

橋梁における第三者被害
予防措置要領（案）

平成 28 年 12 月

国土交通省 道路局 国道・防災課

目 次

1. 適用の範囲	1
2. 措置の目的	2
3. 措置の頻度	3
4. 措置の対象	4
5. 措置の方法	6
5. 1 措置の手順及び方法	6
5. 2 措置結果の記録	11
6. 実施体制	12
付録—I 第三者被害を予防するための橋梁点検の対象範囲	14
付録—II 赤外線サーモグラフィ装置を用いた非破壊検査法	19
付録—III 措置記録記入要領	24
参考資料 1 損傷概要及び損傷事例写真集	
参考資料 2 コンクリート片落下防止対策の性能試験法	

1. 適用の範囲

本要領（案）は、国土交通省及び内閣府沖縄総合事務局が管理する一般国道における橋梁のコンクリート部材を対象に実施する、第三者被害の可能性のある損傷の点検及び発見された損傷に対する応急措置（以下両者を合わせて「措置」という。）に適用する。

【解説】

本要領（案）は、「橋梁における第三者被害予防措置要領（案）」（平成16年3月）を改訂したものであり、国土交通省地方整備局及び北海道開発局並びに内閣府沖縄総合事務局が管理する一般国道における橋梁のコンクリート部材を対象に、第三者被害を予防するために講じる措置に適用する。

各種点検等のうち、第三者被害の可能性の観点での「コンクリート片の落下」という特定の事象に着目して予防保全的な観点などから予め当該事象に応じた期間及び方法を定めて計画的かつ定期的に行う特定点検と、発見された損傷に対する応急措置について定めたものである。

また、橋梁に係る各種点検及びその記録等の一元管理については、「橋梁の維持管理の体系及び橋梁管理カルテ作成要領（案）」（平成16年3月）に定められているので、それによること。

対象橋梁は、

- ① 桁下を道路が交差する場合
- ② 桁下を鉄道が交差する場合
- ③ 桁下を公園あるいは駐車場として使用している場合
- ④ 接近して側道又は他の道路が併行する場合

等、第三者被害の危険性が想定される橋梁である。

当該橋梁の措置対象範囲については、付録—Iを参照の上、適切に設定するものとする。

なお、本要領（案）は、第三者被害を予防するために講じる対策のうち、コンクリート部材を対象とした措置について標準的な内容や現時点の知見で予見できる注意事項等を規定したものである。一方、橋梁損傷の状況は、橋梁の構造形式、交通量及び供用年数、周辺環境などによって千差万別である。このため、実際の措置に当たっては、本要領（案）を参考にしながら、個々の橋梁の状況に応じて第三者被害予防の目的が達成されるよう、十分な検討を行う必要がある。

第三者被害の予防が目的であることから、本要領（案）では、

- ① 第三者被害の可能性のある損傷の点検
- ② 発見された損傷に対する応急措置（叩き落とし作業）

を規定するに止めており、その程度や発生原因を把握するための詳細調査、補修方法については別途の検討が必要である。

2. 措置の目的

本要領（案）にもとづく措置は、橋梁を構成するコンクリート部材の一部が落下して第三者に与える被害（以下、「第三者被害」という。）を予防することを目的とする。

【解説】

(1) 本要領（案）にもとづく措置は、最近頻発したコンクリート部材の一部が落下することによる第三者被害の重大性に鑑み、橋梁に対してこの予防策を定期的に講じることにより第三者被害の軽減を図ることを目的に実施するものである。

このため、本要領（案）の対象は、コンクリート部材の一部の落下（コンクリート片）に限定している。

また、コンクリート片が落下する損傷の程度については、例えば塩害やアルカリ骨材反応によってコンクリート部材全体が著しい損傷を受けて全面的に落下防止等の対策が必要な状態は、当然ながら既に現象を定期点検等で把握して別途の対策がとられていることから対象とは考えておらず、一見したところ健全若しくは部分的な軽度の損傷と思えるようなものに対する予防措置を主な対象としている。

(2) 本要領（案）では、第三者とは、当該橋梁の下を通過あるいは橋梁に接近する者（車及び列車等を含む。）をいい、第三者被害とは、橋梁を構成するコンクリート部材の一部（コンクリート片）が落下し第三者に対して人的・物的被害や交通障害などを与えること又はその恐れを生じさせることをいい、予防するとは、落下の可能性のある損傷箇所を把握し、必要に応じて事前に叩き落とすなどの適切な予防措置をとることをいう。

3. 措置の頻度

措置は、原則として5年に一度の定期点検の中間年（定期点検実施後2～3年）毎に行うものとする。

【解説】

コンクリート片が落下する時期を予見することは、現状において極めて困難であるものの、被害が発生した場合の重大性を考えると極力事前に兆候を発見して予防策をとることが重要であり、このため、次の方針により対処することとした。

- ① 必要に応じて、事前に落下防止対策を実施する。例えば、ひびわれの生じた床版下面を炭素繊維等で保護する、などである。
- ② 事前の落下防止対策を講じるまでの間、あるいは、そこまでの必要性はないと判断されるものについても、次の点検を行い事前の把握に努める。
 - ア) 目視により早期に発見できるものについては、日常の通常点検において発見し、速やかに対処する。
 - イ) 目視により確認できないものについては、5年に一度の定期点検時に、近接して打音検査を行い、落下する可能性のある損傷を把握するとともに、必要に応じて叩き落とす等の応急措置を講じる。
 - ウ) 定期点検の中間年では、非破壊検査又は打音検査により、損傷の有無を把握するとともに、必要に応じて叩き落とす等の応急措置を講じる。

本要領（案）は主としてウ)について規定したもので、これまでのデータの分析の結果、コンクリート片の剥落は、定期点検の時期によらず事象が見受けられることや、平成26年6月の「橋梁定期点検要領」の策定で、第三者への被害防止の観点から、うき・剥離等の点検の標準的方法に点検ハンマー（打音）を標準とした本措置が実施されることを考慮して、定期点検の中間年（定期点検実施後2～3年毎）に実施することとしたものである。

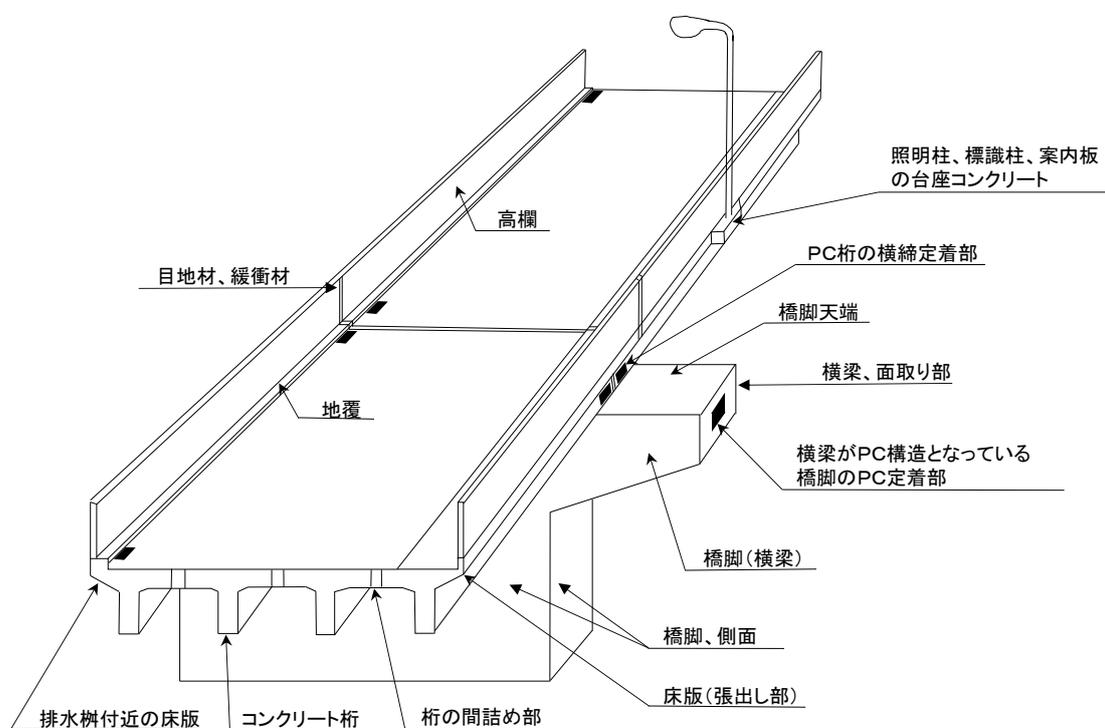
「原則」としたのは、橋梁の環境条件、供用年数と交通量、材質、構造形式等により損傷の発生状況は異なることや、他の点検が行われる時期との関係などにより、合理的かつ効率的な措置を行うために道路管理者が頻度を調整できる余地を残したものである。例えば、劣化の度合いによっては、より頻繁な点検を行う若しくは事前に落下防止対策を施す等を行う必要がある。

4. 措置の対象

措置の対象部位は、コンクリート部材の一部が落下する可能性がある全ての部位とする。

【解説】

対象部位は、コンクリート部材の一部が落下する可能性がある全ての部位である。対象部位における損傷の種類と原因及び着目ポイントを表一解 4.1 に、部位の名称を図一解 4.1 に示す。いずれの損傷、部位においても、ひびわれ、剥離・鉄筋露出、遊離石灰等が見られる場合はうき・剥離が生じている可能性が高いので、入念な点検が必要である。合わせて、参考資料 1「損傷概要及び損傷事例写真集」を参照されたい。



図一解 4. 1 道路橋概要図

表一解4. 1 対象部位の損傷と原因及び着目ポイント

対象部位	主な損傷の種類	考えられる損傷の原因	着目ポイント
高欄	ひびわれ、コンクリート・セパレータ頭部の後埋め部 (以下「セパ頭部」という) のうき、剥離・鉄筋露出、遊離石灰	かぶり不足、中性化、雨水・凍結防止剤による腐食、塩害、凍害、車両の衝突、セパ頭部処理の不良	コンクリート打継目部、セパ頭部箇所、車道側の車両衝突痕
地覆	ひびわれ、コンクリート・セパ頭部のうき、剥離・鉄筋露出、遊離石灰	かぶり不足、中性化、雨水・凍結防止剤による腐食、塩害、凍害、車両の衝突、セパ頭部処理の不良	コンクリート打継目部、水切り部、セパ頭部箇所、道路標識や道路照明の台座コンクリート、支柱基部及びその下面
床版	張出し部	ひびわれ、コンクリートのうき、剥離・鉄筋露出、遊離石灰	水切り部、配水管付近
	中間床版	ひびわれ、コンクリートのうき、剥離・鉄筋露出、遊離石灰	中間床版端部・中央部、補強済み箇所
	PCT桁橋間詰め部	間詰めコンクリートとの接合部のひびわれ	桁と間詰めコンクリート接合部
	橋梁間の間詰め材(縦ジョイント)	間詰め材のうき・剥離	桁端部、桁間、拡幅部の間
桁・梁	ひびわれ、コンクリートのうき、剥離・鉄筋露出、遊離石灰、PC鋼材の破断	かぶり不足、中性化、雨水・凍結防止剤による腐食、塩害、凍害、後埋めコンクリートの劣化、定着具の腐食	桁端部、横締めPC鋼材付近
橋脚(横梁)	ひびわれ、コンクリート・セパ頭部のうき、剥離・鉄筋露出、遊離石灰、PC鋼材の破断	かぶり不足、中性化、雨水・凍結防止剤による腐食、塩害、凍害、アルカリ骨材反応、セパ頭部処理の不良、後埋めコンクリートの劣化、定着具の腐食	コンクリート打継目部、セパ頭部箇所、コールドジョイント部、PC定着部
橋脚・橋台(側面)	ひびわれ、コンクリート・セパ頭部のうき、剥離・鉄筋露出、遊離石灰	かぶり不足、中性化、雨水・凍結防止剤による腐食、塩害、凍害、アルカリ骨材反応、セパ頭部処理の不良	コンクリート打継目部、セパ頭部箇所、コールドジョイント部

注：主な損傷の見られる箇所は、全て着目ポイントである。

5. 措置の方法

5. 1 措置の手順及び方法

コンクリート部材に対する措置の標準的なフローは、図5. 1に示すとおりとする。

落下する可能性のある損傷（コンクリートのうき・剥離）の点検は、非破壊検査又は打音検査により行うものとする。

現地踏査を行い、非破壊検査の適用性に関する措置計画を作成し、非破壊検査が適用可能な箇所については、非破壊検査を実施する。

非破壊検査の適用が不可能な箇所又は、非破壊検査で異常ありと判定された箇所について、打音検査を実施する。

打音検査で濁音等により異常が確認された箇所は応急措置を行う。また、打音検査が不可能な場合等は、落下防止対策を講じるものとする。

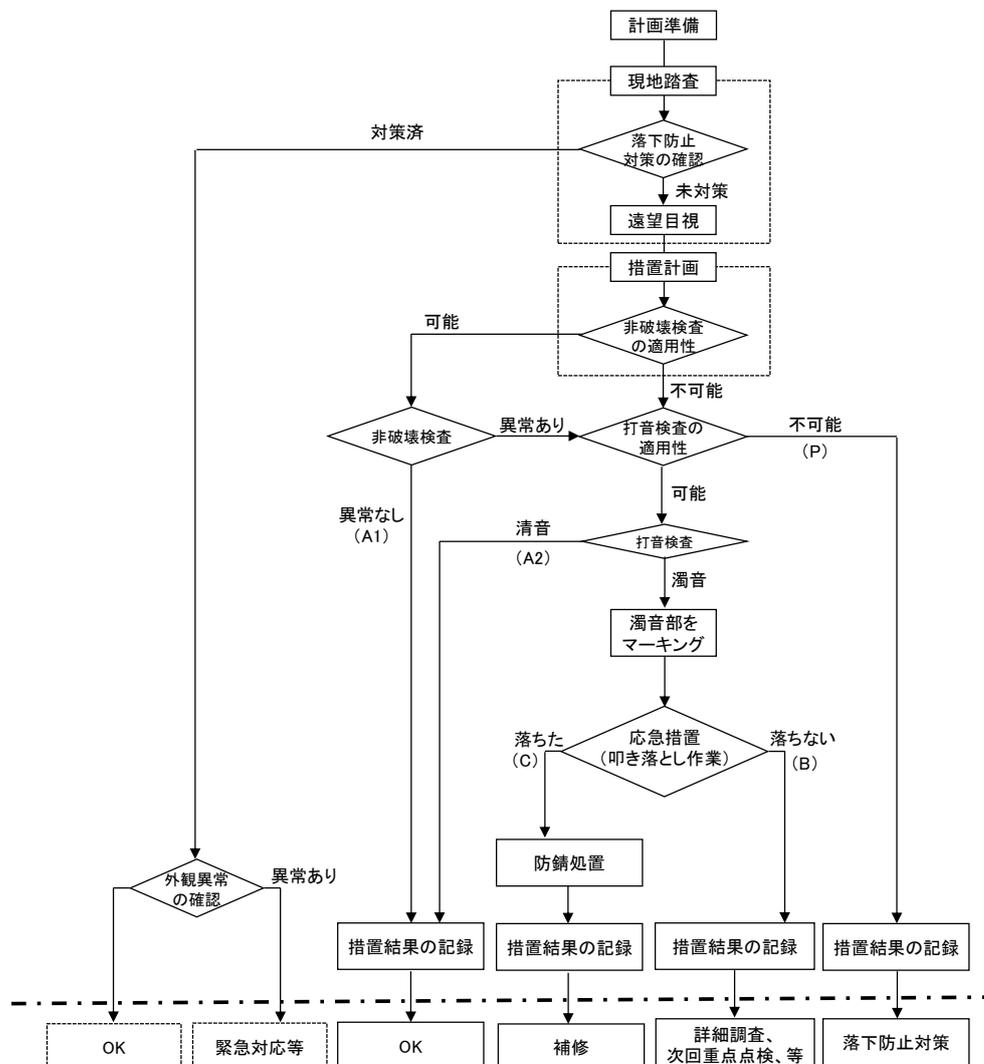


図5. 1 措置の標準的なフロー

【解説】

落下する可能性のある損傷（コンクリートのうき・剥離）の点検については、技術開発の進展に伴い、現場における損傷検出のスクリーニングとしての活用が期待できる非破壊検査法の技術が出てきている状況を踏まえ、作業の効率化を図るため、非破壊検査の適用が可能な箇所については、非破壊検査を実施し、その上で、非破壊検査の適用が不可能な箇所又は、非破壊検査で異常ありと判定された箇所を対象を絞って打音検査を実施する形に改めた。ただし、打音検査が行えない狭隘部や協議等に相当の時間を要する場合等については、落下防止対策を講じる必要がある。

なお、落下防止対策を講じる際は、端部や各部、シートの重ね部等が弱点となり、剥離する事例があることから、参考資料2「コンクリート片落下防止対策の性能試験法（案）」を参考にするのが良い。

①計画準備

1) 既往資料の調査

収集すべき資料としては、措置対象橋梁の橋梁台帳や定期点検結果の記録、桁下の利用状況等があり、これらから構造形式、落下する可能性のある部位の確認、点検の対象とする部位の確定、非破壊検査及び打音検査の可否等の判断、並びに既往損傷の概要等を把握する。

2) 管理者協議

措置の実施にあたり、鉄道会社、河川管理者、公安委員会及び他の道路管理者等との協議が必要な場合に実施する。

3) 安全対策

措置は、道路交通、第三者及び措置に従事するものに対して適切な安全対策を実施する。また、緊急時の連絡体制などを定めておく。

②現地踏査

既往資料を基に現地踏査及び遠望目視により、外観異常の有無や落下防止対策の有無の把握と、非破壊検査や打音検査の適用性を評価するための情報を収集するための調査記録（写真撮影を含む）を行う。

遠望目視では、ひびわれ、剥離・鉄筋露出、遊離石灰及び豆板・空洞等の損傷状況を把握し、記録する。

③措置計画

現地踏査の結果に基づき、非破壊検査の適用性及び打音検査の適用性を検討し、措置計画を作成する。例えば、前回点検の結果がB判定であった場合や、化粧モルタル等により補修跡がある場合、遠望目視で異常が疑われる場合には、

特に注意する必要がある。

本要領では、赤外線サーモグラフィ装置を用いた非破壊検査法を想定しているが、使用する機器の仕様、使用方法、性能レベルならびに橋の構造や部材の形状、環境条件等により検出精度に影響が生ずるため、現地状況を確認のうえ、以下の項目の適用条件を確認し、適用可能箇所を判断する必要がある。

- ・表面保護等の材質に係る適用条件
- ・日射条件や日陰の影響に係る適用条件
- ・気温日変化や検査時間に係る適用条件
- ・検査時の天候等に係る適用条件
- ・装置と対象物の距離や、測定角度に係る適用条件
- ・撮影死角に係る適用条件
- ・検出可能な損傷（うき・剥離）の大きさと深さに係る適用条件
- ・検査技術者に求められる知識・技術
- ・その他、非破壊検査機器の特性に応じて適用可否の判断に必要となる条件

なお、非破壊検査が適用可能な場合であっても、足場設置費用等を考慮すると打音検査を実施した方が明らかに効率的な場合や損傷の検出が可能な非破壊検査機器が確保できない場合においては、非破壊検査を実施せずに打音検査を実施することを妨げるものではない。

④非破壊検査

非破壊検査では、赤外線サーモグラフィ装置を用いてコンクリート表面の温度分布状況を調べ、うき・剥離箇所を推定する。

赤外線サーモグラフィ装置を用いた非破壊検査については、付録Ⅱを参照されたい。

⑤打音検査の適用性

非破壊検査の適用が不可能な箇所又は、非破壊検査で異常ありと判定された箇所について、打音検査を行うに当たり、既存資料及び現地踏査の結果を確認の上、打音検査が可能か否かを判断する必要がある。打音検査が不可能な場合（狭隘部のため打音作業ができない、関係機関との協議に時間を要し点検ごとの対応が困難である、等）には、落下防止対策（炭素繊維シート接着、等）を講じる必要がある。

また、主要幹線道路や新幹線を跨ぐ橋梁であり落下事故は極力避ける必要がある場合、打音検査のための足場等の設置が非常に高価で、複数回の経済比較から落下防止対策が安価となる場合等においても、落下防止対策を講じることが考えられる。

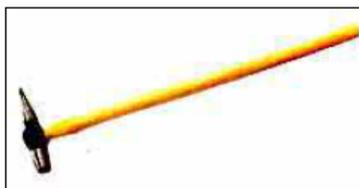
⑥打音検査

打音検査を実施するに際しては、事前に現地踏査を行い、架橋条件や交通条件などの現況を確認し、近接手段を選定する必要がある。

打音検査は、所定の点検ハンマー等でコンクリート表面を叩いてその打音から損傷の有無を推定するものである。打音が清音であればうき・剥離はないと考え、濁音の場合はあると考える。清音の目安は澄んだ乾いた音、濁音は濁った鈍い音である。

遠望目視により把握した損傷及び非破壊検査により推定したうき・剥離箇所に対する打音検査は、その周囲を含めて広めに行うのがよい。

打音検査で使用する点検ハンマーは、重量が1/2ポンド（約230g）程度のものを用いる（図一解5.1参照。）。打音検査の密度（間隔）は、原則として縦横20cm程度を目安に行うものとする。



図一解5.1 点検ハンマーの例

⑦濁音部をマーキング

打音検査で濁音が認められた箇所には、チョーク等を用いてマーキングを行う。

⑧応急措置（叩き落とし作業）

マーキングされたうき・剥離箇所に対して所定の石刃ハンマーで、できる限りその部分のコンクリートを叩き落とす。叩き落とし作業には、健全なコンクリートに損傷を与えることのないよう重量が2ポンド（約910g）程度のものを使用する。

なお、うき・剥離の範囲が広い場合やPC桁等叩き落とすことによって当該箇所付近の応力状態が変化する場合等、叩き落とすことによって構造安全性が損なわれる恐れがあるときは、別途の方法を検討しなければならない。

また、作業時には、作業区域を明確にして第三者に危険の及ぶことのないよう注意するとともに、必要に応じて毛布等によりコンクリート片の飛散防止及び音対策を講じるものとする。特に点検者は落下物に十分注意を払い、自身の安全を確保しなければならない。

