N/mm}^2$

圧縮応力度  $\sigma_c = N_z/A = 20050.4\text{N}/5427.3\text{mm}^2 = 3.7\text{N/mm}^2$

$$\text{曲げ応力度 } \sigma_b = M_y / Z_y = 64812567.0 \text{ N}\cdot\text{mm} / 282642.7 \text{ mm}^3 = 229.3 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{照査式} : \left( \frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b} \right) \frac{1}{1.5} = \left( \frac{3.7 \text{ N/mm}^2}{106.0 \text{ N/mm}^2} + \frac{229.3 \text{ N/mm}^2}{156.7 \text{ N/mm}^2} \right) \frac{1}{1.5} = 1.00$$

したがって、斜風時における限界板厚  $t_{L2} = 4.07 \text{ mm}$  となる。

$t_{L2} > t_{L1}$  より、本標識柱の限界板厚  $t_L$  は、

$$t_L = t_{L2} = 4.07 \text{ mm} \doteq 4.1 \text{ mm} \text{ (小数第 2 位繰り上げ)}$$

となる。



## 付録6 損傷度判定及び対策検討の目安

「附属物（標識・照明施設等）の点検・対策要領（案）」では、発生した損傷の程度を判定するための、損傷度判定基準が規定されている。

本資料は、損傷度判定基準の一般的状況を現地で収集した損傷写真をもとに例示し、損傷度判定の一定の目安を表すものである。

なお、以下に「附属物（標識・照明施設等）の点検・対策要領（案）」における損傷度判定基準の抜粋を示す。

### 1. 損傷度判定基準


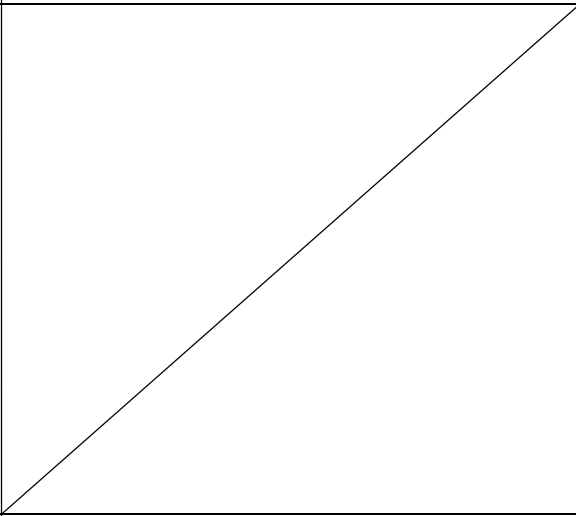

目視点検による損傷度判定基準は表-1.1のとおりとする。

表-1.1 目視点検による損傷度判定基準

判定区分	一般的状況
a	損傷が認められない。
c	損傷が認められる。
e	損傷が大きい。

表一解 1. 1 損傷度判定区分と損傷状況

点検方法	損傷内容	判定区分	損傷状況	備考	
目視点検	き裂	a	損傷なし		
		c	—		
		e	き裂がある。		
	腐食	防食機能の劣化	a	損傷なし	
			c	錆は表面的であり、著しい板厚の減少は視認できない。	
			e	表面に著しい膨張が生じているか、または明らかな板厚減少が視認できる。	
		孔食	a	損傷なし	
			c	孔食が生じている。	
			e	貫通した孔食が生じている。	
		異種金属接触腐食	a	損傷なし	
			c	—	
			e	異種金属接触による腐食がある。	
	ゆるみ・脱落	a	損傷なし		
		c	ボルト・ナットのゆるみがある。		
		e	ボルト・ナットの脱落がある。		
	破断	a	損傷なし		
		c	—		
		e	ボルトの破断がある。 支柱等の部材の破断がある。		
	変形・欠損	a	損傷なし		
		c	変形または欠損がある。		
		e	著しい変形または欠損がある。		
滞水	a	滞水の形跡が認められない。			
	c	滞水の形跡が認められる。			
	e	滞水が生じている。			

