

3. 狭隘部の類型化

3.1 狭隘部の構造の類型化

(1) 狭隘部の構造の抽出と類型化

2章にて、定期点検調書より抽出した近接が困難な狭隘部について部材種別や狭隘となる要因などに着目し、類型化することを試みた。

その結果、定期点検調書より抽出した狭隘部の事例を大きく 8 つのケースに分類することができた。また、それらに該当しない狭隘部のケースはその他として分類した(表 3.1.1)。

表 3.1.1 狭隘部の類型化

	近接が困難な箇所、要因	橋梁数
Case1	桁と添架物の組合せ部 (進入口が狭隘)	118 (9.6%)
Case2	桁と添架物の組合せ部 (対象部材との離隔が狭隘)	107 (8.7%)
Case3	端横桁背面	220 (17.9%)
Case4	狭隘な支承部	547 (44.6%)
Case5	落橋防止構造の背面等	138 (11.2%)
Case6	鋼トラス・鋼アーチ橋等の上下弦材	27 (2.2%)
Case7	狭隘な桁下空間	30 (2.4%)
Case8	ゲルバー部	27 (2.2%)
Case9	その他	13 (1.1%)
	合計	1,227

表 3.1.2 に、類型化した狭隘部の事例を示す。

表 3.1.2 各狭隘部の事例 (1)



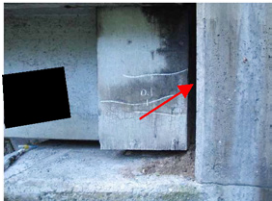

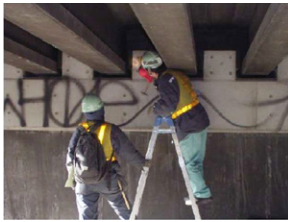

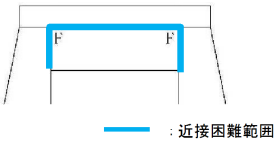

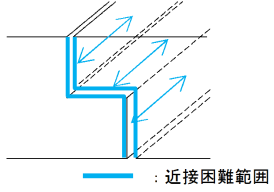



Case	特徴及び困難要因	模式図 (例)	代表写真
1	桁と添架物の組合せ部 (進入口が狭隘) (9.6%)	桁下主桁間等に添架物が密に配置されており、床版や主桁の一部が近接目視困難で添架物の影響により近接のための進入口が狭隘なケース。	
2	桁と添架物の組合せ部 (対象部材との離隔が狭隘) (8.7%)	桁下主桁間等に添架物が密に配置されており、床版や主桁の一部が近接困難で、添架物と対象部材との離隔が狭隘なケース。	
3	端横桁背面 (17.9%)	端横桁・充腹横桁の影響で、主桁背面や橋台胸壁前面・伸縮装置部の近接が困難で遊間および横桁と杓座間が狭隘なケース。	
4	狭隘な支承部 (44.6%)	支承部が狭隘 (ゴム支承のケースが多い) であるため、特に支承部の近接が困難で主桁と杓座間が狭隘なケース。	
5	落橋防止構造の背面等 (11.2%)	杓座に落橋防止装置等が設置されており、主桁端部・横桁・支承・橋台胸壁等の近接が困難で落橋防止構造と対象部材との間隔が狭隘なケース。	
6	鋼トラス・鋼アーチ橋等の上下弦材 (2.2%)	鋼上下弦材 (箱断面) の内面が近接困難なケース。 基本的に近接のための箱内への進入は不可 (狭隘なため)。調査機器の進入箇所は、ハンドホール・水抜き穴となる。	

表 3.1.2 各狭隘部の事例 (2)