⑨防錆処置

応急措置（叩き落とし作業）の結果、コンクリートが落下した場合は、本格的な補修までの処置として鉄筋の防錆処置を行う。防錆処置としては、錆を落とした後目立たないように灰色の塗装を施すのが一般的である。また、早期に補修の検討を行い恒久的な対策を実施する必要がある。

⑩措置結果の記録

コンクリート部材に対する措置結果の判定区分は、損傷箇所毎に表一解5. 1により行うものとする。

表一解5. 1 損傷判定区分（コンクリート部材）

判定区分	措置結果
A ₁	遠望目視及び非破壊検査の結果、異常なし。
A ₂	打音検査の結果、異常なし。
B	応急措置（叩き落とし作業）で落ちなかった。
C	応急措置（叩き落とし作業）で落ちた。
P	打音検査不可能（落下予防対策が必要）

Bの判定区分となった箇所については、必要に応じて詳細調査、計画的な観察、次回点検で重点的に点検する等が必要である。

Cの判定区分となった箇所については、本格的な補修が必要であり、補修実施後、再度点検することが望ましい。

Pの判定区分となった箇所については、落下防止対策を講じる必要がある。

5. 2 措置結果の記録

措置結果は、適切な方法で記録し、蓄積しておかなければならない。

【解説】

措置の結果は、維持、補修等の計画を立案する上で参考とする情報であり、適切な方法で記録し、蓄積しておかなければならない。措置記録要領を付録一Ⅲに示す。

効率的かつ効果的な橋梁の維持管理を行うためには、最新の橋梁現況に基づく適切な対応が行われることが重要である。したがって、本措置をはじめ各種の点検の結果や補修等の結果は、一元的に管理、蓄積し、絶えず最新データとして参照できるようにしておくことが重要である。当面、データの一元管理が容易に図れることから、記録は、「橋梁定期点検要領（平成 26 年 6 月）」の点検調書（その 5）～（その 8）を用いることとしている。

6. 実施体制

措置は、橋梁に関して十分な知識と実務経験を有する者がこれを行わなければならない。

【解説】

(1) 本措置はコンクリート片が落下する可能性のある損傷を推定するなど専門的知識を必要とするため、橋梁点検員は橋梁に関する計画、設計、施工や維持管理等の専門的技術を有する者でなければならないこととした。

橋梁点検員として必要な要件の標準は次のとおりとする。

橋梁点検員 … コンクリート部材の損傷（うき・剥離）状況の把握を行うのに必要な以下の能力と実務経験を有する者

- ・ 橋梁に関する実務経験を有する者
- ・ 橋梁の設計、施工に関する基礎知識を有すること
- ・ 当該措置に関する技術と実務経験を有すること

(2) 措置作業班 1 班当たりの実施体制は、橋梁点検員 1 名、点検補助員 2～3 名が一般的であるが、橋梁の立地条件や交通状況等を考慮して、点検車運転員及び交通整理員も加えて定めるものとする。措置要員の名称と作業内容を表一解 6.1 に示す。

表一解 6. 1 措置要員の名称と作業内容

名称	作業内容
橋梁点検員	橋梁点検員は、措置班を統括し、安全管理について留意して、各作業員の行動を掌握するとともに、点検補助員との連絡を密にして措置業務を実施する。
点検補助員	点検補助員は、橋梁点検員の指示により措置業務の補助を行うほか、点検車運転員及び交通整理員との連絡・調整を行う。
点検車運転員	点検車運転員は、橋梁点検員の指示に従い点検車の移動等を行う。
交通整理員	交通整理員は、点検時の交通障害を防ぎ措置業務に従事する者の安全を確保する。「道路工事保安施設設置基準(案)」に基づいて橋梁毎の交通条件を考慮して編成人員を決定する。

注：非破壊検査（赤外線サーモグラフィ法）を実施する場合は、橋梁点検員又は点検補助員が撮影・判読技術者となることを想定している。

- (3) 本措置において一般的に携行する主な器具・機材は以下のとおりである。
- 措置用具：赤外線サーモグラフィ装置、ハンマー〔打音検査用、応急措置（叩き落とし作業）用〕、巻尺、ノギス、双眼鏡、防じんマスク、防じん眼鏡、ブルーシート、土のう袋、防錆塗料 等
 - 記録用具：カメラ、黒板（ホワイトボード）、チョーク、記録用紙 等
 - 措置用機材：梯子、脚立、照明設備、清掃用具、交通安全・規制用具 等

付録－I 第三者被害を予防するための橋梁点検の対象範囲

1. 調査対象とする橋梁

調査対象とする橋梁は、本文1. 解説に記載の、

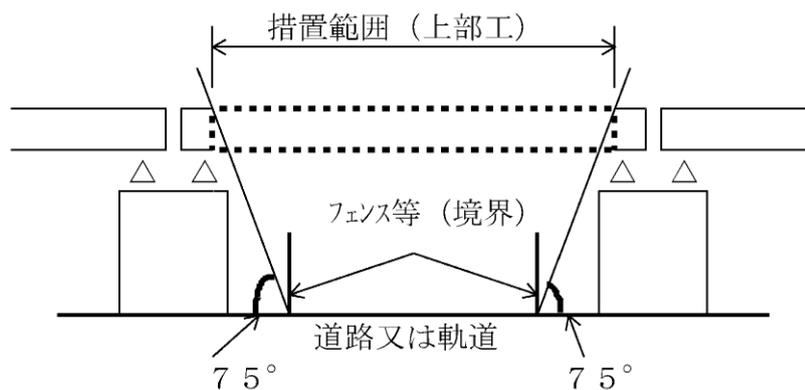
- ① 桁下を道路が交差する場合
 - ② 桁下を鉄道が交差する場合
 - ③ 桁下を公園あるいは駐車場として使用している場合
 - ④ 近接して側道又は他の道路が並行する場合
- 等、第三者被害の可能性がある橋梁とする。

2. 措置対象範囲の標準

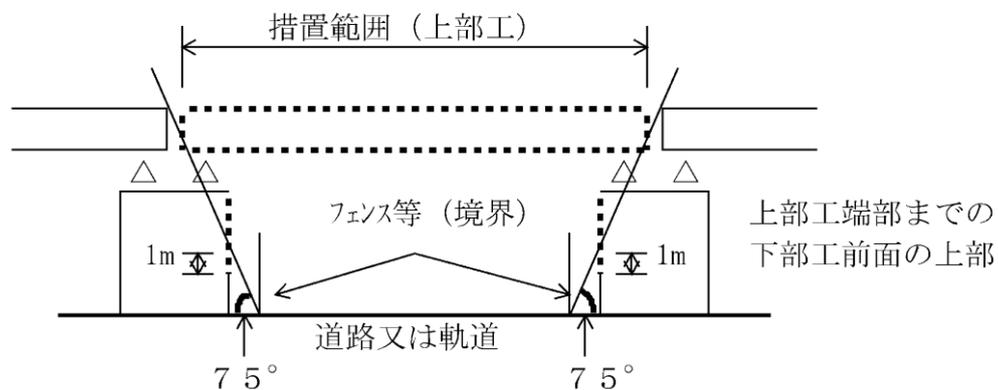
措置対象範囲は、以下の図に示す 線範囲を標準とする。

(1) 交差物件が道路、鉄道などの場合

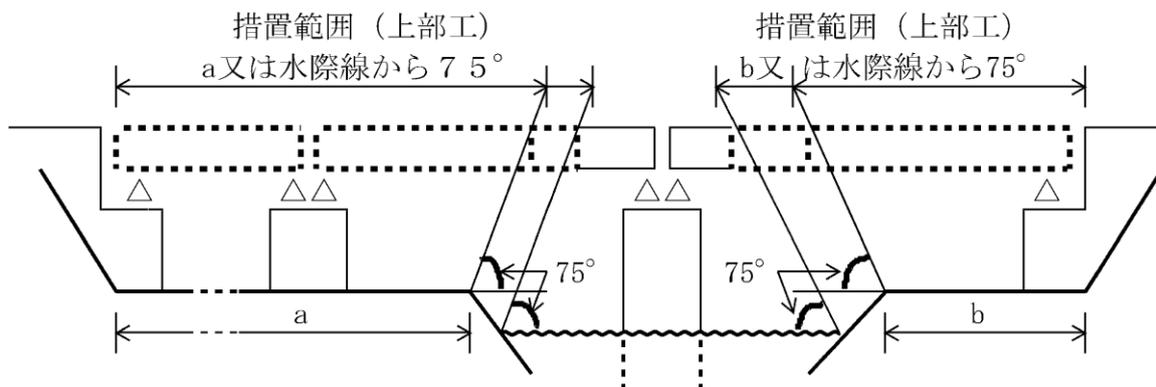
① 下部工前面が俯角75°より離れている場合



② 下部工前面が俯角75°の範囲に入る場合



(2) 交差物件が河川などの場合

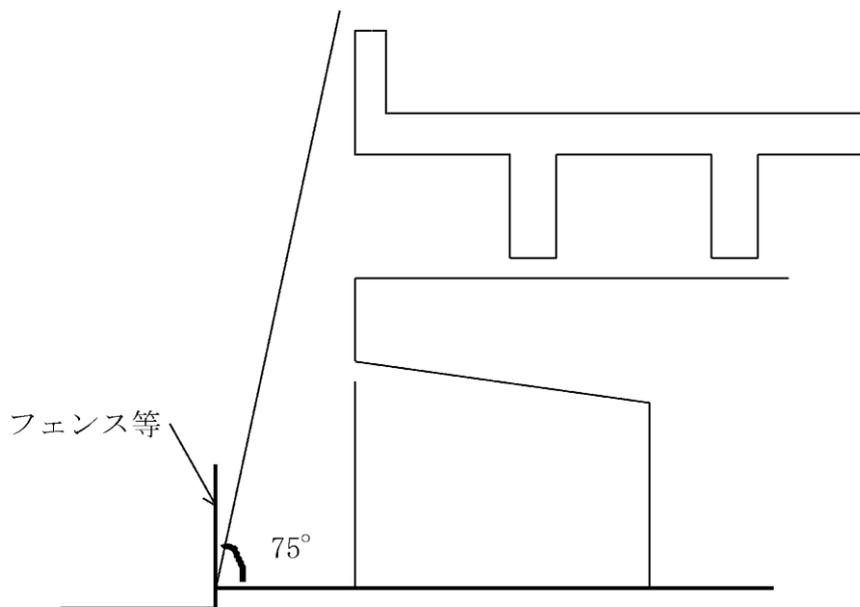


- * 河川内で高水敷が河川公園等で第三者が立ち入る可能性がある場合の措置範囲は a 又は水際線, b 又は水際線から 75° 範囲内の上部工とする。
- * 下部工については (1) の①及び②と同様の考え方とする。

(3) 並行物件の場合

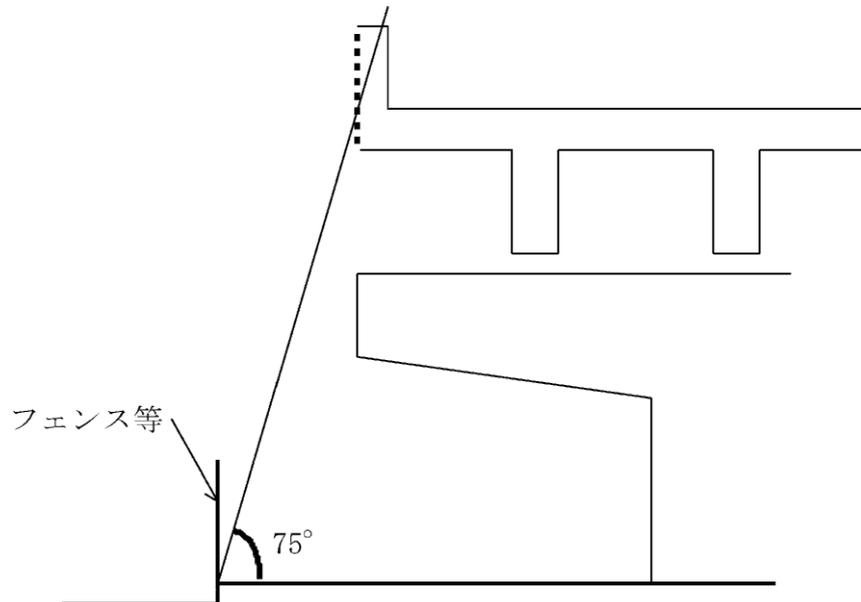
① 並行する物件 (道路等) から俯角 75° より離れている場合

点検対象なし

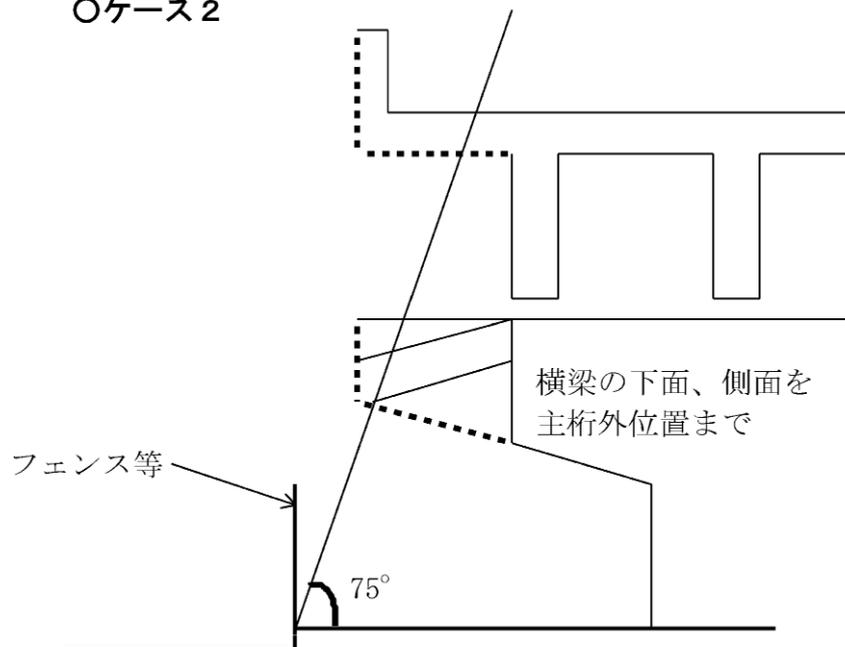


② 並行する物件（道路等）から俯角75°の範囲に入る場合

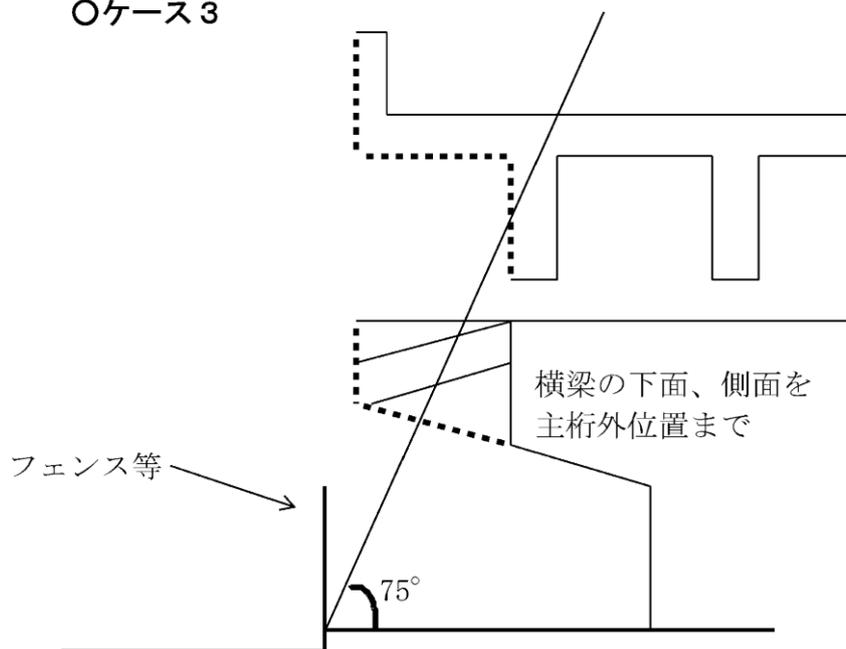
○ケース1



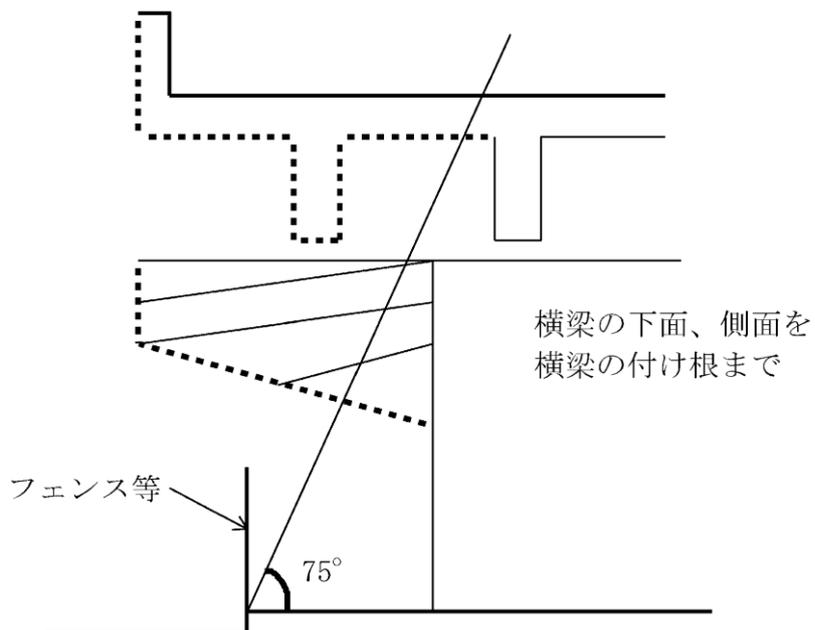
○ケース2



○ケース3



○ケース4



付録—II 赤外線サーモグラフィ装置を用いた非破壊検査法

(赤外線サーモグラフィ法)

1. 検査の原理と特徴

コンクリートの表面近くに空洞が存在すると、日射や気温の日変化に伴うコンクリート温度の上昇又は下降の様子が健全部と異なり、特定の時間帯を除いては健全部と欠陥部のコンクリート表面には温度差が生じている。

図-1に、温度差が生じるメカニズムを示す。

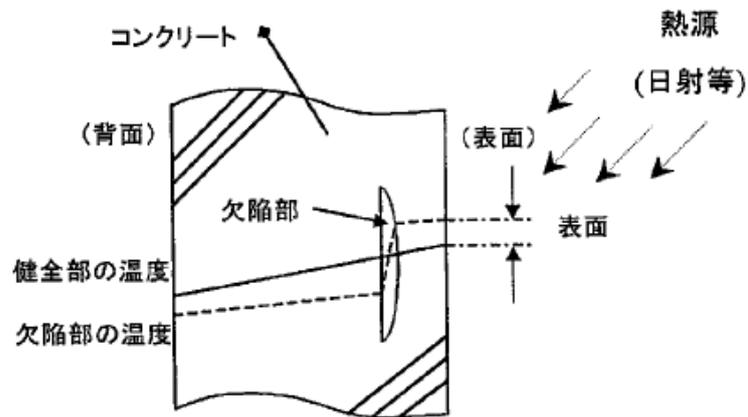


図-1 健全部と欠陥部の温度差発生メカニズム

赤外線サーモグラフィ法は、この健全部と欠陥部とのコンクリート表面の温度差を、赤外線サーモグラフィ装置で感知し画像化することで、うき・剥離箇所を特定する方法である。

赤外線サーモグラフィ法では、足場や高所作業車等を用いて部材に接近する必要がなく、大構造物を短時間に測定できるという特徴を有し、その結果は客観的な画像データとして記録することが可能である。

2. 検査方法

(1) 撮影・判読技術者

コンクリートのうき・剥離を正しく把握するには、赤外線サーモグラフィ装置の操作と熱画像の判読に習熟しておく必要がある。このため、赤外線サーモグラフィ装置を用いて異常の有無を判読する技術者は、点検に先立って次のような訓練を受けておくことが必要である。

- ・赤外線サーモグラフィ装置の操作
- ・赤外線に関する原理、適用条件ほかの知識
- ・熱画像の判読に関する演習
- ・橋梁に関する基礎知識（コンクリート、鉄筋、施工等）

この訓練は、使用機器の性能確認、撮影条件の事前確認も兼ねて、コンクリートのうきが判明している実橋において行うことが望ましい。

(2) 使用機材

赤外線は約 $0.8\sim 1000\mu\text{m}$ の範囲の波長をもつ、マイクロ波と可視光線との間の領域の電磁波であり、赤外線サーモグラフィ法においては、赤外線領域の電磁波のみを感知する素子をもった赤外線サーモグラフィ装置を用いる必要がある。

赤外線サーモグラフィ装置は、用途に応じて様々なものが開発されており、例えば、図 - 2 に示すようなものがある。



図一 2 点検に適したハンディ赤外線サーモグラフィ装置の例

(3) 撮影条件（気象条件と時間帯）

赤外線サーモグラフィ法は、健全部と欠陥部の温度差 Δt を検知するため、この温度差が大きいほど検査精度は向上する。

適する条件は、健全部と欠陥部の温度差が赤外線サーモグラフィ装置で検出できる程度に日射を受けた状態、又は気温の日変化が大きく、健全部と欠陥部の温度差 Δt が大きい状態である。

日射量が少なく、気温の日変化が小さい雨天・曇天時や、晴天時においても図 - 3 に示すような時間帯（最高・最低気温時の少し後から概ね 3～4 時間後まで）など、健全部と欠陥部の表面温度にほと

(4) 撮影位置

赤外線サーモグラフィ装置による撮影は、対象物に可能な限り正対する位置から、5～50m（レンズの仕様により異なる）離れて撮影する。対象物に対する赤外線サーモグラフィ装置の視野角は使用する機器により異なるが、目安は30°未満である。また、撮影範囲は使用する機器により異なるが、調査対象構造物の放射率の指向特性から30°以上を目安とする。以上の距離、角度は別途実施したフィールド調査と既往の知見を考慮したものであり、使用する機器により異なる。この範囲外では誤認する率が高くなることから、ある程度重複して撮影するなどに留意しなければならない。図-4に最適な撮影方法を示す。