損傷 判定 区分	き裂	部 位	柱脚部（リブ取付溶接部）	
<b>e</b>			状 況 リブ取付溶接部に、き裂（写真では塗膜の割れ）が視認された。	要 因 振動によるものと考えられる。
<b>c</b>			状 況 	要 因 
<b>a</b>			状 況 健全な状態である。	要 因 —
			措置の目安 —	備 考 



損傷 判定 区分	腐食（防食機能の劣化）	部 位	柱脚部（路面境界部）	
<b>e</b>		状 況	路面を掘削したところ、埋設箇所 <sup>①</sup> に腐食による断面の貫通が確認された。	
		要 因	支柱と路面との隙間に水が滞水し、腐食を進行させたものと考えられる。	
		措置の目安	早急に更新する必要があると考える。	
		備 考		
<b>c</b>		状 況	路面を掘削したところ、埋設箇所 <sup>①</sup> に腐食が視認された。なお、板厚調査の結果、残存板厚は管理値を満足している。	
		要 因	支柱と路面との隙間に水が滞水し、腐食を進行させたものと考えられる。	
		措置の目安	塗替を行い腐食の進行を抑制するとともに、必要に応じてコンクリートなどで根巻きし、排水勾配を設ける。	
		備 考		
<b>a</b>		状 況	健全な状態である。	
		要 因	—	
		措置の目安	—	
		備 考		

損傷 判定 区分	腐食（防食機能の劣化）	部 位	柱脚部（アンカーボルト・ナット）	
<b>e</b>		状 況	全体的に腐食が発生しており、断面減少も著しい。	
		要 因	経年劣化と雨水が要因と考えられる。	
		措置の目安	新規部材に更新する必要があると考える。	
		備 考		
<b>c</b>		状 況	全体的に錆が発生している。断面減少は認められない。	
		要 因	経年劣化によるものと考えられる。	
		措置の目安	錆の進行を抑制するために、補修塗りが必要である。また、保護キャップの設置も有効であると考えられる。	
		備 考		
<b>a</b>		状 況	健全な状態である。	
		要 因	—	
		措置の目安	—	
		備 考		

損傷 判定 区分	腐食（防食機能の劣化）	部 位	柱脚部（リブ取付溶接部）	
<b>e</b>		状 況	腐食による断面の貫通が視認された。	
		要 因	エッジ部や溶接部の塗装不備により，腐食が発生し進行したものと考えられる。	
		措置の目安	早急に更新する必要があると考えられる。	
		備 考		
<b>c</b>		状 況	全体に錆が発生している。断面減少は視認されない。	
		要 因	経年劣化や溶接部の塗装不備により，腐食が発生し，進行したものと考えられる。	
		措置の目安	錆の進行を抑制するために，補修塗りを行う必要があると考えられる。	
		備 考		
<b>a</b>		状 況	健全な状態である。	
		要 因	—	
		措置の目安	—	
		備 考		



損傷 判定 区分	腐食（異種金属接触腐食）	部 位	支柱本体（取付バンド）	
<b>e</b>			状 況 支柱に取り付けられたバンド部に局所的な腐食が生じている。	
			要 因 バンドに雨水が滞水し腐食が生じたか，異種金属接触が要因と考えられる。	
			措置の目安 部分的な補修塗りを行うか，異種金属接触が原因の場合はバンドの更新が必要と考えられる。	
			備 考	
<b>c</b>			状 況	
			要 因	
			措置の目安	
			備 考	
<b>a</b>			状 況 健全な状態である。	
			要 因 —	
			措置の目安 —	
			備 考	