Case		特徴及び困難要因	模式図 (例)	代表写真
7	狭隘な桁下空間 (2.4%)	桁下空間が狭隘で近接のための進入が不可のため、主に桁下面の近接が困難なケース。 桁下環境としては、河川 (水面) である場合が多い。	 <p style="text-align: right;">— : 近接困難範囲</p>	
8	ゲルバー部 (2.2%)	ケルバーヒンジ部の空間が狭隘なため、主桁端部や支承部等の近接が困難なケース。	 <p style="text-align: right;">— : 近接困難範囲</p>	
9	その他 (1.1%)	側道橋との隣接 (左図 (a)) や化粧板の設置 (左図 (b)) や主桁どうしの間隔が狭く (左図 (c))、近接が困難なケースなどがある。	 <p>(a) 側道との離隔が狭隘な例</p>  <p>(b) 化粧板が設置されている例</p>  <p>(c) H形鋼主桁の離隔が狭隘な例</p>	

(2) 狭隘部の特徴と調査にあたっての課題整理

表3.1.3(1)～(7)に、類型化した狭隘な構造ごとにその特徴を整理し、状態を把握するための課題を整理した。

表 3.1.3 (1) 各狭隘部の特徴と調査にあたっての課題整理 : Case1, 2

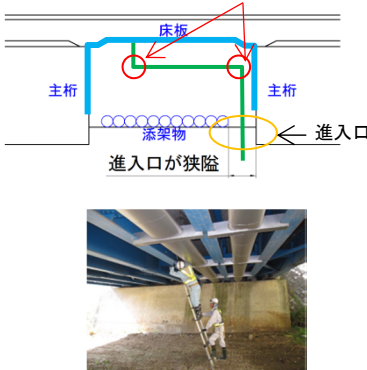
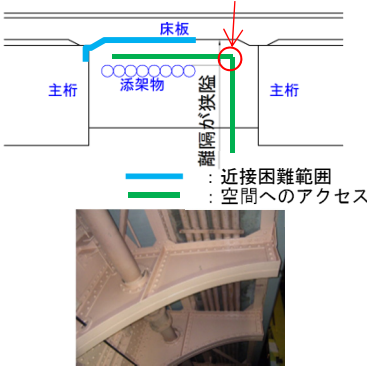
Case1、2	添架物と桁の組合せ部
困難要因	<p>添架物と桁の組合せ部の困難要因は、大別すると下記2ケースがある。</p> <p>Case1: <u>添架物の影響で、進入口が狭隘なケース</u> 桁下主桁間等に添架物が密に配置されており、床版や主桁一部の近接が困難となる。</p> <p>Case2: <u>添架物と対象部材との離隔が狭隘なケース</u> 桁下主桁間等に添架物が密に配置されており、添架物と対象部材の離隔が狭隘で近接が困難となる。</p>
概略図等	<p>Case1: 進入口が狭隘</p>  <p>Case2: 対象部材との離隔が狭隘</p>  <p>— : 近接困難範囲 — : 空間へのアクセス</p>
見落としが懸念される代表的な損傷等の例	<ul style="list-style-type: none"> ・ RC 床板の損傷 (ひびわれ等) ・ 主桁の損傷 (鋼部材の亀裂・腐食等、コンクリート部材のひびわれ等) ・ 添架物留め治具等の損傷 (ゆるみ・脱落等) 等
空間へのアクセス性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 狭隘度 : Case1 30mm~400mm※ (進入口) Case2 30mm~400mm※ (対象部材との離隔) <p>※点検員が立ち入れる限界値として、一般的な点検用マンホール寸法の最小値 (東北地方整備局 : 設計・施工マニュアル (案) [道路橋編]、P4-57、平成 28 年 3 月) を参考に 400 mm と設定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 曲がり回数 : 最大 2 回 (「曲がり回数」は、調査機器が対象とする部材への近接し対象面に正対するために必要な進行方向を変更回数)
状態を把握するための課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査機器が狭隘部に進入できることが求められる。 ・ 狭隘部に進入後に、対象面に到達するための進入深さが求められる。 ・ 狭隘部に進入したうえで対象とする部材に近接し、対象面に正対する必要がある。曲がり回数は最大 2 回求められる。 ・ 損傷の位置特定と損傷程度を定量的に取得する必要がある。 ・ 足場条件により、調査機器の機動性 (人力で操作可能等) が求められる。