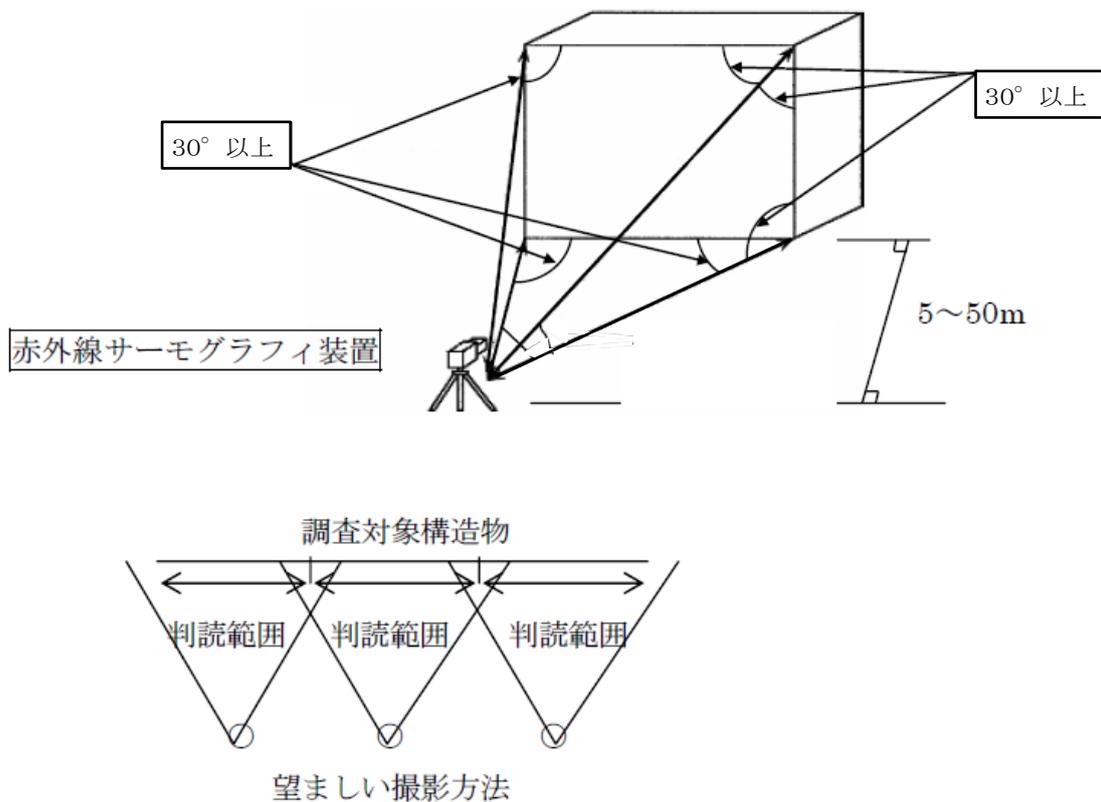


図-4 最適な撮影方法

(5) 赤外線サーモグラフィ装置による画像の判読

赤外線サーモグラフィ装置による画像の判読は、撮影直後に装置のモニター画面で行うとともに、熱画像を保存するものとする。

(6) 記録

写真は、全箇所、可視画像と熱画像の両者を保存するものとする。
熱画像は、電子媒体でも保存するものとする。

付録一Ⅲ 措置記録記入要領

1. 記入要領

2. 記入例

1. 記入要領

措置記録の記入については、「橋梁定期点検要領」による定期点検結果のデータとの一元化を図り、

- ・点検調書（その5）損傷図
 - ・点検調書（その6）損傷写真
 - ・点検調書（その7）損傷程度の評価記入表（主要部材）、又は、
点検調書（その8）損傷程度の評価記入表（点検調書（その7）に記載以外の部材）
- を使用する。

点検調書の記入要領を以下に示す。

1) 点検調書 (その5) 損傷図 (措置図)

本調書では、対象橋梁の部材の措置図を径間毎に整理する。

措置結果は下記凡例を用いて以下の手順で作成する。

①打音検査不可能部 (P)、既補修部 (R) を図示する。

既補修部とは、剥落した損傷部を、コンクリート、モルタルにより補修した箇所を示す (防錆処理のみの部位は含まない)。

既補修部についても打音検査等を実施した場合は、その旨図示する。

②打音検査の結果に基づいて、清音部 (A₂) と濁音部 (B+C) を図示する。

③応急措置 (叩き落とし作業) の結果に基づいて、コンクリート塊が落ちなかった箇所 (B)、落ちた箇所 (C) を図示する。

④措置図には、表一解5. 1 損傷判定区分に基づく判定区分を記入する。

判定区分がB、Cについては、寸法 (縦×横) を記載する。

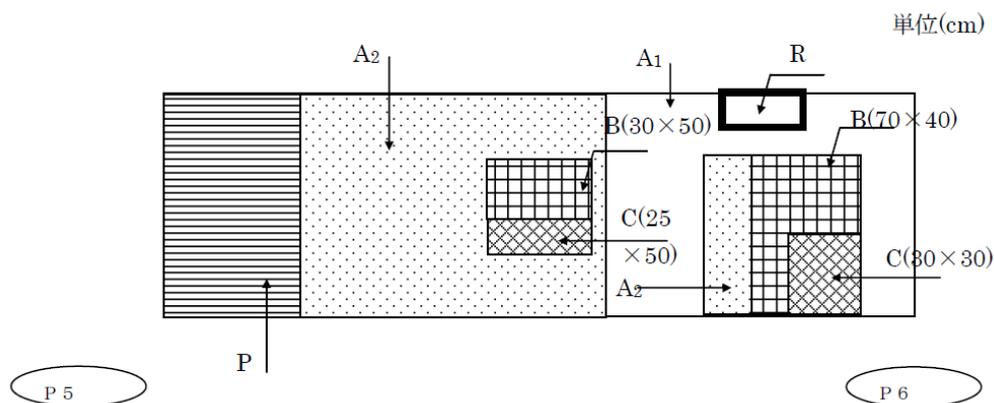
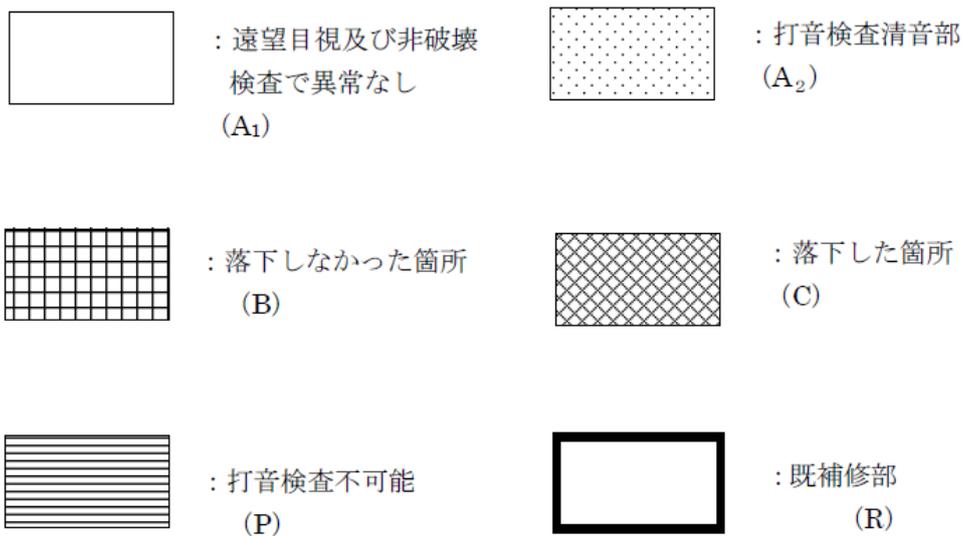


図-1 損傷図記入例 (壁高欄)

2) 点検調書（その6）損傷写真（措置写真台帳）

- ・橋梁定期点検要領に準ずる。
- ・写真台帳は、以下のとおり作成する。

【打音検査の記録写真】

径間、部材ごとに代表措置箇所を示す。ただし、以下の3枚で1組（1シート）とする。

- 1)濁音範囲チョーキング写真（叩き落とし前）
- 2)叩き落とし直後の写真（叩き落とし後）
- 3)補修写真（防錆処理後）

【非破壊検査（赤外線サーモグラフィ）の記録写真】

- ① うき・剥離の有無に拘わらず、全径間・全躯体について「可視画像」と「熱画像」を対比して写真貼付する。
- ② 可視画像には、遠望目視と赤外線サーモグラフィ法で特定した打音範囲を矩形等で図示する。
- ③ 叩き落とし直後（防錆処理後）の写真を記録する。
- ④ 電子媒体を全て保管する。

3) 点検調書（その7）又は（その8）損傷程度の評価記入表

- ・橋梁定期点検要領に準ずる。
- ・「損傷程度」欄には、表-1の判定区分を記載する。

表-1 損傷判定区分（コンクリート部材）

判定区分	措置結果
A ₁	遠望目視及び非破壊検査の結果、異常なし。
A ₂	打音検査の結果、異常なし。
B	応急措置（叩き落とし作業）で落ちなかった。
C	応急措置（叩き落とし作業）で落ちた。
P	打音検査不可能（落下予防対策が必要）

注1：同一の部材番号にB、C、Pの判定区分が存在する場合は、行を変えて各判定区分を記入する。

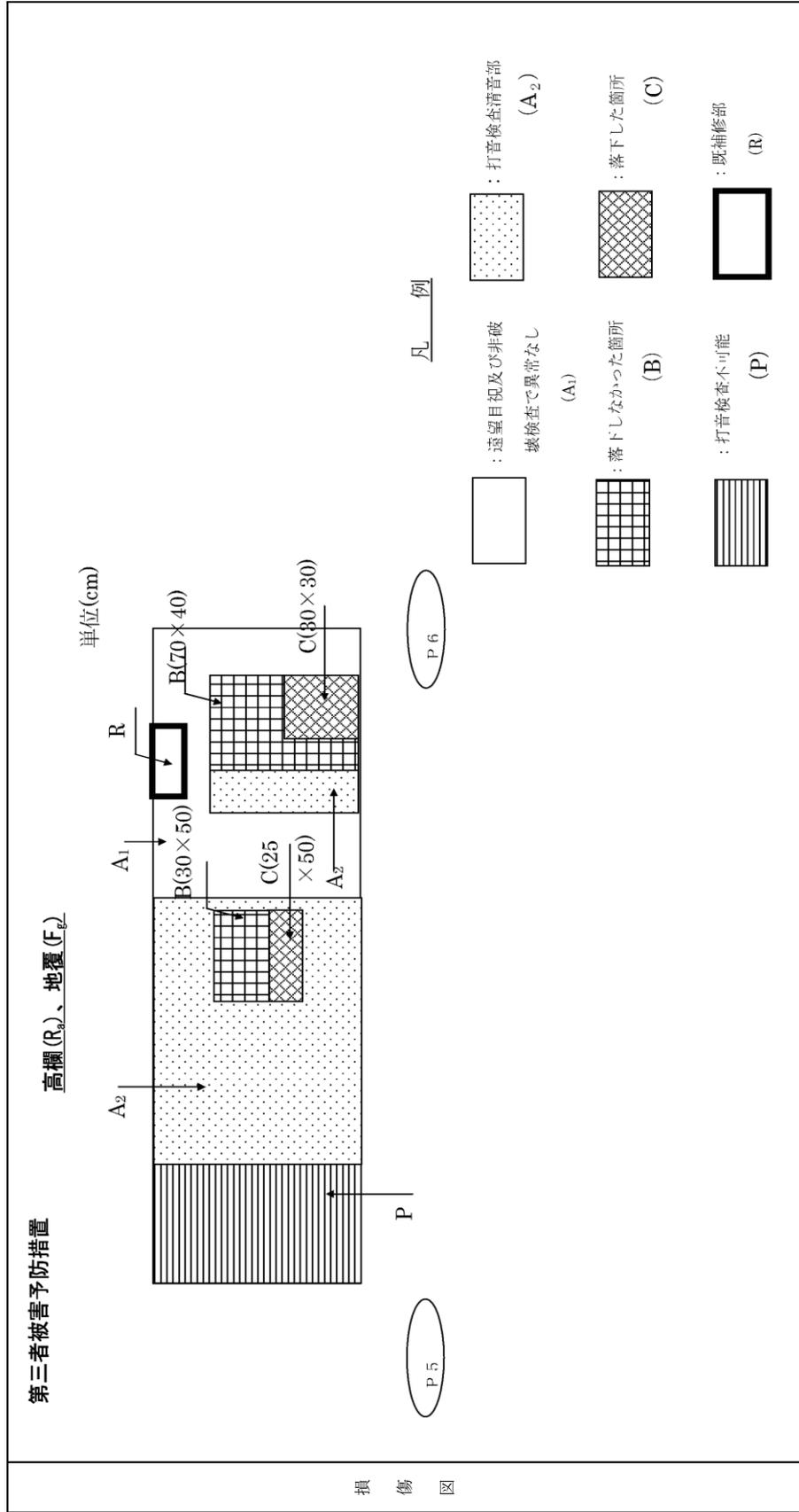
2：同一の部材番号にA₁、A₂の判定区分が存在する場合は、行を変えて各判定区分を記入する。

3：同一の部材番号にA₁（A₂）とPの判定区分が存在する場合は、行を変えて各判定区分を記入する。

- ・「損傷パターン」「損傷の種類」「分類」欄は、空白とする。

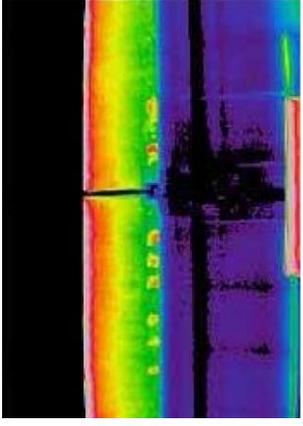
2. 記入例

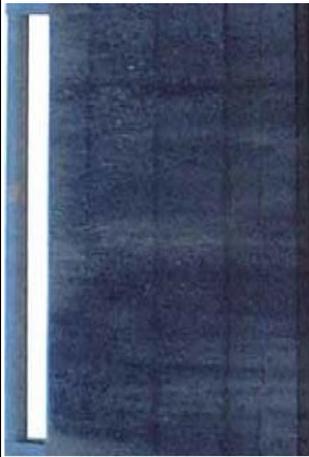
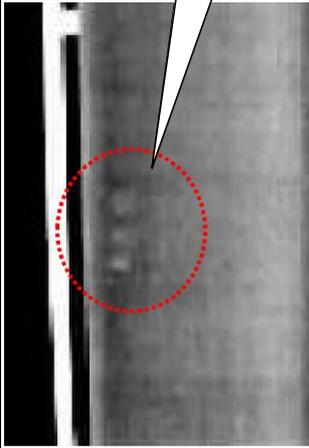
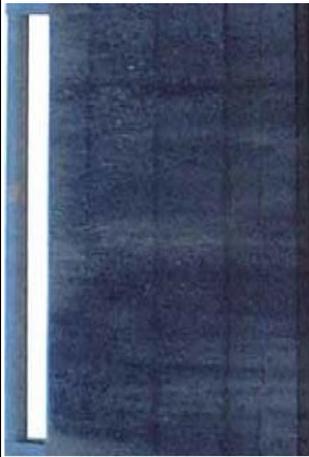
点検調査(その5) 損傷図		径間番号	1	起點側	織度 経度	〇〇〇〇 〇〇〇〇	終點側	織度 経度	〇〇〇〇 〇〇〇〇	橋梁ID	〇〇〇〇
フリガナ 橋梁名	〇〇ハシ 〇〇橋	路線名	一般国道〇〇号 現道	管轄	〇〇	〇〇	地方整備局	橋梁コード	####		
所在地	自 〇〇市〇〇町 至 〇〇市〇〇町	距離標	自 〇〇〇km + 〇〇m 至 〇〇〇km + 〇〇m		〇〇	〇〇	事務所	調査更新年月日	〇〇〇〇年〇〇月〇〇日		
					〇〇	〇〇	出張所	最新点検年月日	〇〇〇〇年〇〇月〇〇日		



点検調書 (その6) 損傷写真		径間番号	1	起点側	緯度 経度	0000 0000	終点側	緯度 経度	0000 0000	橋梁ID	0000
-----------------	--	------	---	-----	----------	--------------	-----	----------	--------------	------	------

フリガナ 橋梁名	00ハン 00橋	路線名	一般国道00号 現道	管轄	00	地方整備局	橋梁コード	####
所在地	自 00市00町 至 00市00町	距離標	自 000km + 00m 至 000km + 00m		00	事務所	調書更新年月日	0000年00月00日
					00	出張所	最新点検年月日	0000年00月00日

写真番号	1	径間番号	1	撮影年月日	00年00月00日	写真番号	1	径間番号	1	撮影年月日	00年00月00日
	高欄・地覆	要素番号	0101	メ	セ	部材名	0101	要素番号	0101	メ	セ
	損傷の種類	損傷程度	C			損傷の種類	C	損傷程度	C		
											
写真番号	3	径間番号	1	撮影年月日	00年00月00日	写真番号		径間番号		撮影年月日	00年00月00日
部材名	高欄・地覆	要素番号	0101	メ	セ	部材名		要素番号		メ	セ
損傷の種類		損傷程度	C			損傷の種類		損傷程度			
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>叩き落とし後の写真 (損傷程度Cに該当しない場合は必要なし)</p> </div>											

点検調書 (その6) 損傷写真		径間番号		緯度		経度		緯度		経度		橋梁ID		
				緯度		経度		緯度		経度		橋梁ID		
				緯度		経度		緯度		経度		橋梁ID		
フリガナ	〇〇ハシ	一般国道〇〇号 現道		管轄		地方整備局		橋梁コード		###				
橋梁名	〇〇橋													
所在地	自	〇〇市〇〇町	自	〇〇〇km + 〇〇m	事務所		調査更新年月日		〇〇〇〇年〇〇月〇〇日					
	至	〇〇市〇〇町	至	〇〇〇km + 〇〇m	出張所		最新点検年月日		〇〇〇〇年〇〇月〇〇日					
写真番号	1	径間番号	メ	モ	写真番号	2	径間番号	メ	モ	撮影年月日				
		要素番号			部材名		要素番号							
		損傷程度			損傷の種類		損傷程度							
写真				写真				写真						
写真番号	3	径間番号	メ	モ	写真番号		径間番号	メ	モ	撮影年月日				
部材名		要素番号			部材名		要素番号							
損傷の種類		損傷程度			損傷の種類		損傷程度							

点検調査(その6) 損傷写真		径間番号		1		起点側		緯度 経度		緯度 経度		終点側		緯度 経度		橋梁ID		〇〇〇〇	
フリガナ 橋梁名	〇〇ハシ 〇〇橋	路線名		一般国道〇〇号 現道		管轄		〇〇		地方整備局		橋梁コード		###					
	所在地	自	〇〇市〇〇町	〇〇km +	〇〇m	管轄	〇〇	事務所	〇〇	調査更新年月日	〇〇〇〇年〇〇月〇〇日								
	至	〇〇市〇〇町	〇〇km +	〇〇m	距離標	〇〇	出張所	〇〇	〇〇	最新点検年月日	〇〇〇〇年〇〇月〇〇日								
写真番号	1	径間番号	1	撮影年月日	〇〇年〇〇月〇〇日	写真番号	2	径間番号	1	撮影年月日	〇〇年〇〇月〇〇日								
		要素番号	0101	メ	セ	部材名	高欄・地覆	要素番号	0101	メ	セ								
		損傷程度	C	大きさ410×170		損傷の種類		損傷程度	C	叩き落とし直後									
写真		3		径間番号	1	撮影年月日	〇〇年〇〇月〇〇日	写真番号		径間番号		撮影年月日	〇〇年〇〇月〇〇日						
損傷		高欄・地覆	0101	メ	セ	部材名		要素番号		要素番号		メ	セ						
		損傷の種類	C			損傷の種類		損傷程度		損傷程度									
防錆処理後の写真		叩き落とし後の写真																	

参考資料 1 損傷概要及び損傷事例写真集

本資料は、措置の対象部位におけるうき・剥離の発生に結びつく、特徴的な損傷事例を紹介するもので、措置の際のポイントを提示するものである。

実際の措置にあたっては、本資料の事例を十分参考にし、同様の損傷が見られる場合には、入念な打音検査を実施するものとする。

ただし、一見したところ健全と思える箇所についても、うき・はく離の可能性は否定できない（本要領（案）では、むしろこのような箇所を主な対象と想定している。）ので、目視により確認できる損傷箇所以外についても、確実な打音検査等を実施するものとする。

1. 損傷の概要

コンクリート部材からコンクリート片が落下するのは、塩化物イオンの浸透や中性化の進行などにより鋼材を保護するコンクリートの性能が低下し、鉄筋の腐食膨張によりコンクリートにうき・剥離が生じ、ひびわれに進展し、ひびわれがさらに進展することにより剥落する過程を経ることによるものが多い。図一1に損傷発生メカニズムを示す。

本要領（案）の対象部位における主な損傷の事例と点検時の注意事項を、以下に示す。いずれの損傷、部位においても、錆汁を伴うひびわれ、剥離・鉄筋露出、遊離石灰等が見られる場合はうき・剥離が生じている可能性が高いため、入念な点検が必要である。

①高欄

この部位では、適切なかぶりが確保できていない場合には中性化による鉄筋の発錆が生じやすく、うき・剥離が生じている事例がある（図一2参照）。

橋軸方向に延長の長い壁高欄は、乾燥収縮及び温度収縮による橋軸直角方向のひびわれが発生しやすい。これを防止するために設置する高欄目地部の目地材・緩衝材が劣化して落下しかかっている事例もある。

なお、壁高欄の車道側（内側）に車両の衝突した跡がある場合には、裏側（外側）のコンクリートが剥落している可能性があるため入念な点検が必要である。

②地覆

この部位には、床版と一体でコンクリートを打設するものと、床版完成後時間においてコンクリートを打設するものがある。後者の場合、打継目から橋面の雨水が浸透することにより鉄筋が腐食膨張し、うき・剥離が生じている事例がある（図一3参照）。