損傷 判定 区分	ゆるみ・脱落	部 位	アンカーボルト	
<b>e</b>	(事例なし)		状 況	アンカーボルトの脱落が確認された。
			要 因	振動によるものと考えられる。
			措置の目安	ナットの締め直しが必要である。また、状況に応じてゆるみ止め対策を施す必要がある。
			備 考	
<b>c</b>			状 況	アンカーボルトにゆるみが確認された。
			要 因	振動によるものと考えられる。
			措置の目安	増し締めする必要があると考えられる。また、状況に応じてゆるみ止め対策を施す必要がある。
			備 考	
<b>a</b>			状 況	健全な状態である。
			要 因	—
			措置の目安	—
			備 考	



損傷 判定 区分	破断	部 位	支 柱	
e		状 況	支柱の溶接継手部の腐食により、破断、照明柱上側が落下した状況が確認される。	
		要 因	溶接継手部内側からの腐食により破断したと考えられる。	
		措置の目安	速やかに撤去し、更新する必要があると考えられる。	
		備 考		
c		状 況		
		要 因		
		措置の目安		
		備 考		
a		状 況	健全な状態である。	
		要 因	—	
		措置の目安	—	
		備 考		

損傷 判定 区分	破断	部 位	支柱横梁（基部）	
e		状 況	標識の横梁の基部がき裂により破断して落下した状況が確認される。	
		要 因	強風などによる疲労き裂が考えられる	
		措置の目安	更新する必要があると考えられる。	
		備 考		
c		状 況		
		要 因		
		措置の目安		
		備 考		
a		状 況	健全な状態である。	
		要 因	—	
		措置の目安	—	
		備 考		

損傷 判定 区分	変形・欠損	部 位	支柱本体	
<b>e</b>		状 況	支柱本体に大きな変形が確認された。	
		要 因	衝突によるものと考えられる。	
		措置の目安	更新する必要がある。	
		備 考		
<b>c</b>		状 況	支柱本体に微小な変形が確認された。	
		要 因	衝突によるものと考えられる。	
		措置の目安	補修塗りを行えば機能的には問題ないので、現状維持でよいと考えられる。	
		備 考		
<b>a</b>		状 況	健全な状態である。	
		要 因	—	
		措置の目安	—	
		備 考		

損傷 判定 区分	滞水	部 位	開口部（支柱内部）	
<b>e</b>		状 況	支柱内部に雨水の滞水が確認できる。	
		要 因	開口部から進入したものと考えられる。	
		措置の目安	支柱内部の滞水除去と、清掃後、補修塗装が必要である。	
		備 考		
<b>c</b>		状 況	支柱内部に滞水の形跡が認められる。	
		要 因	開口部から進入したものと考えられる。	
		措置の目安	支柱内部の清掃後、補修塗装が必要であると考えられる。	
		備 考		
<b>a</b>		状 況	健全な状態である。	
		要 因	—	
		措置の目安	—	
		備 考		

## 付録7 合いマークの施工

対象附属物のボルト部において、ボルト、ナット、座金及びプレート部に連続したマーキング（以下「合いマーク」という。）が施工されていない場合には、点検に併せて合いマークを施工する。