表 3.1.3 (2) 各狭隘部の特徴と調査にあたっての課題整理 : Case3


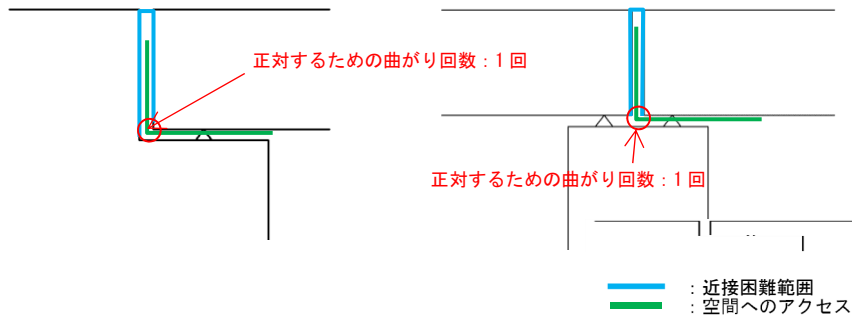
Case3	端横桁背面（主桁背面・橋台胸壁前面等）等
困難要因	<ul style="list-style-type: none"> ・端横桁と橋台胸壁前面や主桁端面・端横桁背面・伸縮装置間の空間が狭隘なため近接が困難なケース。 ・主桁架け違い部の主桁間に空間が見られるが、空間が狭隘の為、近接が困難なケース。 
概略図等	 <p>■狭隘度：30mm～</p> <p>■ 近接困難範囲 ■ 空間へのアクセス</p>
見落としが懸念される代表的な損傷等の例	<ul style="list-style-type: none"> ・主桁・端横桁の損傷（鋼部材の亀裂・腐食等、コンクリート部材のひびわれ等） ・伸縮装置の損傷 ・漏水が見られる場合、漏水箇所の特定 ・錆汁が見られる場合、錆汁発生部位の特定
空間へのアクセス性	<ul style="list-style-type: none"> ・狭隘度：30mm（「Case4 狭隘な支承部」を基に設定） ・曲がり回数：最大1回（「曲がり回数」は、調査機器が対象とする部材への近接し対象面に正対するために必要な進行方向を変更回数）
状態を把握するための課題	<ul style="list-style-type: none"> ・調査機器が狭隘部に進入できることが求められる。 ・狭隘部に進入後に、対象面に到達するための進入深さが求められる。 ・狭隘部に進入したうえで、対象とする部材に近接し正対する必要がある。また、沓座から進入するケースを想定すると、狭隘部内で1回曲がった後、鉛直方向へ伸縮する必要がある。 ・損傷の位置特定と損傷程度を定量的に取得する必要がある。 ・足場条件により、調査機器の機動性（人力で操作可能等）が求められる。