また、乾燥収縮によって生じる橋軸直角方向のひびわれや、鋼製高欄の支柱の伸縮、膨張を拘束することによるひびわれが生じている事例がある。

このほか、道路標識や道路照明の台座コンクリートは床版完成後にコンクリートを打設するものが多い。そのため新旧コンクリートの接合面の処理が不完全な場合には落下する可能性があるため、入念な点検が必要である。

③床版

ア)張出し部

この部位では、地覆や高欄の表面を伝わった雨水が集まりやすく、特にかぶりが小さい水切り部は、その先端から炭酸ガスや雨水が浸透し、鉄筋が腐食膨張し、うき・剥離が生じている事例がある（図—4参照）。

また、排水管付近のコンクリートは周辺からの漏水や管の破損による漏水によって劣化しやすく、うき・剥離が生じている事例がある。

イ) 中間床版部

床版は、車両通行の繰り返しによる疲労が原因で抜け落ちる場合がある。また、かぶり不足に起因する中性化によって鉄筋が発錆し、ひびわれが生じている事例がある。

ウ) 間詰め部

PCT桁橋間詰めコンクリートは抜け落ちた事例があることから、「PCT桁橋の間詰めコンクリート点検要領(案)」(平成15年1月)を策定して一斉点検が行われ、間詰めコンクリート一体としての落下に対する安全性は確保されているものの、コンクリートのうき・剥離に対する点検は必要である。特に、桁端部や横締めPC鋼材付近、主桁と間詰めコンクリートとの接合部でひびわれ、遊離石灰、漏水が見られる場合は入念な点検が必要である。

漏水防止、緩衝などの目的で、拡幅部と旧橋との縦目地部や中央分離帯部に設置した間詰め材(発泡材、モルタル、コンクリートなど)が劣化し落下した事例がある。

④ 桁・梁

桁端部に伸縮装置から雨水が浸透し、鉄筋が腐食膨張する可能性がある。特に寒冷地では凍害によるコンクリートの劣化の事例が多い。

また、PCケーブルの定着部、PC桁(床版を含む)のPC鋼棒横締め定着部、外ケーブル工法などにより補強した場合のデビエーター設置部(ケーブルの偏向部)のコンクリートは後埋めされたものが多い。この後埋めコンクリートには乾燥収縮によるひびわれが生じやすく、雨水が浸透すると定着金具等が錆び、内部のPC鋼材の破断や後埋めコンクリートが落下する可能性がある。

⑤ 橋脚・橋台

ア) 橋脚(横梁)

この部位は、桁端部の伸縮装置からの漏水により、橋脚天端や横梁端部に滞水している事例もあり、特に寒冷地では凍害によるコンクリートの劣化が生じている事例がある(図—5参照)。

横梁の面取り部にひびわれがある場合には、うき・剥離が生じている可能性があるので入念な点検が必要である。

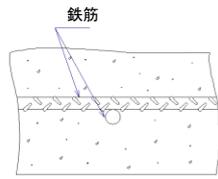
また、横梁がPC構造の場合、PC鋼棒定着部のコンクリートは後埋めされたものが多く、この後埋めコンクリートには乾燥収縮によるひびわれが生じやすく、雨水が浸透すると定着金具等が錆び、内部のPC鋼材の破断や後埋めコンクリートが落下する可能性がある。

イ) 橋脚・橋台(側面)

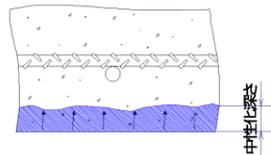
かぶり不足、コールドジョイント、打継目の開口によって鉄筋が発錆し、錆汁を伴うひびわれが生じている事例がある。

上記部位に共通して留意すべき箇所を以下に示す。

- ① 断面修復による補修が行われているコンクリート製高欄やコンクリート桁では、既設コンクリートと補修材との付着力が低下すると、コンクリート片や補修材が落下する可能性がある。
- ② 豆板・空洞部はモルタルで補修していることが多く、この補修モルタルにうき・剥離が生じ、落下する可能性がある。
補修部は既設コンクリート部と色が異なっていることが多いので、比較的確認しやすい。
- ③ セパレータ頭部の後埋め部は、セパレータの腐食あるいは処理不良により浮いて落下する可能性がある。

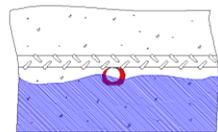


①完成時



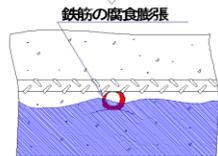
②コンクリートの中性化

コンクリートに炭酸ガス等が浸透し、中性化が進行する。



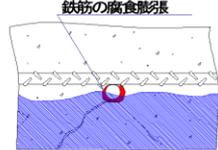
③鉄筋の腐食

コンクリートの中性化が進み、鉄筋まで到達する。鉄筋の一部が発錆する。



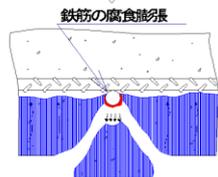
④コンクリートのうき・剥離

鉄筋の腐食膨張により、コンクリートにうき・剥離が発生する。



⑤コンクリートのひびわれ

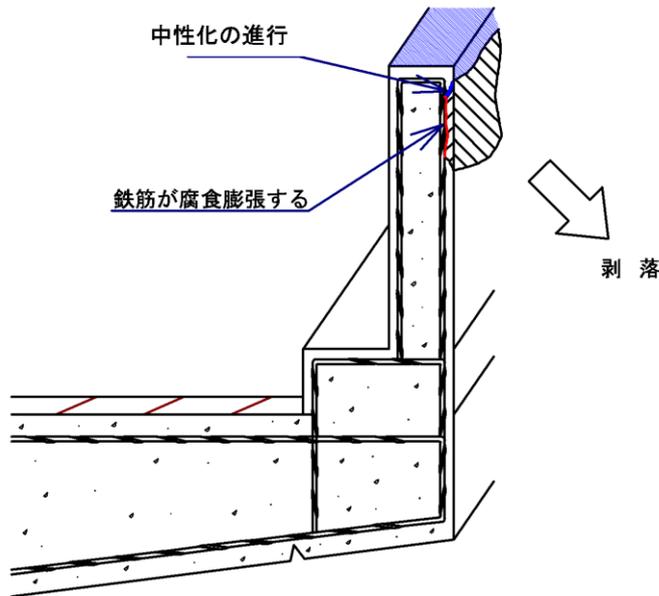
鉄筋の腐食が進行し、その膨張圧により剥離箇所からひびわれが進展する。一部はコンクリート表面にまで達し、表面から目視できる。



⑥コンクリートの剥落

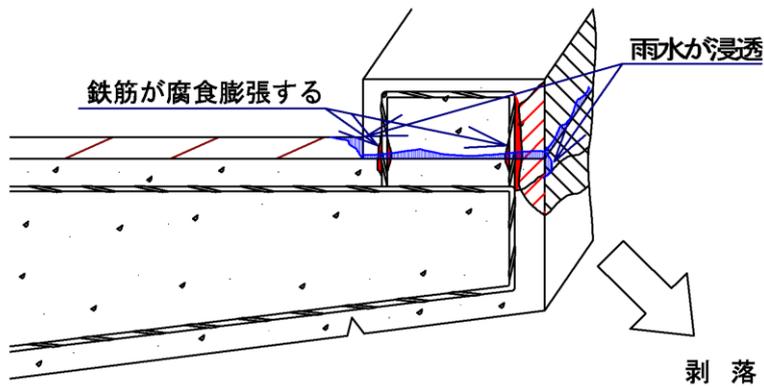
ひびわれがさらに進展し、剥落する。

図-1 鉄筋の腐食膨張に起因する損傷発生メカニズム



コンクリートの中性化により鉄筋が腐食膨張し、かぶりコンクリートにうき・剥離が発生する。

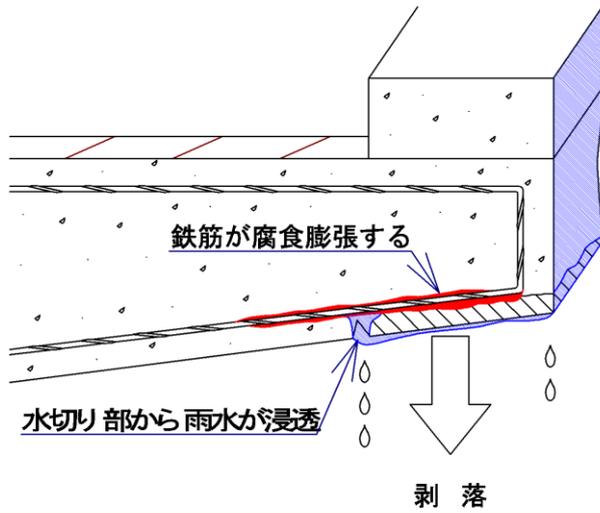
図-2 高欄損傷状況



地覆と床版との打継目が水みちとなり、打継目付近の鉄筋が腐食膨張し、コンクリートにうき・剥離が発生する。

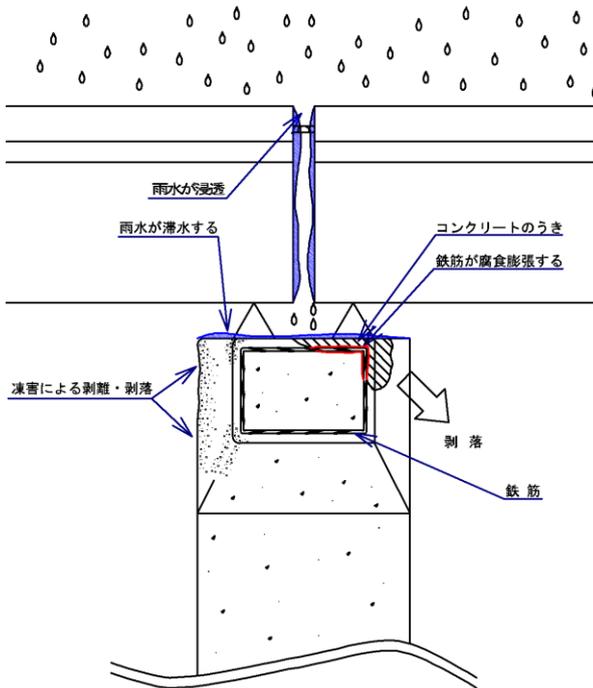
特に、防水シートの端部の処置が十分でない場合には、その箇所から雨水が、打継目あるいはドレーン部の周囲から浸透してくる。

図-3 地覆損傷状況



水切り部はかぶりが薄く中性化しやすいとともに浸透した雨水により鉄筋が腐食膨張し、水切り部付近のコンクリートにうき・剥離が発生する。

図-4 床版（張出し部）損傷状況



伸縮装置部からの漏水により、アルカリ骨材反応や塩害、寒冷地では凍害が促進され、コンクリートにうき・剥離が発生する。

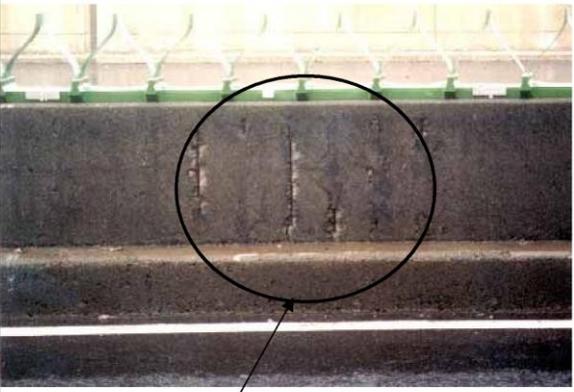
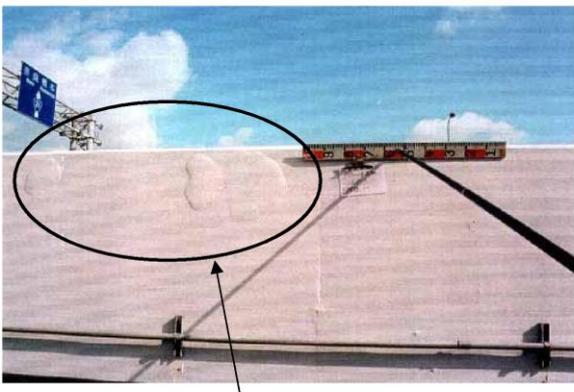
図-5 橋脚（横梁）損傷状況

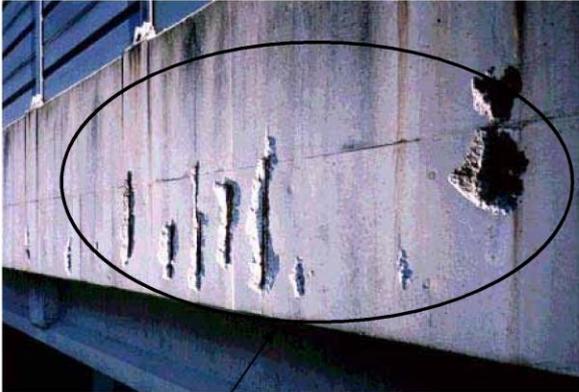
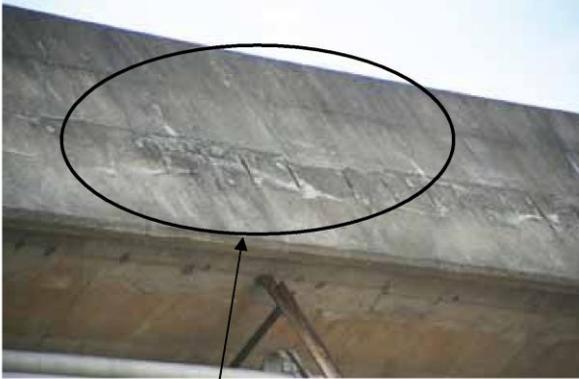
2. 損傷事例写真

事例写真として紹介した部位・部材を以下に示す。

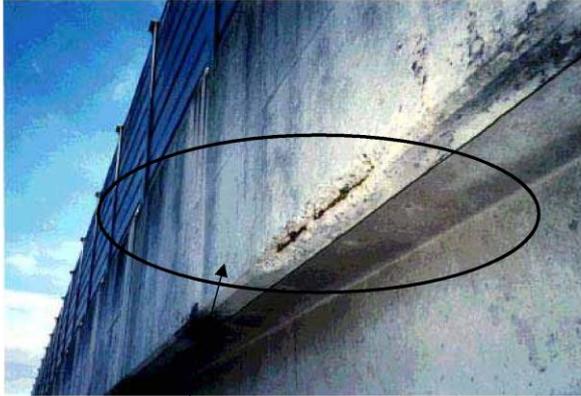
措置の対象部位

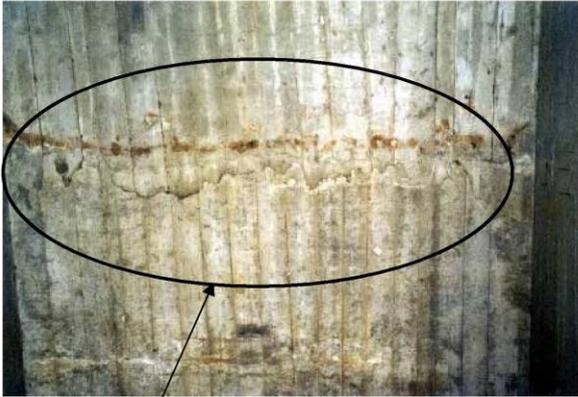
- ・高欄
- ・地覆
- ・床版（張出し部）
- ・床版（中間床版部）
- ・床版（間詰め部）
- ・緩衝材、拡幅部コンクリート
- ・桁、梁
- ・P C桁横締定着部の後埋めコンクリート
- ・橋脚（横梁）
- ・横締めP C鋼棒
- ・橋脚、橋台（側面）
- ・コンクリート部材の断面修復部
- ・豆板、空洞の補修部
- ・セパレータ頭部の後埋め部
- ・化粧モルタル

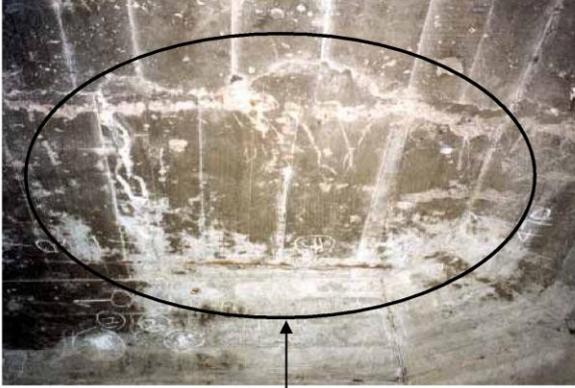
損傷部位	高欄
 <div data-bbox="406 761 774 817" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">剥離・鉄筋露出が目視できる</div>	<p style="text-align: center;">損傷の概要</p> <p>路面側の表面に剥離・鉄筋露出が見られる。 かぶり不足により中性化が進行し、鉄筋に腐食が生じ、さらに雨水の浸透により腐食が進み、コンクリートが剥落したと考えられる。 かぶりの小さいこの部位は、排気ガスにより中性化が進行しやすい環境にあるため、注意を要する。</p>
 <div data-bbox="406 1243 805 1299" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">剥離・鉄筋露出が目視できる</div>	<p style="text-align: center;">損傷の概要</p> <p>路面側の表面に剥離・鉄筋露出が見られる。 かぶり不足により中性化が進行し、鉄筋に腐食が生じ、さらに雨水の浸透により腐食が進み、コンクリートが剥落したと考えられる。 かぶりの小さいこの部位は、排気ガスにより中性化が進行しやすい環境にあるため、注意を要する。</p>
 <div data-bbox="542 1814 877 1870" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">塗膜のうきが目視できる</div>	<p style="text-align: center;">損傷の概要</p> <p>塗装された表面にうきが見られる。 内部では塗装前に中性化、雨水の浸透が進んでおり、鉄筋が腐食膨張し、コンクリートにうき・剥離が発生している可能性が高い。 そのため、入念な打音検査が必要である。</p>

損傷部位	地覆
 <p data-bbox="464 763 866 826">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1066 336 1189 362">損傷の概要</p> <p data-bbox="994 367 1260 607">地覆に剥離・鉄筋露出が見られる。かぶり不足により中性化が進行し、鉄筋に腐食が生じ、さらに雨水の浸透により腐食が進み、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>
 <p data-bbox="464 1270 866 1332">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1066 844 1189 871">損傷の概要</p> <p data-bbox="994 875 1260 1115">地覆に剥離・鉄筋露出が見られる。かぶり不足により中性化が進行し、鉄筋に腐食が生じ、さらに雨水の浸透により腐食が進み、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>
 <p data-bbox="427 1753 911 1816">遊離石灰、剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1066 1352 1189 1379">損傷の概要</p> <p data-bbox="994 1384 1260 1655">地覆に遊離石灰、剥離・鉄筋露出が見られる。かぶり不足により中性化が進行し、鉄筋に腐食が生じ、さらに雨水の浸透により腐食が進み、遊離石灰の吐出とコンクリートの剥落が生じたと考えられる。</p>

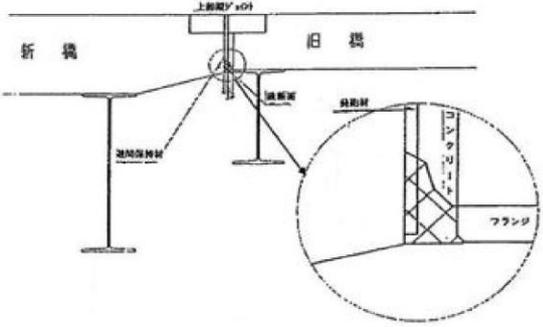
損傷部位	地覆	
	 <p data-bbox="459 795 805 855">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1077 353 1204 380">損傷の概要</p> <p data-bbox="1005 385 1276 600">地覆 (RC 床版(張出し部)先端) に剥離・鉄筋露出が見られる。 後付けされた遮音壁ベースプレートのアンカー施工不良が原因と考えられる。</p>
	 <p data-bbox="459 1294 805 1355">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1077 869 1204 896">損傷の概要</p> <p data-bbox="1005 900 1276 1052">照明柱の台座コンクリートに剥離・鉄筋露出が見られる。 中性化、雨水の浸透が原因と考えられる。</p>
		<p data-bbox="1077 1384 1204 1411">損傷の概要</p>

損傷部位	床版（張出し部）
 <div data-bbox="485 779 866 846" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">剥離・鉄筋露出が目視できる</div>	<p style="text-align: center;">損傷の概要</p> <p>床版下面の水切り部に、剥離・鉄筋露出が見られる。 かぶり不足により中性化が進行し、鉄筋に腐食が生じ、さらに高欄や地覆を伝った雨水の浸透により腐食が進み、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>
 <div data-bbox="461 1290 903 1346" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">剥離・鉄筋露出が目視できる</div>	<p style="text-align: center;">損傷の概要</p> <p>床版下面にひびわれ、遊離石灰が見られる。 かぶり不足により中性化が進行し、鉄筋に腐食が生じ、さらに高欄や地覆を伝った雨水の浸透により腐食が進み、コンクリートが剥離したと考えられる。</p>
 <div data-bbox="509 1800 940 1868" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">剥離・鉄筋露出が目視できる</div>	<p style="text-align: center;">損傷の概要</p> <p>床版下面の水切り部に、剥離・鉄筋露出が見られる。 かぶり不足により中性化が進行し、鉄筋に腐食が生じ、さらに高欄や地覆を伝った雨水の浸透により腐食が進み、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>

損傷部位	床版（中間床版部）	
	 <p data-bbox="411 763 898 831">床版ひびわれ、遊離石灰が目視できる</p>	<p data-bbox="986 342 1260 371">損傷の概要</p> <p data-bbox="986 376 1260 797">床版下面に亀甲状の床版ひびわれが見られる。交通荷重による床版の疲労が原因と考えられ、遊離石灰を伴うものは、路面からの雨水が浸透しており、近い将来鉄筋が腐食しコンクリートが剥落する可能性が高い。このような状況は床版の耐荷力に重大な影響があると考えられるので、直ちに調査および対策を講じる必要がある。</p>
	 <p data-bbox="411 1279 898 1346">床版ひびわれ、遊離石灰が目視できる</p>	<p data-bbox="986 851 1260 880">損傷の概要</p> <p data-bbox="986 884 1260 1126">床版下面に遊離石灰を伴う床版ひびわれが見られる。ひびわれは床版を貫通しているため、路面から雨水が浸透し、遊離石灰が流出していると考えられる。</p>
	 <p data-bbox="347 1805 938 1861">錆汁を伴う床版ひびわれ、遊離石灰が目視できる</p>	<p data-bbox="986 1359 1260 1388">損傷の概要</p> <p data-bbox="986 1393 1260 1601">床版下面に錆汁を伴う床版ひびわれと遊離石灰が見られる。施工目地での付着が不完全で、路面からの雨水が浸透し、鉄筋が腐食している可能性が高い。</p>