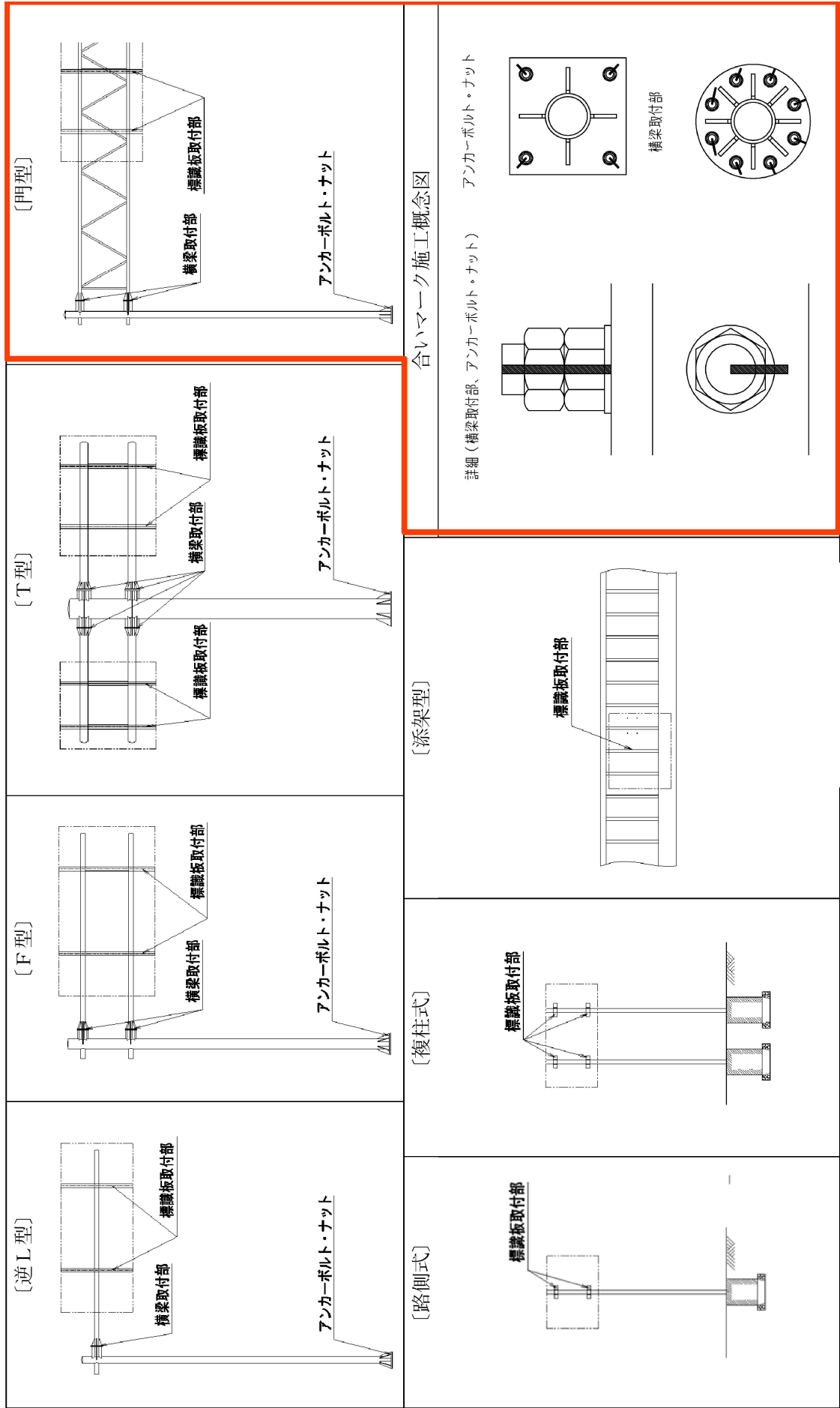
合いマークは、目視によりボルト、ナットのゆるみを確認可能とするための措置であるため、以下の点に留意して施工すること。