表 3.1.3 (3) 各狭隘部の特徴と調査にあたっての課題整理 : Case4


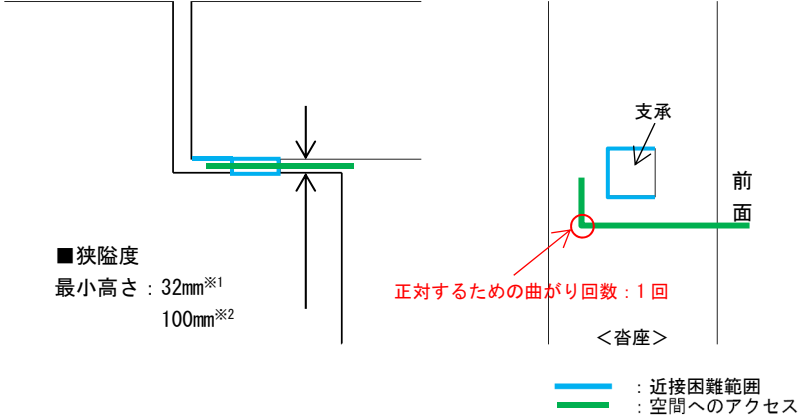

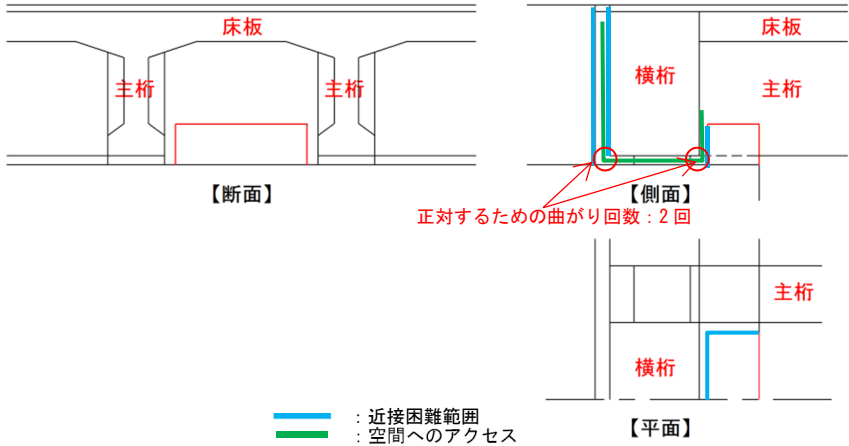
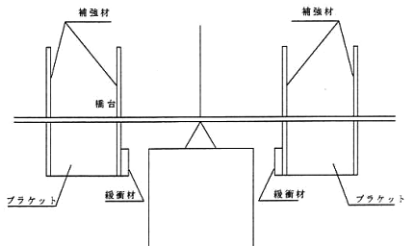
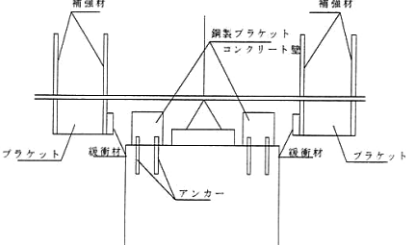
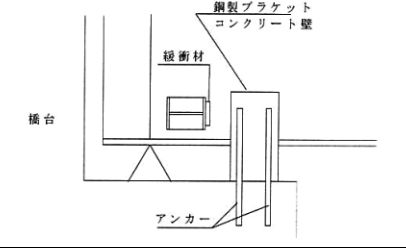
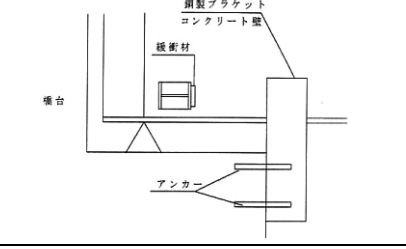
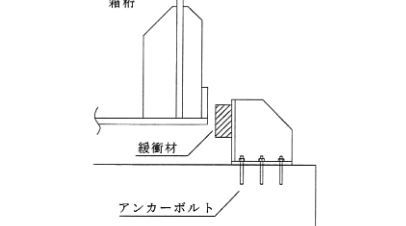
Case4	狭隘な支承部
困難要因	<p>支承部が狭隘であるため、特に支承部付近の近接が困難となる。</p>  <p>▲支承部に空間が無いケース</p>
概略図等	 <p>■狭隘度 最小高さ : 32mm^{※1} 100mm^{※2}</p> <p>正対するための曲がり回数 : 1回</p> <p><沓座></p> <p>■ : 近接困難範囲 ■ : 空間へのアクセス</p>
見落としが懸念される代表的な損傷等の例	<ul style="list-style-type: none"> ・ 支承の損傷（支承の機能障害・アンカーボルトの損傷・沓座コンクリートの損傷） ・ 主桁の損傷（鋼部材の亀裂・腐食等、コンクリート部材のひびわれ等）
空間へのアクセス性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 狭隘度 : 32mm^{※1}（※1 平成3年度版支承便覧仕様（標準設計）最小厚） 100mm^{※2}（※2 道路橋支承便覧、昭和48年、次頁参照） ・ 曲がり回数 : 最大1回（「曲がり回数」は、調査機器が対象とする部材への近接し対象面に正対するために必要な進行方向を変更回数）
状態を把握するための課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査機器が狭隘部に進入できることが求められる。 ・ 狭隘部に進入後に、対象面に到達するための進入深さが求められる。 ・ 狭隘部に進入したうえで、対象とする部材に近接し正対する必要がある。また、沓座から進入するケースを想定すると、狭隘部を1回曲がった後、水平方向へ伸縮する必要がある。 ・ 損傷の位置特定と損傷程度を定量的に取得する必要がある。 ・ 足場条件により、調査機器の機動性（人力で操作可能等）が求められる。