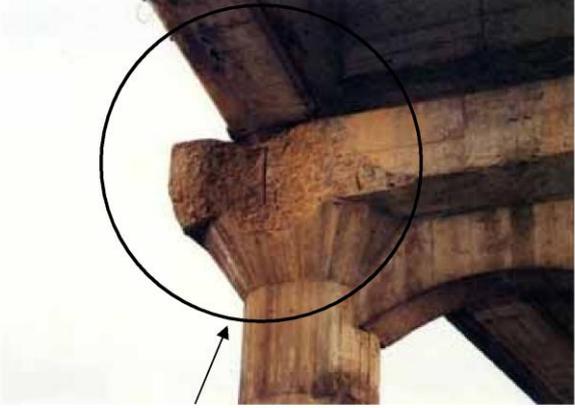
損傷部位	床版（中間床版部）	
	 <div data-bbox="427 763 938 808" style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;"> 床版ひびわれ、遊離石灰が目視できる </div>	<p style="text-align: center;">損傷の概要</p> <p>床版下面に遊離石灰を伴う床版ひびわれが見られる。ひびわれは床版を貫通しているため、路面から雨水が浸透し、遊離石灰が流出していると考えられる。</p>
	 <div data-bbox="435 1279 914 1323" style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;"> 床版ひびわれ、遊離石灰が目視できる </div>	<p style="text-align: center;">損傷の概要</p> <p>床版下面に遊離石灰を伴う床版ひびわれが見られる。ひびわれは床版を貫通しているため、路面から雨水が浸透し、遊離石灰が流出していると考えられる。</p>
	<p style="text-align: center;">損傷の概要</p>	

<p>損傷部位</p>	<p>床版（間詰め部）</p>	<p>損傷の概要</p>
<div data-bbox="341 349 932 757" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="464 786 826 846" data-label="Caption"> <p>遊離石灰が目視できる</p> </div>		<p>PC 主桁の場所打ち日地部に遊離石灰が見られる。 路面からの雨水の浸透が原因と考えられ、写真のように錆汁を伴うものは鉄筋および横締め PC 鋼材が腐食している可能性が高い。また、石灰分がつらら状に結晶している場合もあり、落下する前に叩き落とす必要がある。</p>
<div data-bbox="354 880 944 1288" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="496 1305 836 1366" data-label="Caption"> <p>遊離石灰が目視できる</p> </div>		<p>損傷の概要 プレテンション桁の間詰め部に遊離石灰が見られる。 路面からの雨水の浸透が原因と考えられる。</p>
		<p>損傷の概要</p>

<p>損傷部位</p>	<p>緩衝材、拡幅部コンクリート</p>	<p>損傷の概要</p>
	<p>拡幅部の縦目地部分において、伸縮装置を支持している部分のコンクリートが剥離したものである。</p>	
	<p>損傷の概要</p> <p>かけ違い部の目地板が剥がれ、落下寸前である。温度伸縮、たわみ等により経年劣化が生じたものと考えられる。</p>	
	<p>損傷の概要</p>	

損傷部位		桁・梁
	<p>損傷の概要</p> <p>主桁下面にひびわれ、剥離・鉄筋露出が見られる。雨水の浸透により鉄筋の腐食が進み、膨張し、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>	
	<p>ひびわれ、剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	
	<p>損傷の概要</p> <p>主桁下面にひびわれ、剥離・鉄筋露出が見られる。雨水の浸透により鉄筋の腐食が進み、膨張し、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>	
	<p>剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	
		<p>損傷の概要</p>

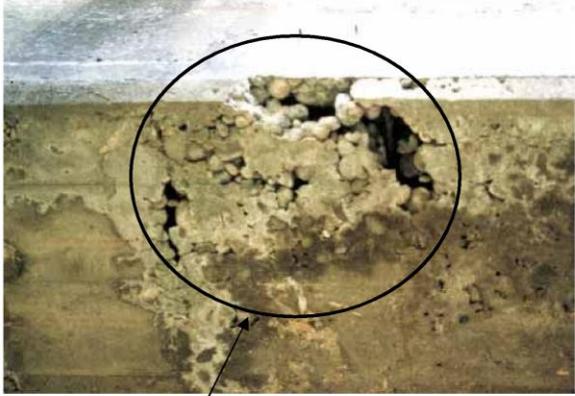
損傷部位	PC 桁横締め定着部の後埋めコンクリート	
 <p data-bbox="464 772 767 824">ひびわれが目視できる</p>		<p data-bbox="1082 342 1209 369">損傷の概要</p> <p data-bbox="1011 374 1283 620">端支点横締め定着部にひびわれが見られる。後施工された定着部コンクリートに雨水が浸透し、内部の定着体が腐食している可能性がある。そのため、入念な打音検査が必要である。</p>
 <p data-bbox="344 1294 924 1346">コンクリートの剥落・定着体の露出が確認できる</p>		<p data-bbox="1082 857 1209 884">損傷の概要</p> <p data-bbox="1011 889 1283 1167">端支点横締め定着部のコンクリートが剥落し、定着体が露出している。後施工された定着部コンクリートに雨水が浸透し、内部の定着体が腐食している可能性がある。そのため、入念な打音検査が必要である。</p>
 <p data-bbox="464 1787 844 1839">PC 鋼棒の抜出しが目視できる</p>		<p data-bbox="1082 1373 1209 1400">損傷の概要</p> <p data-bbox="1011 1404 1283 1561">床版横締め PC 鋼棒が破断し、抜け出している。グラウト不良と雨水の浸透による定着具等の腐食が原因と考えられる。</p>

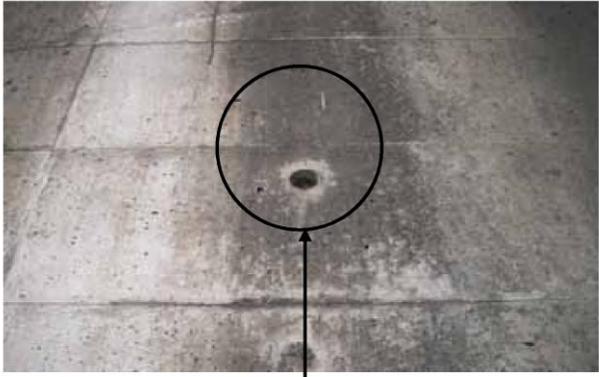
損傷部位	橋脚（横梁）	
	 <p data-bbox="389 763 764 824">剥離・鉄筋露出が確認できる</p>	<p data-bbox="1059 344 1177 367">損傷の概要</p> <p data-bbox="991 376 1254 555">大規模な剥離・鉄筋露出が見られる。伸縮装置からの漏水のある部分に凍害が発生し、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>
	 <p data-bbox="411 1305 786 1366">剥離・鉄筋露出が確認できる</p>	<p data-bbox="1059 853 1177 875">損傷の概要</p> <p data-bbox="991 884 1254 1064">大規模な剥離・鉄筋露出が見られる。伸縮装置からの漏水のある部分に凍害が発生し、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>
	 <p data-bbox="440 1821 908 1881">ひびわれ、遊離石灰が目視できる</p>	<p data-bbox="1059 1391 1177 1413">損傷の概要</p> <p data-bbox="991 1435 1254 1648">橋脚の照明灯基礎部にひびわれと遊離石灰が見られる。中性化、雨水の浸透により内部では鉄筋の腐食が進行していると考えられる。</p>

損傷部位	横締め PC 鋼棒
	<p data-bbox="1066 342 1190 369">損傷の概要</p> <p data-bbox="995 376 1264 613">橋脚横梁の横締め PC 鋼棒の定着体保護コンクリートにひびわれが見られ、雨水等の進入により PC 鋼棒および定着体の腐食につながり、PC 鋼棒の破断の危険性がある。</p>
	<p data-bbox="1066 851 1190 878">損傷の概要</p>
	<p data-bbox="1066 1359 1190 1386">損傷の概要</p>

損傷部位	橋台、橋脚（側面）	
 <p data-bbox="406 772 782 840">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1077 342 1204 369">損傷の概要</p> <p data-bbox="1002 376 1276 649">橋台の縁端拡幅部に剥離・鉄筋露出が見られる。表面が塗装されているにもかかわらず、中性化および伸縮装置からの漏水が天端より浸透して、鉄筋が腐食膨張し、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>	
 <p data-bbox="422 1288 798 1355">ひびわれ・漏水が目視できる</p>	<p data-bbox="1077 860 1204 887">損傷の概要</p> <p data-bbox="1002 893 1276 1198">橋台の縁端拡幅部に大規模なひびわれが見られる。伸縮装置からの漏水がひびわれから浸透するため、鉄筋が腐食している可能性が高い。そのため、ひびわれの周囲は入念な打音検査が必要である。</p>	
 <p data-bbox="497 1803 873 1870">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>	<p data-bbox="1077 1377 1204 1404">損傷の概要</p> <p data-bbox="1002 1411 1276 1594">脚柱部に剥離・鉄筋露出が見られる。中性化、雨水の浸透により鉄筋が腐食膨張し、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>	

損傷部位	コンクリート部材の断面修復部	
 <p data-bbox="416 757 799 824">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>		<p data-bbox="1043 340 1161 367">損傷の概要</p> <p data-bbox="973 371 1235 577">断面修復を施した PC 主桁下面に剥離・鉄筋露出が見られる。補修が不完全であるため、鉄筋の腐食が進行し、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>
 <p data-bbox="475 1263 847 1330">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>		<p data-bbox="1043 846 1161 873">損傷の概要</p> <p data-bbox="973 878 1235 1084">断面修復を施した PC 主桁下面に剥離・鉄筋露出が見られる。補修が不完全であるため、鉄筋の腐食が進行し、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>
 <p data-bbox="462 1765 834 1832">剥離・鉄筋露出が目視できる</p>		<p data-bbox="1043 1348 1161 1375">損傷の概要</p> <p data-bbox="973 1379 1235 1585">伸縮装置下フランジの腐食により剥落した箇所に断面修復を施しているが、補修が不完全であるため、鉄筋の腐食が進行し、コンクリートが剥落したと考えられる。</p>

損傷部位	豆板・空洞部の補修部	
 <p data-bbox="523 779 879 846">豆板・空洞が目視できる</p>	<p data-bbox="1066 349 1187 376">損傷の概要</p> <p data-bbox="995 383 1260 651">主桁下面に豆板・空洞が見られる。施工時の締め固め不良が原因と考えられる。写真のように骨材が見える場合は落下する可能性が高い。そのため、入念な打音検査が必要である。</p>	
	<p data-bbox="1066 857 1187 884">損傷の概要</p>	
	<p data-bbox="1066 1366 1187 1393">損傷の概要</p>	

損傷部位	セパレータ頭部の後埋め部	
 <p data-bbox="544 741 895 808">後埋めモルタルの脱落跡</p>	<p data-bbox="1082 342 1203 367">損傷の概要</p> <p data-bbox="1010 376 1278 524">橋台側面の後埋めモルタルが脱落した跡。セパレータの頭部が腐食膨張し、剥落したと考えられる。</p>	
 <p data-bbox="552 1267 887 1335">浮いた後埋めモルタル</p>	<p data-bbox="1082 857 1203 882">損傷の概要</p> <p data-bbox="1010 891 1278 949">後埋めモルタルが浮いた状態。</p>	
 <p data-bbox="496 1809 858 1877">剥落した後埋めモルタル</p>	<p data-bbox="1082 1373 1203 1397">損傷の概要</p> <p data-bbox="1010 1406 1278 1563">脱落した後埋めモルタル。後埋めモルタルに錆が残存しており、セパレータの頭部が腐食していたことが確認できる。</p>	

損傷部位	化粧モルタル
 <p data-bbox="421 786 828 835">化粧モルタルの剥離・落下が目視できる</p>	<p data-bbox="1070 398 1179 421">損傷の概要</p> <p data-bbox="1002 450 1241 667">化粧モルタルが落下した跡。化粧モルタルの経年劣化、強風や振動などにより落下が生じたと考えられる。</p>
 <p data-bbox="491 1272 783 1321">落下した化粧モルタル</p>	<p data-bbox="1070 875 1179 898">損傷の概要</p> <p data-bbox="1002 927 1222 999">落下した化粧モルタル片。</p>
	<p data-bbox="1070 1352 1179 1375">損傷の概要</p>

参考資料2 コンクリート片落下防止対策の性能試験法（案）

総論

1. 目的

道路橋においてはコンクリートの品質劣化が原因となり、うき・剥離等の損傷が生じ、放置しておくともコンクリート片が落下し、高架下の利用状況によっては、第三者被害を及ぼす恐れがある。そのため、定期点検では、第三者被害の影響する範囲について打音検査を実施し、異常が発見された場合には、叩き落とし等の応急措置を行う事を定めている。

コンクリート片の剥落は、一見して健全に見えるコンクリートから落下することも報告されており、いつ、どこで落下するかを特定することは非常に困難であるため、打音検査が実施出来ない場合等においては、事前に落下防止対策を講じることを求めている。

落下防止対策にはシート系や塗膜系など様々な種類のものが開発されているものの、落下防止対策を実施した橋梁においても、剥離や落下等の事例が報告されている。

コンクリート片落下防止対策の性能試験法（案）（以下「本試験法」という）は、これまでに発生したコンクリート片の落下事故事例や落下防止対策の剥離等の事例を踏まえ、実施する落下防止対策の適用条件や性能を確認するための試験方法を定めたものである。本試験法は、端部や角部、ハンチ部、間詰め部等の実構造物を想定した供試体を製作し、押し抜き試験や接着試験、うきの検知、滞水やひび割れの検知試験を行うことで、落下防止対策の性能や維持管理性を確認することを目的に実施するものである。

2. 試験法の構成

本試験法は、[試験編]と[供試体製作編]により構成しており、実構造物を想定した供試体製作し、試験を実施する事を通じて性能を確認することとしている。

[試験編]は、押し抜き試験、接着試験、うき検知試験、滞水検知試験、ひび割れの検知試験の内容を記載し、実施する落下防止対策の性能を確認する事を目的としている。

[供試体製作編]は、コンクリート版の製作、押し抜き圧子の製作、滞水検知用スリットの製作、落下防止対策の施工を記載し、実施する試験の供試体の製作方法を記載している。

なお、供試体は、実施する試験の内容に応じて検討し、適切に定める必要がある。

3. 結果の活用

本試験法によって得られた内容は、製造者等から示された落下防止対策の性能が、実橋でどの程度が確保されるか確認することを目的とする。

試験で得られた結果は、実施する落下防止対策の初期の性能の確認及び、補修の適否や性能、維持管理における留意事項の把握等に活用するものとする。

目次

[試験編]

1. 目的.....	2
2. 適用範囲.....	2
3. 引用規格.....	2
4. 用語の定義.....	2
5. 試験の種類.....	4
6. 試験概要.....	5
7. 押抜き試験.....	6
7.1. 試験対象.....	6
7.2. 供試体.....	6
7.3. 試験装置.....	6
7.4. 試験方法.....	7
7.5. 報告.....	8
8. 接着試験.....	9
8.1. 試験対象.....	9
8.2. 供試体.....	9
8.3. 試験装置.....	9
8.4. 試験方法.....	9
8.5. 報告.....	10
9. うき検知試験.....	11
9.1. 試験対象.....	11
9.2. 供試体.....	11
9.3. 使用機材.....	11
9.4. 試験方法.....	11
9.5. 報告.....	11
10. 滞水検知試験.....	12
10.1. 試験対象.....	12
10.2. 供試体.....	12
10.3. 試験装置.....	12
10.4. 試験方法.....	12
10.5. 報告.....	13
11. ひび割れの検知試験.....	14
11.1. 試験対象.....	14
11.2. 供試体.....	14

11.3. 試験装置	14
11.4. 試験方法	14
11.5. 報告	15

[供試体製作編]

1. 目的	18
2. 適用範囲	18
3. 引用規格	18
4. 用語の定義	18
5. 供試体概要	20
5.1. 供試体の計画	20
5.2. 供試体の構成	21
5.3. 試験位置の計画	22
6. コンクリート版の製作	25
6.1. 使用材料	25
6.2. コンクリート版の形状および配筋	25
6.3. 押抜き圧子用型枠、模擬うきの設置	26
6.4. コンクリート打設	27
7. 押抜き圧子の作製	28
8. 滞水検知試験用スリットの作製	31
9. 落下防止対策の設置	32
9.1. 標準仕様の確認	32
9.2. 設置条件の記録	32
9.3. 設置範囲	33
9.4. 落下防止対策の設置	36

[付録]

1. 試験結果の整理様式（押抜き試験）の例	40
2. 試験結果の整理様式（接着試験）の例	41
3. 供試体構造図、配筋図、落下防止対策割付図の例	42
4. 押抜き圧子の作製例	49
5. 落下防止対策の作業記録表の例	54

試 驗 編

4. 目的

道路構造物の老朽化に伴い、道路橋のコンクリート部材におけるコンクリート片落下などの第三者被害を予防するための対処として、事前に落下防止対策を講じる方法がある。落下防止対策はコンクリート部材の下面や側面に設置され、コンクリート片が落下した場合には、落下防止対策によってコンクリート片が支えられることで、第三者被害を予防するものである。

これまでのコンクリート片の落下事例等から、コンクリート片は様々な形状や大きさを落下し、コンクリート部材の端部や角部等の落下する部位も多様であることが確認されている。このような様々な落下事象に対する落下防止性能は、適用するコンクリート部材の形状や状態などによって影響を受けることが考えられ、あらかじめそれらに対する特性を把握したうえで適用する必要がある。

また、コンクリート部材にはコンクリート片の落下以外にも、ひび割れやうき、ひび割れを伴った漏水等の様々な変状が発生する場合がある。コンクリート部材に設置された落下防止対策の表面から、点検によってこれらの変状を発見できるかどうかについて把握しておくことは、変状に対する適切な対策を計画できる等、維持管理上の観点から重要である。

【試験編】は、落下防止対策を実構造物に適用するにあたって、様々なコンクリート片の落下事象に対する落下防止性能や維持管理性について、把握しておいた方がよいと思われる特性を把握することを目的とした各種試験方法について定めたものである。各種試験によって得られた結果は、実際の道路橋のコンクリート部材に落下防止対策が設置された後にその維持管理に反映すべきものである。

5. 適用範囲

本試験法は、コンクリート片の落下を防止する目的で使用する表面被覆やシート等を対象とする。

6. 引用規格

本試験法では次に掲げる試験法を参照している。参照にあたっては、その最新版を適用する。

JSCE-K 533-2013 コンクリート片の剥落防止に適用する表面被覆材の押抜き試験方法（案）

JSCE-K 531-1999 表面被覆材の付着強さ試験方法（案）

7. 用語の定義

この試験法で用いる主な用語の定義は、次による。

- 落下防止対策

構造物のコンクリート片の落下を防止することを目的として構造物の底面または側面に設置する塗膜またはシート等。

- 実構造物を想定した供試体（以下、供試体）

ハンチや端部、角部を有するコンクリート版へ落下防止対策を施工した供試体であり、【試験編】で規定される各種試験を実施するためのもの。

- コンクリート版

落下防止対策を施工するためのコンクリート製の版（落下防止対策を設置する前の供試体）。

- ・ 標準仕様
落下防止対策に用いる各工法（製造者）が定める施工条件や施工方法。
- ・ 押抜き圧子
押抜き試験において、落下防止対策に直接荷重を伝える円形、三角形、四角形の平面形状を有した柱状のブロック。平面形状によってそれぞれ円形圧子、三角形圧子、四角形圧子（長方形圧子、正方形圧子）と呼ぶ。
- ・ 圧子中心
押抜き圧子の平面形状において、円形圧子では円の中心、三角形圧子では正三角形の重心、四角形圧子では対角線の交点。
- ・ 供試体上面
構造物の上側を想定した面
- ・ 供試体下面
構造物の下側を想定した面
- ・ 標準部
供試体下面の平坦な部位
- ・ 端部
供試体の上下面と1つの側面からなる部位
- ・ 角部
供試体の上下面と2つの側面からなる部位
- ・ 入隅部
供試体の2つの面が内向きに入りあってできる角の部分。
- ・ 出隅部
供試体の2つの面が外向きに出あってできる角の部分。
- ・ 圧子接合部
コンクリート版と圧子を接合している部分で、コンクリート版と圧子はこの部分で一体となっている。
- ・ 模擬補修部
落下防止対策が経年劣化等で剥がれた場合や、うき等が生じて落下防止対策の一部を除去し、その上から補修を行うことを模擬した部分。
- ・ 模擬うき部
コンクリート内部に鉄筋の腐食膨張などによる剥離によってうき（水平方向の薄い空洞）が生じていることを模擬した部分。

8. 試験の種類

本編に規定する試験一覧を表 1 に示す。すべて実施するのが望ましいが、設置条件によっては一部の試験を省略してもよい。

表 1 試験一覧

試験番号	試験の種類	試験位置	落下防止対策の処理	押抜き圧子形状
1	押抜き試験	JSCE-K 533-2013 に従う		
2		標準部	-	○(100mm)
3		標準部	-	△(83mm)
4		間詰め部	2 辺切断	□(270×990mm)
5		間詰め部	2 辺切断	□(270×270mm)
6		ハンチ部	-	○(100mm)
7		端部	立上げあり	○(100mm)
8		端部	立上げなし	○(100mm)
9		角部	2 面立上げ	○(100mm)
10		角部	1 面立上げ	○(100mm)
11		角部	立上げなし	○(100mm)
12		材料継手部	ラップ	○(100mm)
13		模擬補修部	ラップ	○(100mm)
14	接着試験	標準部	-	-
15		模擬補修部	ラップ	-
16	うき検知試験	模擬うき部	-	-
17	滞水検知試験	模擬滞水部	-	-
18	ひび割れ検知試験	曲げひび割れ部	-	-