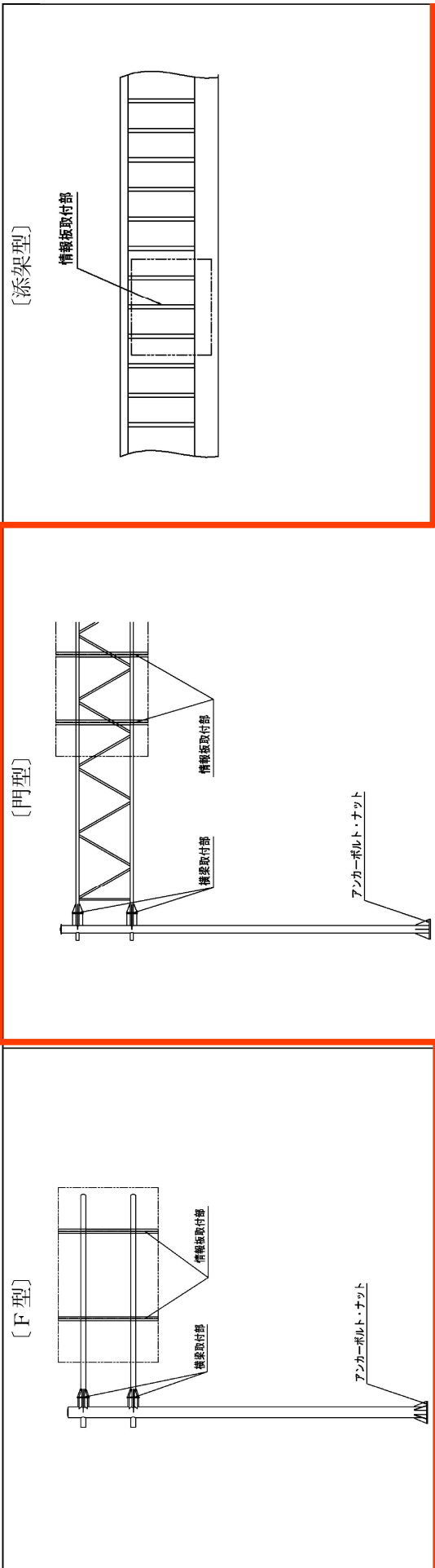
- ・ 合いマークは、対象となるボルト・ナットがゆるんでいないことを確認し、施工する必要がある。
- ・ 合いマークは、目視にてゆるみが確認できるように、ボルトやナットだけでなく、座金やプレートにも連続して記入する必要がある。
- ・ 合いマークが確認しやすいように、道路附属物の支柱やボルトの色が淡色系の場合は濃色系の塗料（赤色、黒色等）を、濃色系の場合は淡色系の塗料（白色、黄色等）を使用する必要がある。また、合いマークのずれが目視で判別できるように、適当な太さで記入する必要がある。
- ・ 合いマークの記入に用いる塗料は、工事現場のマーキング等に用いられるなど屋外用で、雨や紫外線等に対して耐久性が期待できるものを使用する必要がある。  
例：油性ウレタン（鉄部用）
- ・ ボルト又は部材に腐食又はき裂が生じている場合は、交換又は補修後に合いマーク施工を行う。
- ・ 上部のボルト部の合いマークは、路面から確認できるように配慮して施工する必要がある。
- ・ 合いマークは、アンカーボルト、支柱継手部、標識板取付部、横梁取付部など合いマーク施工が可能なボルトについては施工する。
- ・ 電気設備用開口部のボルト、標識板重ね部などボルト径が小さく合いマーク施工が困難な箇所は、施工しない。

合いマークの施工概念図を次頁以降に示す。

合いマークの施工対象部位及び施工概念図

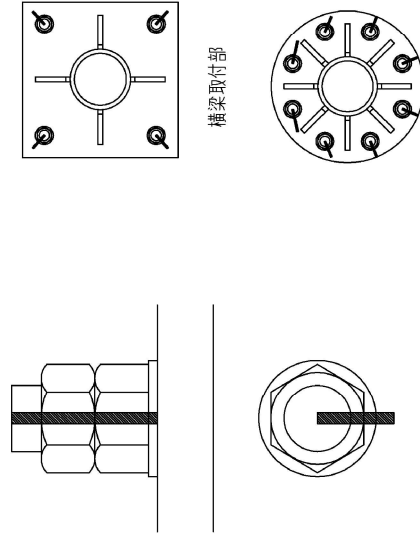
標識





[合いマーク施工概念図]