表 3.1.3 (4) 各狭隘部の特徴と調査にあたっての課題整理 : Case5

Case5	落橋防止構造の背面等
困難要因	<p>沓座に落橋防止装置等が設置されており、主桁端部・横桁・支承・橋台胸壁等の近接が困難なケース。</p> 
概略図等	
見落としが懸念される代表的な損傷等の例	<ul style="list-style-type: none"> ・ 支承の損傷（支承の機能障害・アンカーボルトの損傷・沓座コンクリートの損傷） ・ 主桁の損傷（鋼部材の亀裂・腐食等、コンクリート部材のひびわれ等） ・ 横桁の損傷（鋼部材の亀裂・腐食等、コンクリート部材のひびわれ等）
空間へのアクセス性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 曲がり部：最大2回（「曲がり回数」は、調査機器が対象とする部材への近接し対象面に正対するために必要な進行方向を変更回数）
状態を把握するための課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査機器が狭隘部に進入できることが求められる。 ・ 狭隘部に進入後に、対象面に到達するための進入深さが求められる。 ・ 狭隘部に進入したうえで、対象とする部材に近接し正対する必要がある。また、沓座側から進入するケースを想定すると、曲がり回数は最大2回となる。 ・ 損傷の位置特定と損傷程度を定量的に取得する必要がある。 ・ 足場条件により、調査機器の機動性（人力で操作可能等）が求められる。

【参考資料】

■近接困難箇所が生じる落橋防止システムの事例

概略図	構造特性	近接困難箇所
<p>TYPE-1</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・桁にブラケットを配置して、地震時の橋軸方向移動に対し橋脚梁面に作用して、落橋を防止する。 ・桁ブラケット背面に狭隘部が表れる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ブラケット背面の主桁 ・支承部 ・橋脚梁部
<p>TYPE-2</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・桁と橋脚にブラケットを設置して、地震時の橋軸方向移動に対して落橋を防止する構造する。 ・橋脚上にブラケットを設置するため、支承部周辺が狭隘となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ブラケット背面の主桁 ・支承部 ・橋脚梁部
<p>TYPE-3</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・桁に横梁を設置、橋脚にブラケットを設置し、地震時の橋軸方向移動に対して、落橋を防止する。 ・橋台沓座にブラケットを設置するため、支承部周辺が狭隘となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ブラケット背面の主桁 ・支承部 ・橋台沓座面
<p>TYPE-4</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・橋台沓座にスペースが無い場合に適用。橋台縦壁部にブラケットを設置し、地震時の移動に対して落橋を防止する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ブラケット背面の主桁 ・支承部 ・橋台沓座面
<p>TYPE-5</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・橋台・橋脚上の沓座にブラケットを設置し、橋軸直角方向移動に対し、落橋を防止する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ブラケット背面の主桁 ・支承部 ・橋台・橋脚沓座面



▲TYPE-3・5の組合せ
(コンクリート桁)


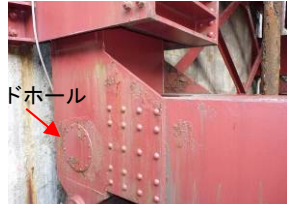
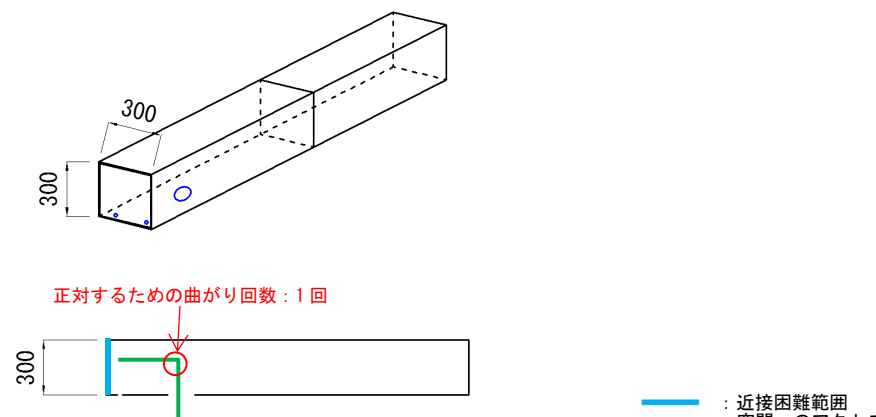