9. 試験概要

(1) 押抜き試験

標準部に加えて、端部や角部等の各部、模擬補修部に施工された落下防止対策の押抜き試験を行うことで、それぞれの部位における落下防止対策の耐荷力を確認する。また、円形、三角形、四角形の押抜き圧子を用い、様々な形状のコンクリート片が生じることも考え、耐荷力を確認する。

押抜き試験は、表 1 に示す試験一覧のうち、試験番号 1～13 の試験について実施する。試験番号 1 については JSCE-K 533-2013 に規定される「コンクリート片の剥落防止に適用する表面被覆材の押抜き試験方法（案）」に従って実施すればよい。試験番号 2～13 の試験についてはすべての試験を実施することを基本とするが、落下防止対策の適用を想定する構造物を十分に考慮したうえで不要と判断される場合には試験の一部を省略することができる。

(2) 接着試験

各部に施工された落下防止対策の施工品質を確認するために接着試験を行う。接着試験は一般部、模擬補修部において実施する。ただし、落下防止対策実施後の補修等を想定していない場合は模擬補修部での試験を省略することができる。

(3) うき検知試験

落下防止対策設置後にうきが発生した場合を想定した試験である。供試体にあらかじめうきを模擬し、打診棒を用いた打音試験により落下防止対策実施前後のうきの検知度合いについて比較を行う。

(4) 滞水検知試験

落下防止対策設置後にひび割れ等から落下防止対策に水が作用した場合を想定した試験である。供試体にあらかじめ貫通ひび割れを模擬したスリットを作製し、供試体上面から貫通ひび割れに注水した場合の落下防止対策上からの滞水検知の可否、滞水による落下防止対策の変状（染み出し、はがれ、ふくれ等）の出方、または、変状の兆候が現れ難いという特性を有するのかを確認する。

(5) ひび割れ検知試験

落下防止対策設置後に構造物にひび割れが発生した場合を想定した試験である。落下防止対策を施工した供試体に対して曲げ载荷を行って供試体にひび割れを導入し、落下防止対策上からのひび割れ検知の可否、落下防止対策のひび割れ追従性を確認する。

10. 押抜き試験

10.1. 試験対象

押抜き試験は表 1 の試験番号 1～13 に対して実施する。ただし、試験番号 1 については、JSCE-K 533-2010 に従って実施すればよい。ここでは、試験番号 2～13 の押抜き試験を対象とする。

10.2. 供試体

供試体は、本試験法の[供試体製作編]で製作した供試体を使用する。

10.3. 試験装置

試験装置は、載荷装置、荷重計測装置、変位計測装置より構成されるものとする。載荷装置及び載荷要領の例を図 1 に示す。

1) 載荷装置

- ・ 載荷装置は、供試体に押抜き荷重を与える加力装置と、その反力を支えるための架台から構成される。
- ・ 載荷装置は、押抜き試験によって大きな変形を生じない剛性の高いものでなければならない。
- ・ 加力装置は、加力用の載荷ジャッキと荷重計測装置、荷重を鉛直、均等に押抜き圧子に伝えるための球座、載荷板から構成される。
- ・ 加力装置は、供試体に配置された押抜き圧子に鉛直に載荷できるように、加力位置を移動できるものでなければならない。
- ・ 架台は、 $1900 \pm 5\text{mm}$ のスパンで供試体を水平に設置し、載荷によって供試体の沈下や浮き上がりを生じないものでなければならない。
- ・ 架台の高さは、供試体下面での計測や観察が可能な高さとしなければならない。
- ・ 架台の供試体を設置する支点は、載荷試験による供試体の回転変位を拘束しない支持条件としなければならない。

2) 荷重計測装置

- ・ 荷重計測装置は、押抜き圧子に加えられた鉛直荷重を正確に記録できるものとする。
- ・ 荷重計測装置は、想定される最大荷重を十分上回る容量を持ち、計測精度が所定の精度を有するものとする。特に指定がない場合は、容量 20kN 以上、100 分の 1kN まで計測可能な荷重計測装置を用いてもよい。

3) 変位計測装置

- ・ 変位計測装置は、押抜き圧子の鉛直変位を、正確に記録できるものとする。
- ・ 変位計測装置は、想定される最大変位を十分上回る容量を持ち、計測精度が所定の精度を有するものとする。特に指定がない場合は、容量 100mm 以上、50 分の 1mm まで計測可能な変位計測装置を用いてもよい。
- ・ 押抜き圧子の鉛直変位は、供試体上面と載荷板の相対変位を押抜き圧子の鉛直変位とみなしてよい。
- ・ 変位計測装置は 2 箇所設置することを基本とするが、押抜き圧子の傾き等が懸念される場合は、計測箇所数及び計測位置を適切に設定し、圧子の鉛直変位を記録するものとする。

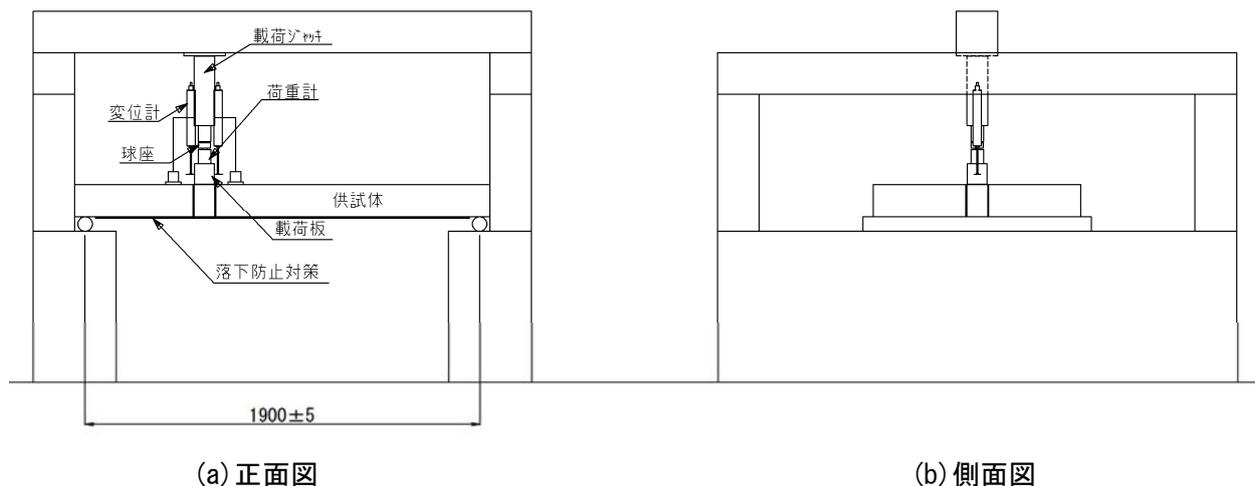


図 1 載荷装置及び載荷要領の例

10.4. 試験方法

(1) 試験の条件

試験を実施する空間の温度及び湿度は、落下防止対策を適用する構造物を考慮して適切に設定するものとするが、それによることが困難又は不合理な場合は、気温及び湿度の変動が小さい場所で実施するものとする。

(2) 供試体の設置

- 支点間の距離を 1900 ± 5 mm とし、落下防止対策を設置した面が下面となるように、供試体を架台に設置する。
- 押抜き圧子上面に加力装置を設置する。圧子上面に不陸があり荷重が不均一になる可能性がある場合は、圧子と載荷板の間に石膏やゴム板等の不陸調整材を設置する。
- 圧子の自重によって圧子接合部が破壊する恐れのある場合は、押抜き荷重が落下防止対策に作用するまで、圧子の下面に設置された落下防止対策上から圧子を支持する等の処置を講じる。
- 変位計測装置を設置する。

(3) 試験手順

試験手順は、JSCE-K 533-2010 5. 試験方法と同様の方法を標準とする。以下に試験手順と、押抜き試験での荷重-変位曲線の例を図 2 に示す。

- 荷重および変位は 0.05 kN 毎に記録する。
- 1 mm/min の速度で供試体と圧子接合部が破壊するまで載荷する。
- その後 5 mm/min で載荷し、最大荷重を測定する。
- 最大荷重に対して 50% 程度まで低下したら載荷終了する。
- 10 、 20 、 30 、 40 mm の各変位において載荷を一時中止し、剥離範囲を供試体にマーキングするとともに押抜き荷重を記録し、写真を撮影する。
- 変位が 50 mm となる、または、剥離範囲が隣接する試験に影響を与える範囲に達する、塗膜の損傷が明確で押抜き荷重の増加が期待できない場合には、その時点で試験を終了する。

- ・ 荷重途中で落下防止対策に何らかの変状が生じた場合は、その時点で荷重を一時中止し、荷重と変位を記録するとともに、変状の状況を記録する。
- ・ 荷重終了後、破壊形態（塗膜の破れ、繊維の破断等）を目視により観察し、写真等で記録する。

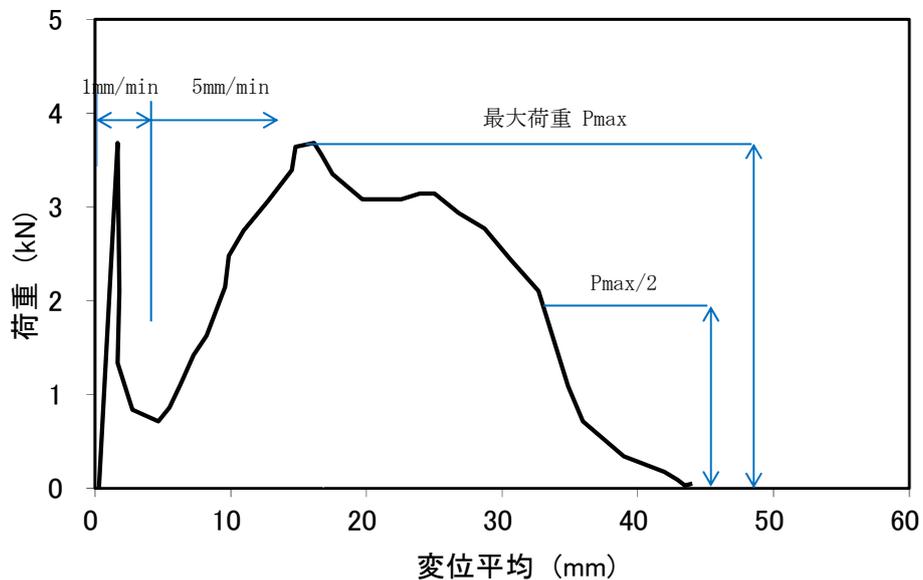


図 2 荷重-変位曲線の例

(4) 結果の整理

結果の整理は以下のとおり行う。

- ・ 荷重と変位の測定結果から、荷重-変位曲線を作図する。
- ・ 荷重-変位曲線より、変位が 10mm 以上における最大荷重及び最大変位を求める。
- ・ 供試体のマーキングから剥離範囲図を作成し、剥離周長、剥離範囲（最大剥離長さとそれと直交する方向の長さ）を求める。

10.5. 報告

報告事項は以下のとおりとする。報告はすべての押抜き試験結果について行うものとする。

- ・ 試験を行った落下防止対策の工法名と製品名
- ・ 荷重-変位曲線
- ・ 剥離範囲図
- ・ 剥離周長、剥離範囲（最大剥離長さとそれと直交する方向の長さ）
- ・ 破壊形態
- ・ 試験年月日
- ・ 気温、湿度

11. 接着試験

11.1. 試験対象

接着試験は表 1 の試験番号 14～15 に対して実施する。

11.2. 供試体

供試体は、本試験法の[供試体製作編]で製作した供試体を使用する。

11.3. 試験装置

試験装置は、引張用治具と引張装置で構成されるものとする。

1) 引張用治具

- ・ 引張用治具は、載荷時に変形しない剛性を有したものでなければならない。
- ・ 引張用治具の接着面は、平坦なものでなければならない。
- ・ 引張用治具は、引張荷重を均等に接着面に伝えられる面積を有したものをを用いることとし、特に指定がない場合は、40mm×40mm の接着面を有する引張用治具を用いてもよい。

2) 引張装置

- ・ 引張装置は、引張用治具を供試体面に対して鉛直方向に載荷できるものでなければならない。
- ・ 引張装置は、引張荷重の測定機能を有しているものをを用いることを基本とし、それによらない場合は、引張荷重を正確に記録できる測定装置も用いるものとする。
- ・ 引張装置は、想定される最大荷重を十分上回る容量を持ち、計測精度が所定の精度を有するものとする。特に指定がない場合は、容量 10kN 以上、100 分の 1kN まで計測可能な引張装置を用いてもよい。

11.4. 試験方法

(1) 試験の条件

試験を実施する空間の温度及び湿度は、落下防止対策を適用する構造物を考慮して適切に設定するものとするが、それによることが困難又は不合理な場合は、気温及び湿度の変動が小さい場所で実施するものとする。

(2) 供試体の設置

- ・ 落下防止対策を設置した面が下面となるように、供試体を架台上に設置する。
- ・ 架台の高さは接着試験が実施できる適切な空間を確保できる高さとする。

(3) 試験手順

試験状況の例を図 3 に示す。

- ・ 供試体試験箇所引張用治具を接着剤で取り付け、支柱等によって下側から引張用治具を固定し 24 時間静置する。
- ・ 引張用治具の外周に沿って切れ込みを設ける。この時、切れ込み深さは供試体のコンクリート版位置まで達する深さとする。

- ・ 引張装置を取り付け、供試体面に対して鉛直方向に引張力を作用させ、最大引張荷重を測定する。
- ・ 載荷終了後、破壊箇所（接着剤の破壊、落下防止対策の破壊、コンクリート版の破壊）を目視により観察する。

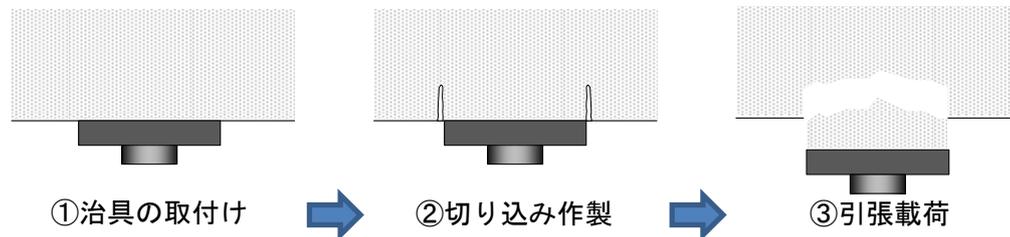


図 3 試験状況の例

(4) 結果の整理

結果の整理は以下のとおり行う。

- ・ 接着強さを次式により算出する。
- ・ 3箇所 の平均値を試験結果とする。

$$\text{接着強さ} = T/A$$

ここに、 T : 最大引張荷重 (kN)

A : 上部引張用鋼製治具の接着面積 (mm²)

11.5. 報告

報告事項は以下のとおりとする。

- ・ 試験を行った落下防止対策の工法名と製品名
- ・ 接着強さ
- ・ 破壊箇所
- ・ 試験年月日
- ・ 気温、湿度

12. うき検知試験

12.1. 試験対象

うき検知試験は表 1 の試験番号 16 に対して実施する。

12.2. 供試体

供試体は、本試験法の[供試体製作編]で製作した供試体を使用する。

12.3. 使用機材

試験には点検ハンマーや打診棒またはそれに類する打音検査用の器具を使用する。ここでは、打音検査用器具を点検ハンマーと表記する。

12.4. 試験方法

(1) 試験の条件

試験を実施する空間の温度及び湿度は、落下防止対策を適用する構造物を考慮して適切に設定するものとするが、それによることが困難又は不合理な場合は、気温及び湿度の変動が小さい場所で実施するものとする。

(2) 供試体の設置

- ・ 落下防止対策を設置した面が下面となるように、供試体を架台上に設置する。
- ・ 架台の高さは実際の点検を想定した高さとする。特に指定がない場合は吊足場上の中腰作業を想定して 1.5m 程度としてよい。

(3) 試験手順

模擬うきの検知試験は、落下防止対策設置前と設置後で実施する。

- ・ 落下防止対策の設置前に、供試体の模擬うき部に対して、点検ハンマーを用いて打音検査を行い、実際に異音を確認された範囲をマーキングして記録及び写真撮影する。
- ・ 落下防止対策の設置後に、落下防止対策設置前に異音を確認された付近に対して、点検ハンマーを用いて打音検査を行い、実際に異音を確認された範囲をマーキングして記録及び写真撮影する。この時、落下防止対策の設置前に使用した器具と異なる種類の器具を使用してはならない。
- ・ 落下防止対策設置前後の打音検査で確認された異音の範囲を比較する。

12.5. 報告

報告事項は以下のとおりとする。

- ・ 試験を行った落下防止対策の工法名と製品名
- ・ うきの検知範囲図及び写真
- ・ 試験年月日
- ・ 気温、湿度

13. 滞水検知試験

13.1. 試験対象

滞水検知試験は表 1 の試験番号 17 に対して実施する。

13.2. 供試体

供試体は、本試験法の[供試体製作編]で製作した供試体を使用する。

13.3. 試験装置

試験装置は、スリットを設けた位置の供試体上面に円筒枠による貯水部を設けたものとする。試験装置の例を図 4 に示す。

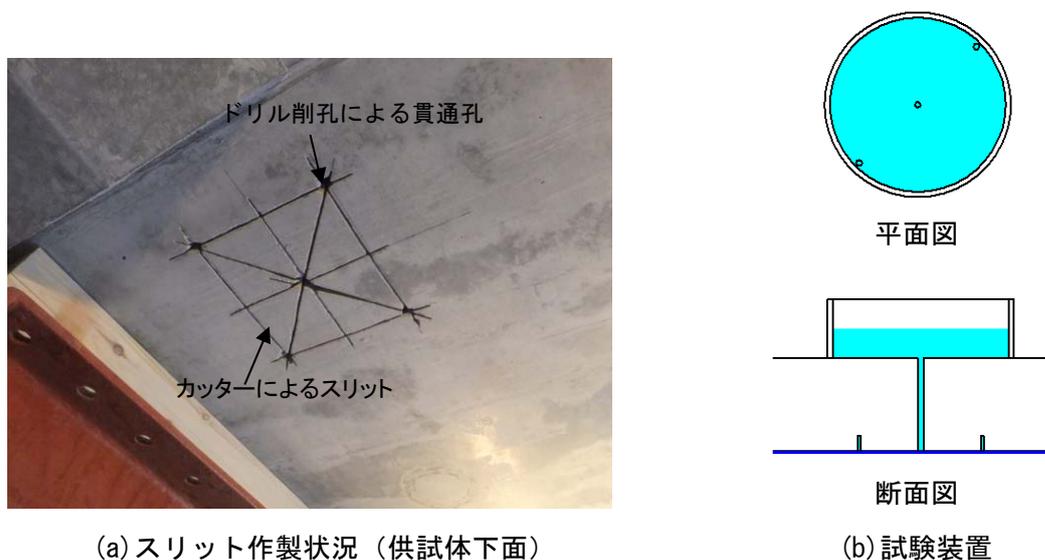


図 4 試験装置の例

13.4. 試験方法

(1) 試験の条件

試験を実施する空間の温度及び湿度は、落下防止対策を適用する構造物を考慮して適切に設定するものとするが、それによることが困難又は不合理な場合は、気温及び湿度の変動が小さい場所で実施するものとする。

(2) 供試体の設置

- ・ 落下防止対策を設置した面が下面となるように、供試体を架台上に設置する。
- ・ 架台の高さは滞水検知試験が実施できる適切な空間を確保できる高さとする。

(3) 試験手順

- ・ 貫通ひび割れを模擬したスリットを設置した位置の供試体上面に、スリットの範囲がすべて囲まれるように高さ 100mm 程度の円筒枠を設置する。
- ・ 止水材等を使用して円筒枠と供試体上面の隙間から水が漏れないようにする。

- ・ 円筒枠の 50mm 程度の高さまで水が溜まるように供試体上面から注水する。
- ・ 注水開始時刻を記録し、注水直後、1 時間後、6 時間後、24 時間後の落下防止対策の変状（染み出し、はがれ、ふくれ等）を観察する。
- ・ 変状が確認できた場合は、変状を記録及び写真撮影するとともに、注水からの経過時間を記録する。

13.5. 報告

報告事項は以下のとおりとする。

- ・ 試験を行った落下防止対策の工法名と製品名
- ・ 変状が生じた範囲図及び写真
- ・ 変状が生じた時間
- ・ 試験年月日
- ・ 気温、湿度

14. ひび割れの検知試験

14.1. 試験対象

ひび割れ検知試験は表 1 の試験番号 18 に対して実施する。なお、ひび割れ検知試験では供試体に曲げ载荷によってひび割れを発生させるため、その他の試験結果に影響を及ぼさないように最後に実施する。

14.2. 供試体

供試体は、本試験法の[供試体製作編]で製作した供試体を使用する。

14.3. 試験装置

試験装置は、押抜き試験で使用した载荷装置を使用する。载荷装置及び曲げ载荷要領の例を図 5 に示す。

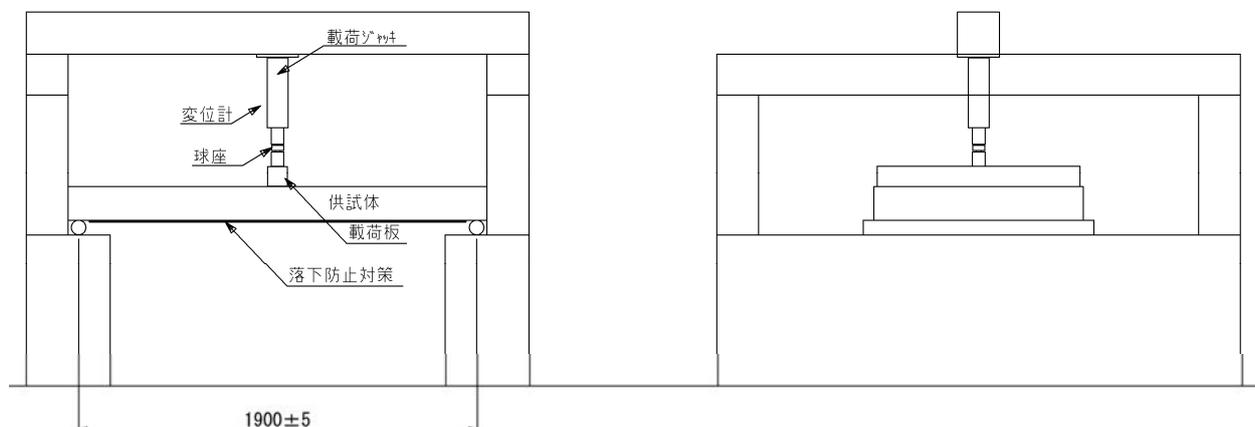


図 5 载荷装置及び曲げ载荷要領の例

14.4. 試験方法

(1) 試験の条件

試験を実施する空間の温度及び湿度は、落下防止対策を適用する構造物を考慮して適切に設定するものとするが、それによることが困難又は不合理な場合は、気温及び湿度の変動が小さい場所で実施するものとする。