詳細（横梁取付部、アンカーボルト・ナット）      アンカーボルト・ナット



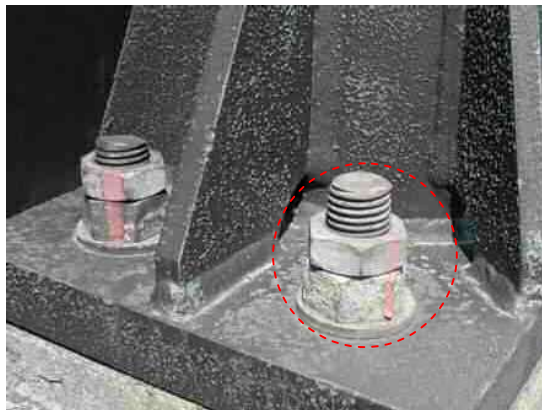
## 2. 合いマーク施工事例

合いマークの施工事例を図-1に示す。



合いマークが見えやすく、かつ、ボルト、ナット、プレートに連続して施工されている。

(a) 適切な例



合いマークが見えにくく、かつ、ナットにしか施工されていない。

(b) 不適切な例

図-1 合いマークの施工事例



## 付録8 路面境界部の対策事例集

### 1. 概要

近年、腐食等による損傷が顕著化する中、路面境界部に対する点検の重要性が高まっている。また、点検で検出された損傷に対しては、損傷内容、損傷要因、その他環境条件等を総合的に判断し、適切な対策を講じる必要がある。

本資料は、主に路面境界部に対して有効と考えられる対策事例を収集し、とりまとめたものである。対策工法の選定にあたっては、本資料を参考にするとともに、必要に応じて最新の知見をとり入れるのがよい。

## 2. 対策事例

### (1) 路面境界部

路面境界部の腐食は、近年突然の倒壊を起こす要因になることが明らかとなっている。本資料では、路面境界部の対策事例を、腐食の進行状況に応じて次のように分けて整理した。

- ・ 腐食の進行を抑制するとともに、ある程度長いスパンの延命効果を期待する対策（損傷度 c, ii に対応する腐食が認められた場合の対策）
- ・ 腐食が著しく進行しており、建て替えまでの一時的な延命化を目的とした倒壊防止対策（損傷度 e, iii に対応する腐食が認められた場合の対策）

それぞれの対策事例を、表－2. 1 及び表－2. 2 に示す。



写真－2. 1 路面境界部の腐食が要因となった倒壊事例

表-2. 1 路面境界部の対策事例（損傷度 c, ii に対応するもの）





	塗装処理による対策	F R P樹脂による表面処理対策
概要	錆の発生した路面境界部に、耐腐食性の高い塗料を施す。	錆の発生した地際部にガラス繊維入りの樹脂シートを貼り付け、紫外線を照射して硬化させる。
概略図		
適用条件	路面境界部に発錆が見られるものの減肉が小さく、腐食の進行を抑制するだけで対応が可能な場合	路面境界部が腐食し減肉が見られ、耐力の低下が予想される場合
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>再塗装にあたり、十分な素地調整が必要である。</li> <li>支柱内部の腐食に対しては対応できない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>下地処理を確実に行うとともに、母材との間に水が浸入しないように留意する必要がある。</li> <li>支柱内部の腐食に対しては対応できない。</li> </ul>
	アラミド繊維シートによる表面処理対策	ビニールエステル系樹脂溶液による重防食対策
概要	支柱外面にアラミド繊維シートを巻き付け、支柱の耐久性及び耐荷性の向上を行う。	無機フィラー等で特殊配合したビニールエステル系樹脂溶液をグラスファイバーに含浸積層させ、地際部に圧着する。路面境界部の根巻きコンクリートは、耐久性、耐候性の高いレジコンクリートとする。
概略図		
適用条件	腐食が生じ、耐荷性が低下した箇所、又は耐久性・耐荷性の低下が懸念される箇所	路面境界部に発錆が見られるものの減肉が小さく、腐食の進行を抑制するだけで対応が可能な場合
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>下地処理を確実に行うとともに、母材との間に水が浸入しないように留意する必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>支柱内部の腐食に対しては対応できない。</li> </ul>