▲TYPE-4の組合せ
(コンクリート桁)



▲TYPE-1・5の組合せ
(鋼桁)

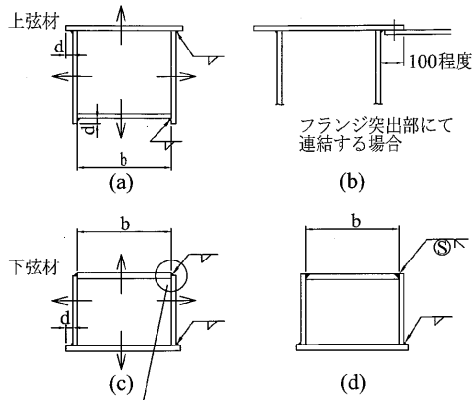
表 3.1.3 (5) 各狭隘部の特徴と調査にあたっての課題整理 : Case6

Case6	鋼トラス・鋼アーチ橋等の上下弦材
<p>困難要因</p>	<ul style="list-style-type: none"> 鋼トラス・鋼アーチ橋の上下弦材の箱断面で、箱断面が小さい場合（人が内部に立ち入って作業を行うことを想定していない）、箱内面の損傷が確認できない。 一般に、箱内に人が立ち入って作業を行うことが想定されている場合は、進入用のマンホールが設置されている。本ケースにおいては、マンホールの設置がされていないケースを想定する。 <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">ハンドホール</p>
<p>概略図等</p>	 <p style="text-align: center;">正対するための曲がり回数：1回</p> <div style="display: flex; justify-content: flex-end; margin-top: 10px;"> — : 近接困難範囲</div> <div style="display: flex; justify-content: flex-end; margin-top: 5px;"> — : 空間へのアクセス </div>
<p>見落としが懸念される代表的な損傷等の例</p>	<ul style="list-style-type: none"> 鋼部材の損傷（鋼部材の亀裂・腐食等） 特に格点部近傍の亀裂等の損傷 滞水状況の確認
<p>空間へのアクセス性</p>	<ul style="list-style-type: none"> 狭隘度 1 : $\phi 150\text{mm}^*$（ハンドホールからの進入） 狭隘度 2 : $\phi 25\text{mm}^*$（水抜き孔からの進入） <p>※「鋼橋構造詳細の手引き（改訂第2版）平成25年6月、一般社団法人日本橋梁建設協会」を参考に設定</p> <ul style="list-style-type: none"> 曲がり部：最大1回（「曲がり回数」は、調査機器が対象とする部材への近接し対象面に正対するために必要な進行方向を変更回数）
<p>状態を把握するための課題</p>	<ul style="list-style-type: none"> 調査機器が狭隘部に進入できることが求められる。 狭隘部に進入後に、対象面に到達するための進入深さが求められる。 狭隘度の2ケース（ハンドホール・水抜き孔）からの進入し正対可能であることが必要となる。曲がり回数は最大1回となる。 損傷の位置特定と損傷程度を定量的に取得する必要がある。 足元条件により、調査機器の機動性（人力で操作可能等）が求められる。

【トラス・アーチの上下弦材】

(出典：「鋼橋構造詳細の手引き (改訂2版)」、H25.6、一般社団法人 日本橋梁建設協会)