(2) 供試体の設置

- ・ 支点間の距離を 1900 ± 5 mm とし、落下防止対策を設置した面が下面となるように、供試体を架台に設置する。
- ・ 供試体の支間中央に加力装置を設置する。供試体上面に不陸があり荷重が不均一になる可能性がある場合は、供試体と载荷板の間に石膏やゴム板等の不陸調整材を設置する。

(3) 試験手順

- ・ 供試体の支間長及び载荷位置から、あらかじめ 0.2mm 程度のひび割れを発生させる荷重を計算によって求める。

- ・ 計算によって求めた荷重まで曲げ载荷を行い、供試体下面にひび割れを発生させる。
- ・ 供試体の側面からひび割れが発生していることを確認したのち、荷重を保持した状態で落下防止対策上からのひび割れ検知の可否を確認する。
- ・ 落下防止対策上からひび割れを確認できた場合は、ひび割れ追従性（落下防止対策のひび割れの有無）を目視観察によって確認する。
- ・ 落下防止対策にひび割れが発生した場合は、ひび割れ幅と長さを計測し、ひび割れ図とともに記録する。
- ・ ひび割れ確認終了後、除荷してひび割れ発生箇所の落下防止対策を除去する。
- ・ 除去した位置のひび割れ幅と長さを計測し、ひび割れ図とともに記録する。
- ・ 落下防止対策除去後の観察結果と落下防止対策上からの観察結果を比較する。

14.5. 報告

報告事項は以下のとおりとする。

- ・ 試験を行った落下防止対策の工法名と製品名
- ・ 落下防止対策上から確認したひび割れ幅、ひび割れ長さ、ひび割れ図
- ・ 落下防止対策除去後に確認したひび割れ幅、ひび割れ長さ、ひび割れ図
- ・ 試験年月日
- ・ 気温、湿度

編 作 製 體 試 供

1. 目的

本編では、[試験編]で実施する各種試験を漏れなく実施かつ試験結果を評価できるような供試体を製作するためのものである。実験結果の解釈に必要な供試体の計画、製作方法、製作条件や施工条件を把握するための記録について規定したものである。

2. 適用範囲

[試験編]で定められた各種試験で用いる実構造物を想定した供試体（以下、供試体）の製作方法を規定したものである。JSCE-K 533-2013 の試験で用いる供試体はその規定に従って製作するものとし、本編の適用範囲外とする。

3. 引用規格

本試験法では次に掲げる規格を引用する。この引用規格は、その最新版を適用する。

JSCE-K 533-2013 コンクリート片の剥落防止に適用する表面被覆材の押抜き試験方法（案）

JSCE-K 531-1999 表面被覆材の付着強さ試験方法

4. 用語の定義

この試験法で用いる主な用語の定義は、次による。

- 落下防止対策

構造物のコンクリート片の落下を防止することを目的として構造物の底面または側面に設置する塗膜またはシート等。

- 供試体

ハンチや端部、角部を有するコンクリート版へ落下防止対策を施工した供試体であり、[試験編]で規定される各種試験を実施するためのもの。

- コンクリート版

落下防止対策を施工するためのコンクリート製の版（落下防止対策を設置する前の供試体）。

- 標準仕様

落下防止対策に用いる各工法（製造者）が定める施工条件や施工方法。

- 押抜き圧子

押抜き試験において、落下防止対策に直接荷重を伝える円形、三角形、四角形の平面形状を有した柱状のブロック。平面形状によってそれぞれ円形圧子、三角形圧子、四角形圧子（長方形圧子、正方形圧子）と呼ぶ。

- 圧子中心

押抜き圧子の平面形状において、円形圧子では円の中心、三角形圧子では正三角形の重心、四角形圧子では対角線の交点。

- 供試体上面

構造物の上側を想定した面

- 供試体下面

構造物の下側を想定した面

- 標準部

供試体下面の平坦な部位

- 端部

供試体の上下面と1つの側面からなる部位

- 角部

供試体の上下面と2つの側面からなる部位

- 入隅部

供試体の2つの面が内向きに入りあってできる角の部分。

- 出隅部

供試体の2つの面が外向きに出あってできる角の部分。

- 圧子接合部

コンクリート版と圧子を接合している部分で、コンクリート版と圧子はこの部分で一体となっている。

- 模擬補修部

落下防止対策が経年劣化等で剥がれた場合や、うき等が生じて落下防止対策の一部を除去し、その上から補修を行うことを模擬した部分。

- 模擬うき部

コンクリート内部に鉄筋の腐食膨張などによる剥離によってうき（水平方向の薄い空洞）が生じていることを模擬した部分。

5. 供試体概要

5.1. 供試体の計画

実構造物を想定した供試体（以降、供試体）は、[試験編]で規定される表 2 の各種試験のすべてまたは必要に応じて一部を実施できる形状、寸法及び試験に使用する押抜き圧子等が適切に配置されるように計画する。さらに、適用を想定する実構造物の環境条件や施工条件を可能な限り再現した状況で落下防止対策の施工が行えるように計画する。

表 2 試験項目一覧

試験番号	試験の種類	試験位置	落下防止対策の処理	押抜き圧子形状
1	押抜き試験	JSCE-K 533-2013 にしたがう		
2		標準部	-	○(100mm)
3		標準部	-	△(83mm)
4		間詰め部	2 辺切断	□(270×990mm)
5		間詰め部	2 辺切断	□(270×270mm)
6		ハンチ部	-	○(100mm)
7		端部	立上げあり	○(100mm)
8		端部	立上げなし	○(100mm)
9		角部	2 面立上げ	○(100mm)
10		角部	1 面立上げ	○(100mm)
11		角部	立上げなし	○(100mm)
12		材料継手部	ラップ	○(100mm)
13		模擬補修部	ラップ	○(100mm)
14	接着試験	標準部	-	-
15		模擬補修部	ラップ	-
16	うき検知試験	模擬うき部	-	-
17	滞水検知試験	模擬滞水部	-	-
18	ひび割れ検知試験	曲げひび割れ部	-	-

5.2. 供試体の構成

供試体は、落下防止対策、コンクリート版、押抜き試験部で構成される。供試体各部の名称を図6、押抜き圧子の配置例を図7、押抜き試験部の例を図8に示す。

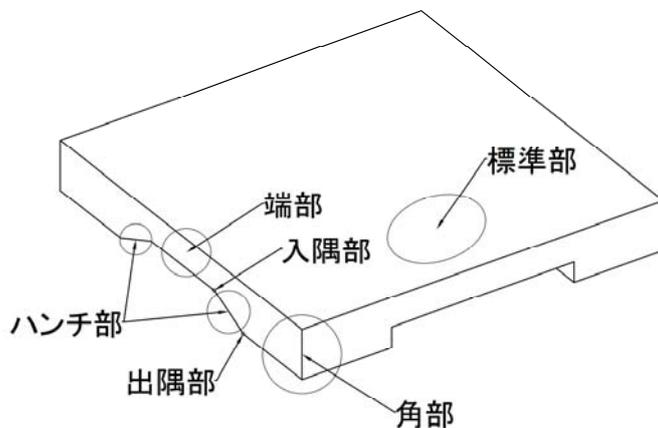


図6 供試体各部の名称

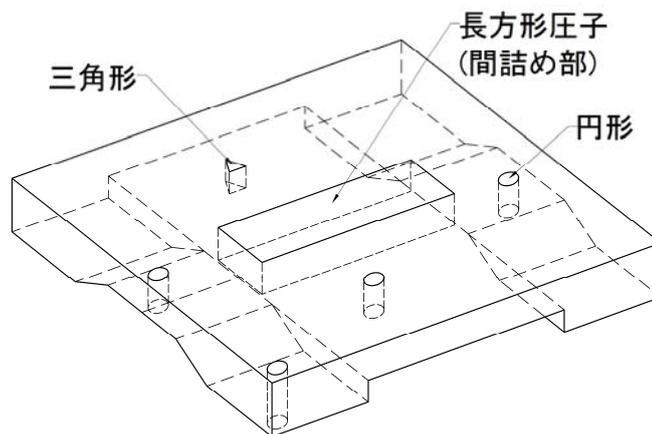


図7 押抜き試験部の例

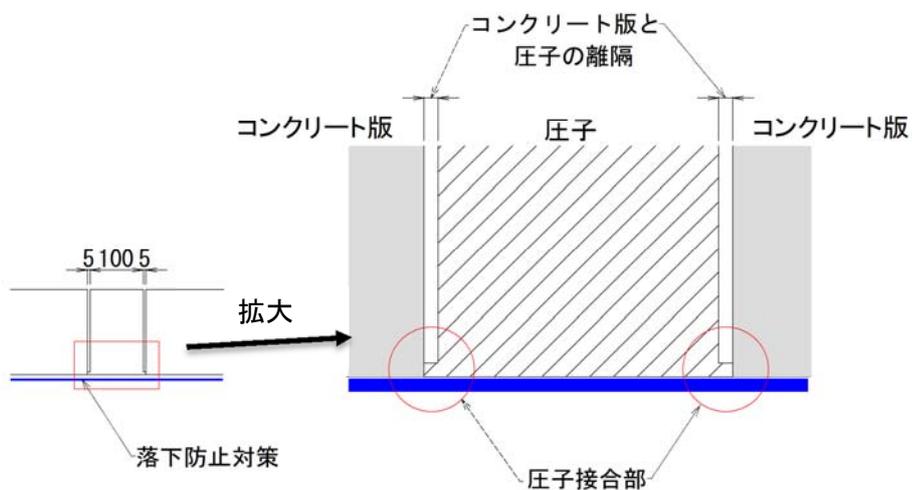


図8 押抜き試験部の詳細（断面図）

5.3. 試験位置の計画

(1) 押抜き試験位置の設定

押抜き試験の実施位置は表 2 の試験位置に従って適切に設定する。各部の試験位置は次に示す通りとする。なお、押抜き試験では、押抜き変位と共に落下防止対策の剥離範囲が増加していくことが予想されるため、試験間での間隔は、想定される落下防止対策の剥離範囲が重ならないように設定する（図 9）。剥離範囲が不明な場合は、圧子中心から 450mm の範囲を剥離範囲としてよい。

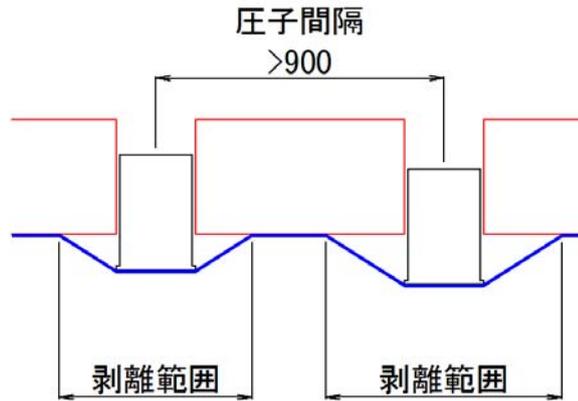


図 9 圧子間隔の例

1) 標準部、間詰め部

標準部と間詰め部の試験位置は、押抜き試験による剥離範囲が、ハンチ部や端部、角部等の供試体形状の影響を受けない位置に設定する。

2) ハンチ部

供試体ハンチ部の入隅から圧子中心までの距離を 60mm を標準とする。

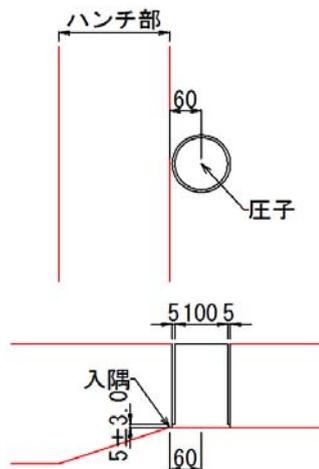


図 10 押抜き試験位置（ハンチ部）

3) 端部、角部

供試体側面から圧子中心までの距離を 85mm とする。

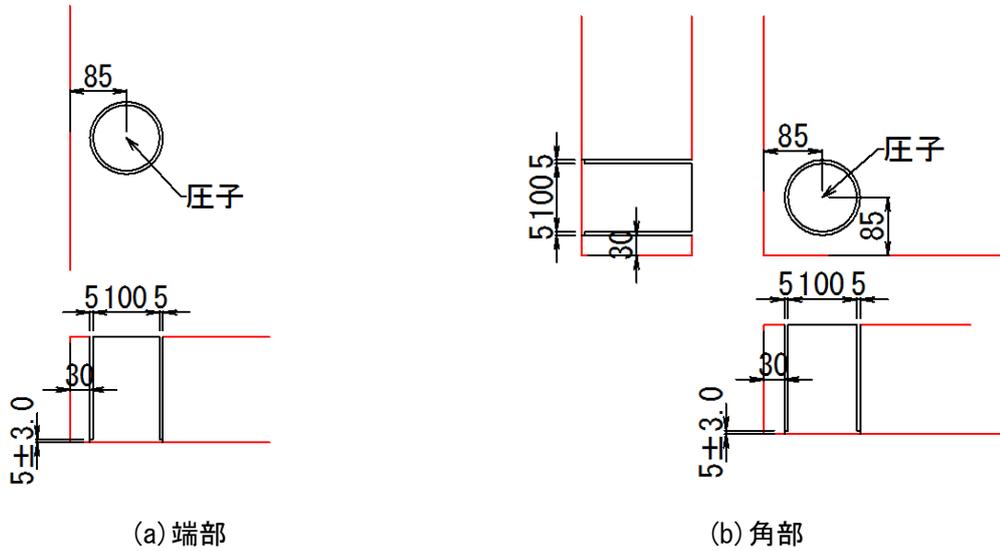


図 11 押抜き試験位置（端部、角部）

4) 材料継手部

落下防止対策の材料をラップさせて施工した部分とし、圧子中心の位置はラップ幅の中央位置とする。入隅から圧子中心までの距離を 60mm とする。材料継手部の位置は、実構造物への適用した場合に想定される位置に設定することを基本とするが、材料継手部がどの位置となるか不明な場合は、ハンチ部に設定するものとする。

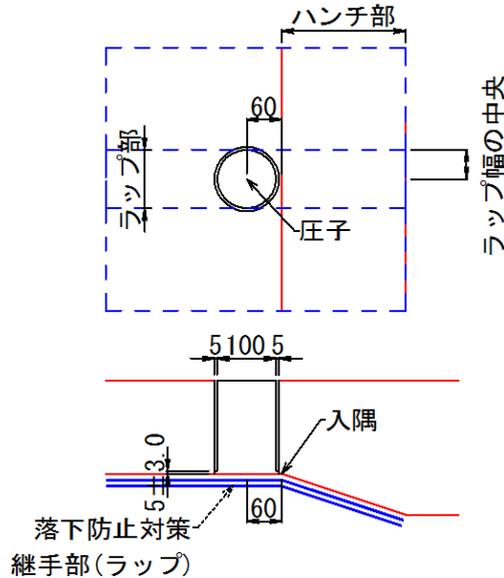


図 12 押抜き試験位置（材料継手部）

5) 模擬補修部

落下防止対策の模擬補修を行った切欠き部から圧子中心までの距離を 75mm とし、その直角方向は切欠き部の中央位置とする。切欠き部は 100×100mm を標準とする。

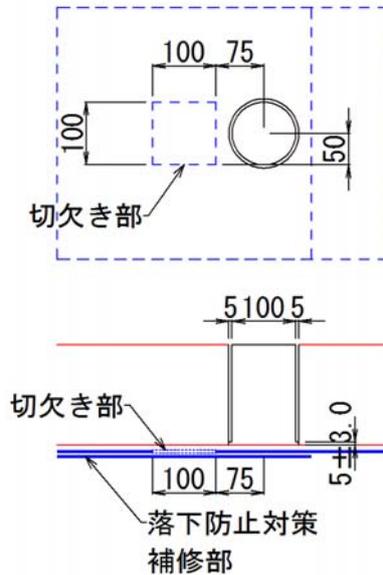


図 13 押抜き試験位置（模擬補修部）

(2) 接着試験位置の設定

接着試験の実施位置は、標準部と模擬補修部とし、それぞれ 3 箇所実施する。3 箇所の間隔は引張装置の仕様に従って適切に設定する。なお、引張装置に求める仕様は[試験編]を参照する。模擬補修部では、図 14 に示すように落下防止対策のラップ範囲で実施する。接着試験箇所の大きさは 40×40mm、切り欠き部は 100×100mm を標準とする。

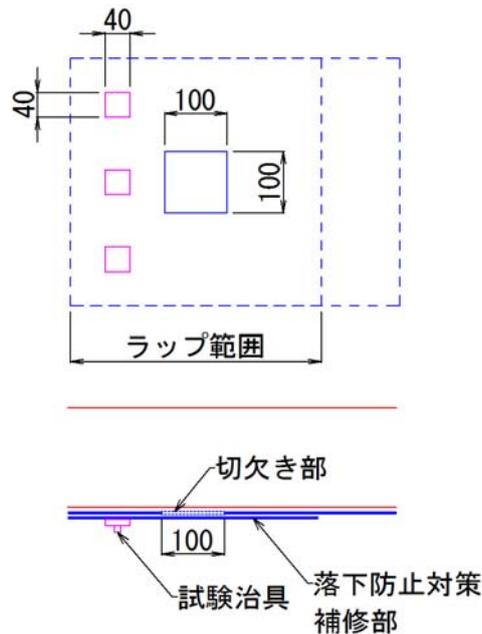


図 14 接着試験位置（模擬補修部）

6. コンクリート版の製作

6.1. 使用材料

コンクリート版に使用する材料は原則として落下防止対策を適用する構造物と同等の強度のコンクリートおよび鉄筋を使用する。それによることが困難又は不合理である場合は、以下の材料を使用してよい。

- ・コンクリート： $\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$
- ・鉄筋：SD345 D13

6.2. コンクリート版の形状および配筋

(1) コンクリート版の形状

コンクリート版の形状は、落下防止対策を適用する構造物の形状等を考慮して適切に設定するものとするが、それによることが困難又は不合理である場合は、以下の方法を参考にしてよい。コンクリート版の形状の例を図 15、図 16 に示す。

- ・コンクリート版はハンチあり、ハンチなしの2種類とする。
- ・コンクリート版の幅は2000mmを基本とし、長さ（奥行き）は各種試験実施位置を考慮して適切に設定する。
- ・コンクリート版の厚さは160mmを基本とする。
- ・ハンチの傾斜は高さ：幅が1:3を基本とする。
- ・端部、角部の側面は底面に対して鉛直に立ち上げる。

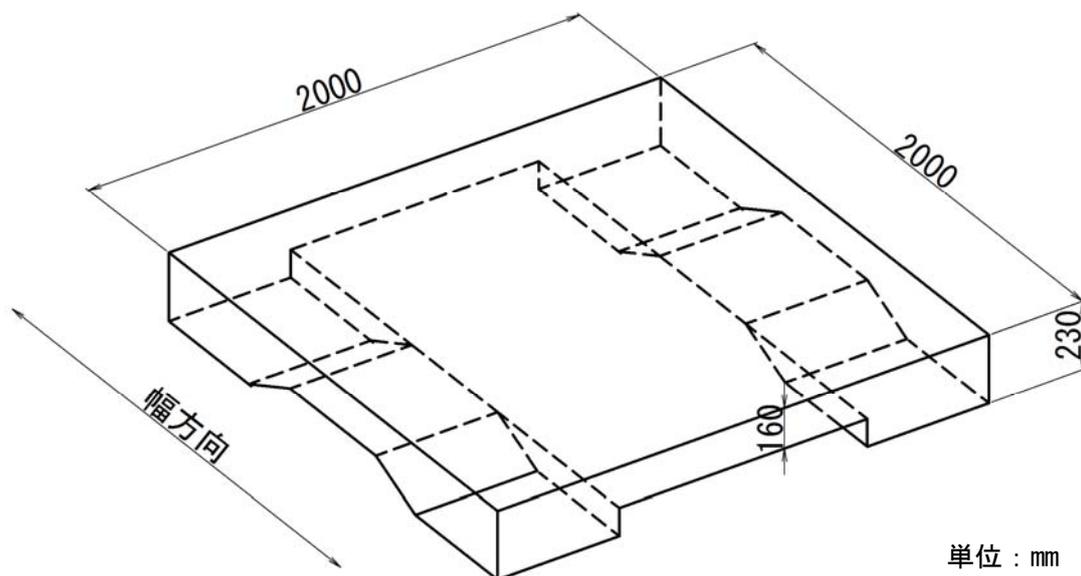


図 15 コンクリート版の形状寸法の例（ハンチあり）

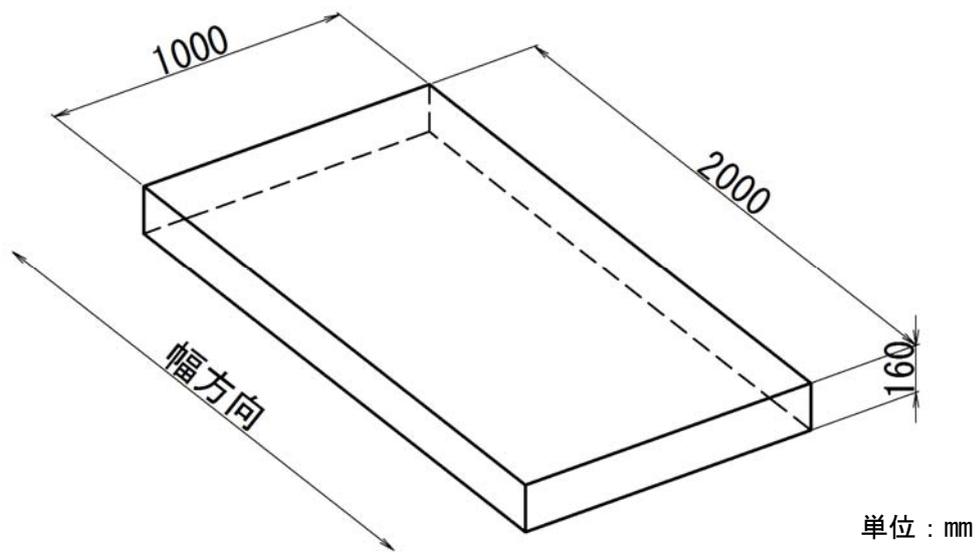


図 16 コンクリート版の形状寸法の例（ハンチなし）

(2) 配筋

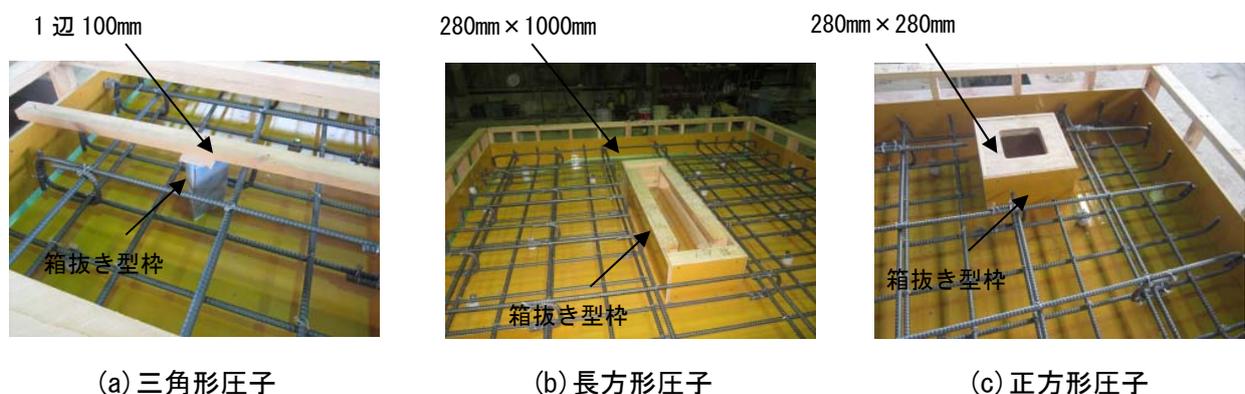
コンクリート版の配筋は、落下防止対策を適用する構造物を考慮して適切に設定するものとするが、それによることが困難又は不合理な場合は、以下の方法としてよい。