表-2. 2 路面境界部の対策事例（損傷度 e, iiiに対応するもの）

	ベース部根巻きコンクリート	内部充填補強
概要	柱基部にコンクリートを根巻きし、腐食による断面欠損が生じた支柱の倒壊を防ぐ。	鋼管内部に補強材（アラミド・ロッド）を配置し、無収縮モルタルを打設することにより、腐食による断面欠損が生じた支柱の倒壊を防ぐ。
概略図		
適用条件	根巻きコンクリートが施工できる箇所	補強材配置、モルタル打設のために、電気設備開口部等の開口部を有する埋込式の鋼管柱
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>根巻きコンクリートが歩行者等の障害になる恐れがある。</li> <li>母材と根巻きコンクリートの間に水が浸入しないように留意する必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐荷性確保のため、断面欠損の生じた断面より、ある程度深い位置まで充填補強が行える構造である必要がある。</li> <li>基礎コンクリートとの一体化までは、図れていない。</li> </ul>
	補強鋼板の根巻き	あて板補強
概要	柱基部に補強鋼板を根巻きし、腐食による断面欠損が生じた支柱の倒壊を防ぐ。	柱基部に当て板を噛合し、腐食による断面欠損が生じた支柱の倒壊を防ぐ。
概略図		
適用条件	路面境界部を掘削し、根巻き鋼板を現場溶接にて施工できる箇所	立て替えが困難な箇所。また、基礎にケミカルアンカーが施工できる箇所
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>現場溶接となるため、既設鋼板の下地処理や溶接作業を入念に行う必要がある。</li> <li>溶接した鋼板の防食処理が必要になる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>補強材設置の作業時間が大きい（施工金額が大きい）。</li> </ul>

(2) アンカーボルト

アンカーボルトは、支柱基部に滞水が生じやすいことから、ナットのゆるみや脱落のみならず、腐食も生じやすい。橋梁の地覆等に設置された附属物のアンカーボルトについては、取り換えが困難なことから、適切に維持管理していくことが重要である。

表－２．３に、アンカーボルトの対策事例を示す。

表－２．３ アンカーボルトに対する対策事例

	塩ビキャップの取り付け	アンカーボルト継ぎ替え
概要	腐食の生じたナットを交換し、防食処理後、塩ビキャップを取り付ける。 ナットの交換は、ゆるみ止め機構付ナットへの交換もあり。	経年劣化による断面欠損が生じたアンカーボルトを、継ぎボルトを用いて再生する。ボルトが破断した場合にも適用可能。
概略図		
適用条件	ベースが露出している場合。	アンカーボルトに断面欠損やき裂が生じており、アンカーボルトの耐荷力が大きく低減している場合。
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>ボルト、ナットの防錆処理が不十分な場合、中で腐食が進行する可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>腐食を抑制する効果はないため、防食処理が必要である。</li> <li>アンカーボルトの損傷を発見するために、超音波探傷等の非破壊検査が必要となる。</li> </ul>

門型標識等 修繕・更新履歴調査(案) [施設名: ]

塗 装 仕 様																
塗装年月日 (西暦)	部材	部位	対策工法	塗装面積	プライマー 下塗り塗料	中塗り塗料	上塗り塗料	メーカー名	上塗り 塗装色番	塗装系	工事費 (千円)	予算 区分	施工業者	事業者	部署名 ・記載者	備考
2019年〇月〇日	支柱・横梁	支柱本体 横梁本体	全体塗替え塗装	60		常温亜鉛 めっき塗料	常温亜鉛 めっき塗料	□□□□			3,120	交付金	〇〇〇株	△△△	〇〇〇〇	

修 繕 ・ 更 新 履 歴													
修繕・更新年月日 (西暦)	部材	部位	数量	単位	対策工法	内容	工事費 (千円)	予算 区分	設計業者	施工業者	事業者	部署名 ・記載者	備考
2024年△月△日	標識板等	標識板等本体	4	枚	更新	標識板撤去設置	3,000	交付金	□□□□株	〇〇〇株	△△△	〇〇〇〇	