①トラスの上下弦材およびアーチリブの形状



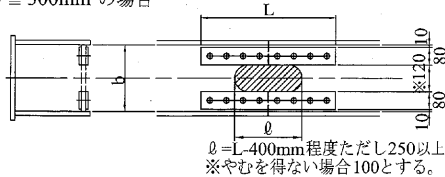
- 1) $b=300\text{mm}$ はハンドホールの幅を確保するための最小寸法。
- 2) 下弦材は(c)が一般に採用される。

②ハンドホール

ハンドホールの位置は雨水が進入しにくく外観をそこなわない箇所に設けるのを原則とし、高力ボルトの挿入、内面塗装現場作業の出来る大きさが必要である。

部材断面の大きさが 500×500 程度以下の場合には部材の下面に設けるのが一般的である。

$b \geq 300\text{mm}$ の場合



$b < 300\text{mm}$ の場合

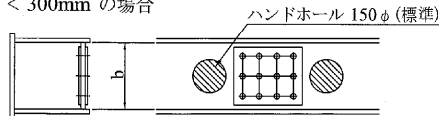


図2-1

腹板高が 500mm をこえる場合は部材断面の形状にあわせ、ウェブ面または下フランジ面に設ける(図2-2)。

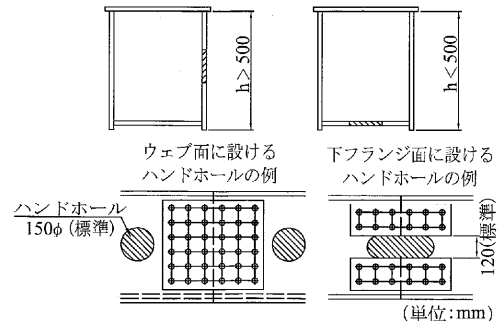
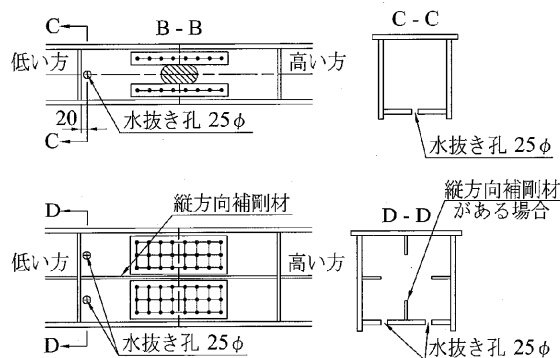


図2-2

③水抜き孔



(b) 水抜き孔位置

- 1) 連結部の箱断面内を密閉にすることは困難であるから継手部には縦断勾配の低い方に水抜き孔を設ける(b)。
- 2) 箱断面に縦方向補剛材がある場合は、(b)のように縦方向補剛材で分割された区画毎に1か所水抜き孔を設ける。

表 3.1.3 (6) 各狭隘部の特徴と調査にあたっての課題整理 : Case7



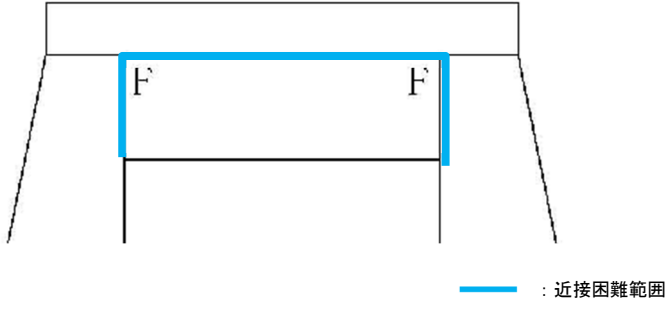


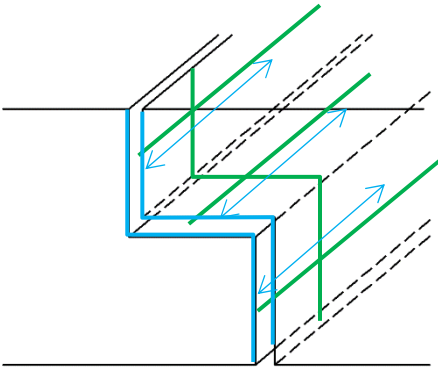
Case7	狭隘な桁下空間
<p>困難要因</p>	<p>桁下空間が狭隘で進入ができない。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>桁下狭隘</p> <p>▲狭隘な桁下空間</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>桁下狭隘</p> <p>▲狭隘な桁下空間</p> </div> </div>
<p>概略図等</p>	 <p style="text-align: right;">— : 近接困難範囲</p>
<p>見落としが懸念される代表的な損傷等の例</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・主桁、床版の損傷（例、コンクリート橋：ひびわれ・剥離鉄筋露出等） ・特に、コンクリート桁の場合、ひびわれ発生の位置・範囲を取得する必要がある。
<p>空間へのアクセス性</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・狭隘度：400mm（Case1と同様の理由で設定） ・曲がり部：最大3回（「曲がり回数」は、調査機器が対象とする部材への近接し対象面に正対するために必要な進行方向を変更回数）
<p>状態を把握するための課題</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・調査機器が狭隘部に進入できることが求められる。 ・狭隘部に進入後に、対象面に到達するための進入深さが求められる。 ・損傷の位置特定と損傷程度を定量的に取得する必要がある。 ・足元条件により、調査機器の機動性（人力で操作可能等）が求められる。 ・桁下が河川環境の場合、調査機器には耐水性であることが求められる。



















表 3.1.3 (7) 各狭隘部の特徴と調査にあたっての課題整理 : Case8

Case8	ゲルバー部
<p>困難要因</p>	<p>ケルバーヒンジ部の空間が狭隘なため、近接が困難なケース。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> RC ゲルバー 鋼橋ゲルバー </div>
<p>概略図等</p>	 <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> — : 近接困難範囲 — : 空間へのアクセス </div>
<p>見落としが懸念される代表的な損傷等の例</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 支承の損傷（支承の機能障害・アンカーボルトの損傷・沓座コンクリートの損傷） ・ 主桁の損傷（鋼部材の亀裂・腐食等、コンクリート部材のひびわれ等） 特に、コンクリート桁の場合、ひびわれ発生位置・範囲を取得する必要がある。
<p>空間へのアクセス性</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 狭隘度：30mm（「Case4 狭隘な支承部」を基に設定） ・ 曲がり部：最大2回（「曲がり回数」は、調査機器が対象とする部材への近接し対象面に正対するために必要な進行方向を変更回数）
<p>状態を把握するための課題</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査機器が狭隘部に進入できることが求められる。 ・ 狭隘部に進入後に、対象面に到達するための進入深さが求められる。 ・ 狭隘部に進入したうえで、対象とする部材に近接し正対する必要がある。また、沓座側から進入するケースを想定すると、曲がり回数は最大2回となる。 ・ 損傷の位置特定と損傷程度を定量的に取得する必要がある。 ・ 足元条件により、調査機器の機動性（人力で操作可能等）が求められる。

3.2 狭隘部の寸法調査

表 3.2.1 に、代表的な橋梁形式の 1 つである鋼鈹桁橋の支承部に対して、近接が困難であると考えられる進入口が 400～500 mm 程度以下を対象に、その隙間寸法を調べた結果を示す。同じ鋼鈹桁橋の支承部においても狭隘部の寸法にはばらつきがあり、現状では狭隘部の点検のしやすさに配慮した設計がなされていない場合があると考えられる。このことから、既設橋の狭隘部に対する調査手法を確立する一方で、新設橋の設計における維持管理の容易性に対する要求水準を明確化して基準類に反映するなどの対応の必要性もうかがえる。

表 3.2.1 狭隘部の寸法の調査結果（支承部）

		パラペットと端横桁の水平距離			
		200mm程度未満	250mm程度	300mm程度	400mm程度
主桁下フランジと沓座面の鉛直距離	500mm程度				
		7 橋	8 橋	9 橋	20 橋
	250mm程度				
		69 橋	53 橋	84 橋	17 橋
	150mm程度				
		46 橋	33 橋	18 橋	4 橋
	100mm程度				
		60 橋	14 橋	4 橋	0 橋
	50mm程度				
		35 橋	6 橋	4 橋	0 橋