- ・ 押抜き圧子と干渉しない配筋とする。
- ・ 鉄筋は格子状に上下に2段配置するものとし、上段鉄筋の中心間隔は300mm以下、下段鉄筋の中心間隔は150mm以下を標準とし、鉄筋のかぶりは30mm以上とする。

6.3. 押抜き圧子用型枠、模擬うきの設置

(1) 押抜き圧子用型枠

三角形圧子と四角形圧子については、コンクリート版打設後に作製が困難であるため、コンクリート打設前に押抜き圧子部にあらかじめ箱抜き型枠を設置するものとする。箱抜き型枠の設置例を写真1に示す。



(a) 三角形圧子

(b) 長方形圧子

(c) 正方形圧子

写真 1 箱抜き型枠設置例

(2) 模擬うき

模擬うきはコンクリート版下面の鉄筋のかぶり部分に設置する。模擬うきの範囲は 400mm×200mm とし、厚さ 5mm 程度の空洞を設けるものとする。空洞の作製が難しい場合は、空洞をプラスチック板等のコンクリートと剛性が異なる材料で模擬するものとし、以下に示す方法を参考にしよ。模擬うきの製作例を図 17 に示す。

- 模擬うきをプラスチック板と発泡シート（両方とも厚さの目安は 3mm 程度）で模擬する。
- プラスチック板と発泡シートを貼り合わせる。
- プラスチック板と発泡シートをコンクリート版下面最外縁の鉄筋の外側に水平に固定する。その際、打設時のコンクリートの重みで模擬うきが変形しないように、プラスチック板側を供試体上面側にする。
- コンクリート打設時は、模擬うき部の下面に気泡が残らないように注意する。
-

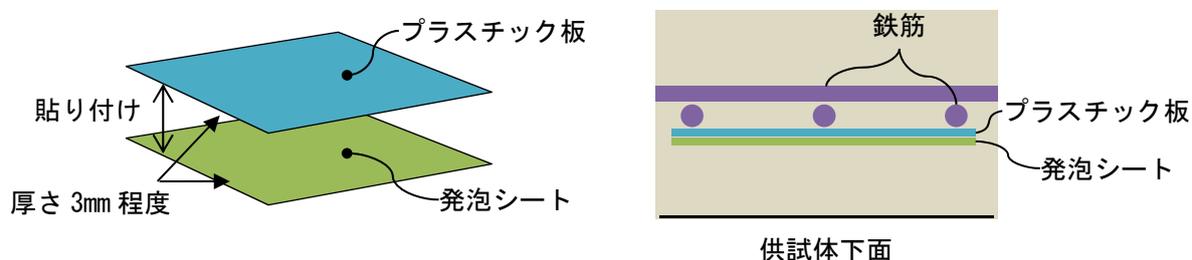


図 17 模擬うきの製作例

6.4. コンクリート打設

コンクリート打設時は、箱抜き型枠がずれたり、模擬うき部が変形したりしないように注意して打込み及び締固めを行う。押抜き圧子の上面には押抜き試験実施時に載荷用の載荷治具を設置するため、平坦に仕上げる。なお、上面仕上げ時に、試験に影響しない位置に吊り上げ用の治具を設置する。

7. 押抜き圧子の作製

(1) 押抜き圧子の形状寸法

押抜き圧子は押抜き試験において落下防止対策に直接荷重を伝達するものであり、落下防止対策との接触面積が耐荷力に影響を及ぼす。試験結果の相互比較を行うことを基本として、次に示す平面形状とする。圧子は、押抜き試験によって圧子自身に過度の変形や破壊が生じず、圧子を鉛直に押すことができる高さとする。ここで示す断面図は、圧子の高さをコンクリート版の厚さと同じ寸法にした場合の例である。

1) 円形圧子

円形圧子は、直径 100mm の円柱とする。円形圧子は載荷時に供試体側面に接触しないような離隔を設けるものとし、5mm を基本とする。供試体との接合部の厚さは 5 ± 3.0 mm とする。

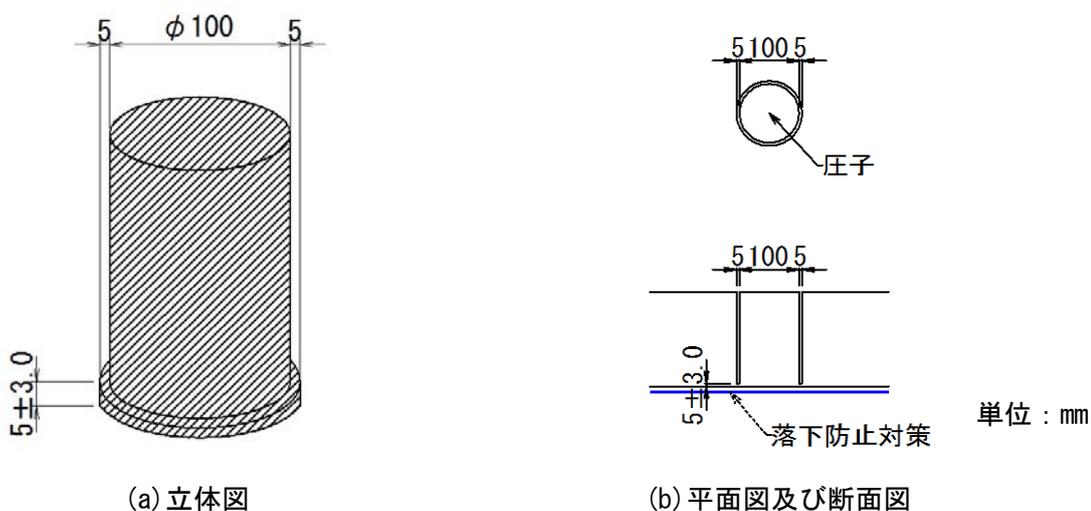


図 18 円形圧子の形状寸法

2) 三角形圧子

三角形圧子は、1 辺が 83mm 程度の正三角形の角柱とする。三角形圧子は載荷時に供試体側面に接触しないような離隔を設けるものとし、5mm を基本とする。供試体との接合部の厚さは 5 ± 3.0 mm とする。

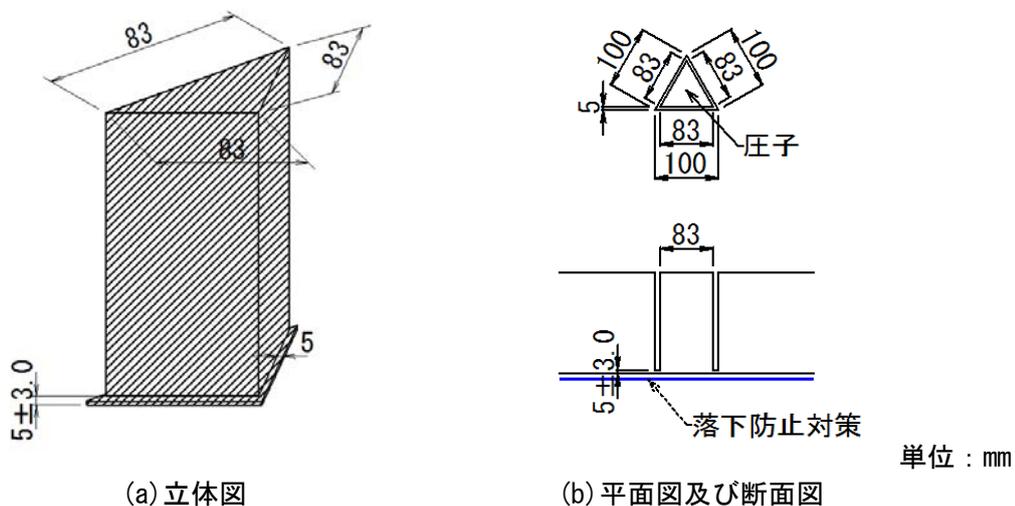
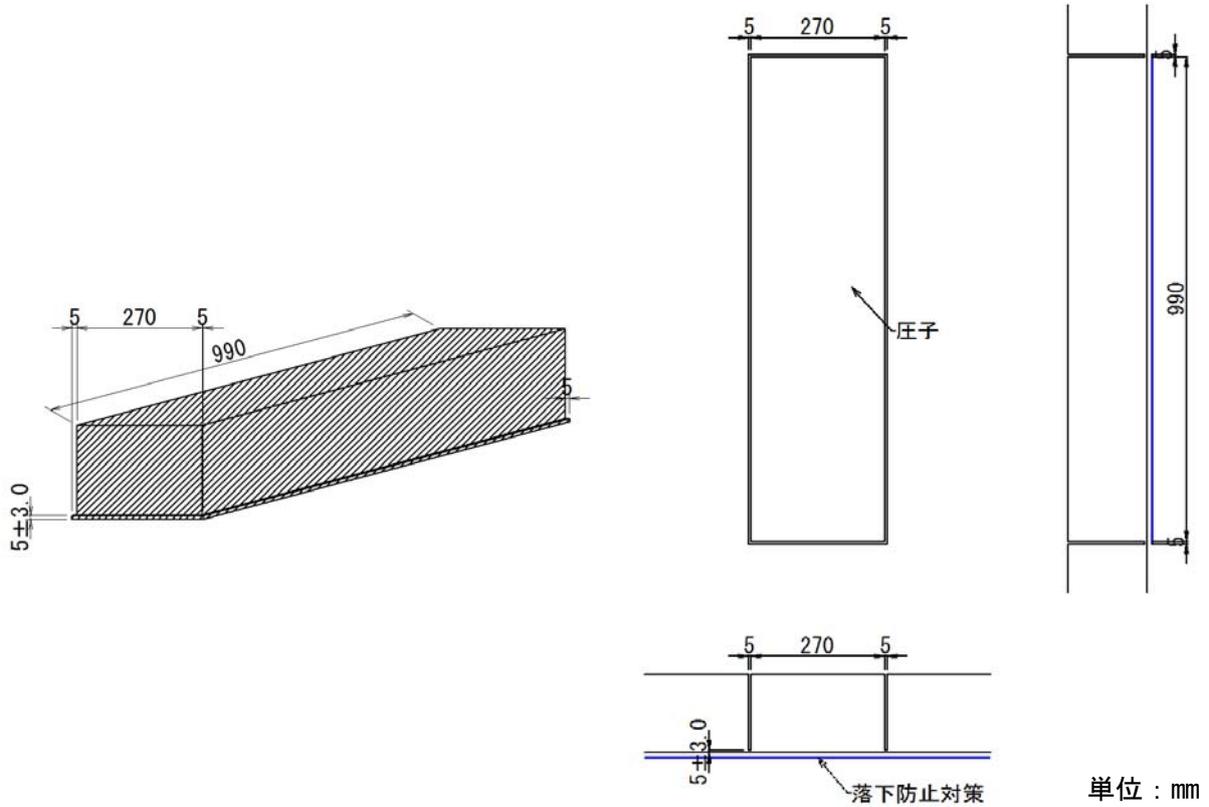


図 19 三角形圧子の形状寸法

3) 四角形圧子

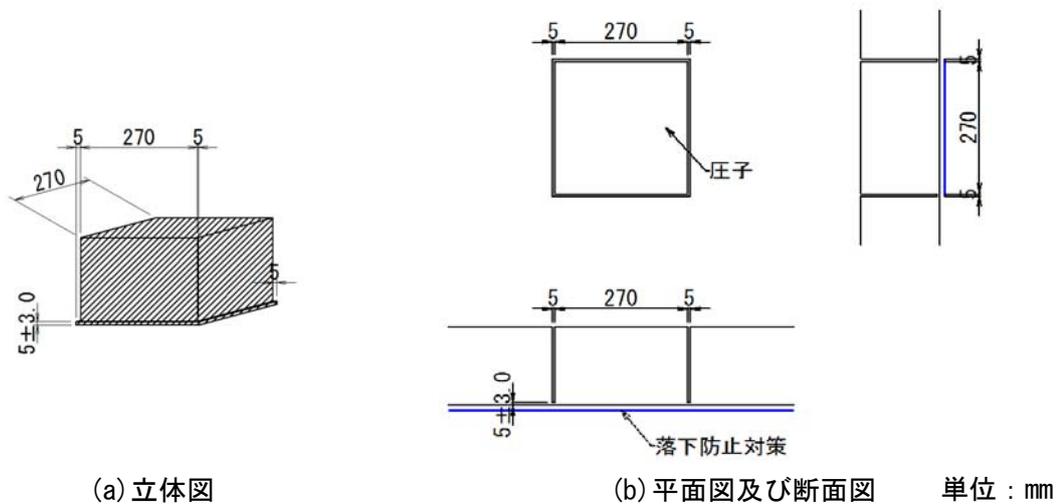
四角形圧子は、短辺が 270mm、長辺が 990mm の長方形の角柱と 1 辺が 270mm の正方形の角柱とする。四角形圧子は載荷時に供試体側面に接触しないような離隔を設けるものとし、5mm を基本とする。供試体との接合部の厚さは 5 ± 3.0 mm とする。



(a) 立体図

(b) 平面図及び断面図

図 20 長方形圧子の形状寸法



(a) 立体図

(b) 平面図及び断面図

単位 : mm

図 21 正方形圧子の形状寸法

(2) 押抜き圧子の個数

押抜き圧子の個数は[試験編]で押抜き試験を実施する箇所数に従って定める。

(3) 押抜き圧子の材質

押抜き圧子の材質は、押抜き試験によって圧子自身に過度の変形や破壊が生じない材質とし、コンクリート版と同じ配合のコンクリートを用いることを基本とする。コアを削孔して圧子を作製するような場合において、圧子接合部（図 22）を断面修復材等を使用して成型する場合は、コンクリート版と同等以上の強度を有する材料を用いる。

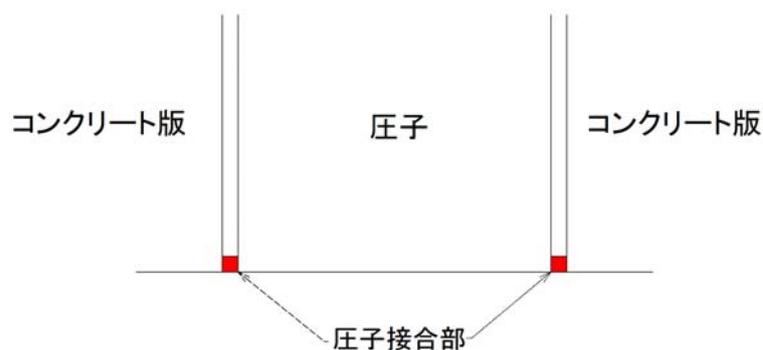


図 22 押抜き圧子接合部

(4) 押抜き圧子の作製

押抜き圧子は図 18～図 21 に示した形状寸法となるように作製する。押抜き圧子は押抜き試験時にコンクリート版の壁面と接触しないように、一定の離隔を設ける。押抜き圧子の作製例は付録に示す。

8. 滞水検知試験用スリットの作製

滞水検知試験に用いる貫通ひび割れを模擬したスリットは供試体上面から注水した水が、落下防止対策の内側（裏面）に到達するようにしなければならない。作製方法の例を以下に示す。

- スリットは、鉄筋と干渉しない位置に作製する。
- 供試体用コンクリート版の下面からコンクリートカッターを使用して、幅 3mm 程度のスリットを設ける。
- スリットの間隔は 100mm とし、コンクリート版幅方向に 3 本、その直角方向に 3 本設ける。
- スリットの深さは 25mm 程度とし、最外縁の鉄筋を損傷させない深さとする。
- コンクリート版の下面側から、 $\phi 10\text{mm}$ 程度のコンクリートドリルでスリットの交点部から上向きに供試体上面まで 3~5 箇所削孔する。

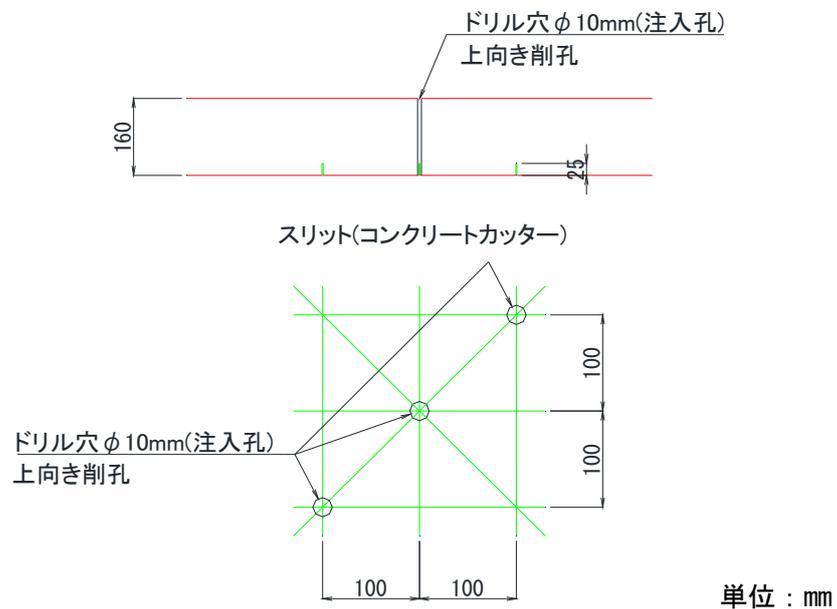


図 23 漏水検知試験用スリットの作製方法の例

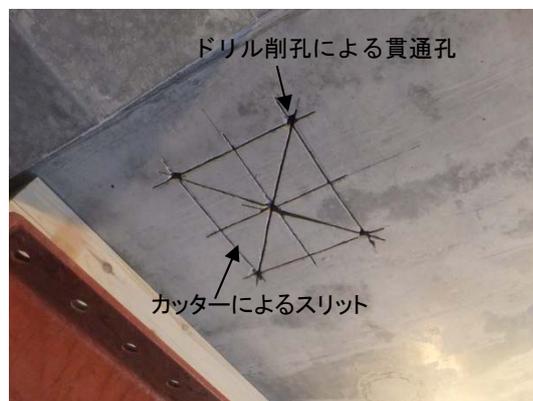


写真 2 漏水検知試験用スリットの作製状況

9. 落下防止対策の設置

9.1. 標準仕様の確認

落下防止対策の標準仕様（製造者が定める基本的な施工条件や施工方法）は落下防止対策に用いる工法等によって異なる。ここでは、落下防止対策の設置を行う前に、表 3 に示す項目について落下防止対策の標準仕様を確認する。

表 3 落下防止対策の標準仕様確認項目

確認項目		確認内容
施工条件	使用工具	使用工具の一般性または特殊性
	設備の配置スペース	作業に必要な設備の配置スペース（作業ヤード）
	橋下施設への影響の有無	標準施工方法に基づき記録
	大型重機の必要性	施工機材の一般性または特殊性
	熟練技術者の要否	作業の一般性または特殊性
	特殊材料使用の有無	使用材料の一般性または特殊性
施工方法	前処理の方法	脆弱層、汚れ、油分、レイタンス、段差等の除去方法
	形状処理	目違いや段差の修整方法、出隅および入隅の処理方法
	曲げ半径	出隅の面取り半径、面取りの処理方法
	材料継ぎ目	ラップまたは突合せ等標準仕様、継ぎ目の処理方法
	ラップ長	材料継ぎ目のラップ長の標準仕様
	割付け	標準部、端部、角部、ハンチ部への割付け方法

9.2. 設置条件の記録

落下防止対策の設置では、標準仕様に従って落下防止対策が設置されたことを記録する。設置条件の記録は表 4 に示す項目のほか、標準仕様で定められた項目について記録する。

表 4 施工時の記録項目の例

記録項目	記録内容
気温	工程毎の気温
湿度	工程毎の湿度
コンクリート版含水率	プライマー施工前の含水率
材料使用量	各種材料の計量値、膜厚等
施工時間	工程毎の施工時間
養生時間	工程毎の養生時間

9.3. 設置範囲

落下防止対策は 5.3 試験位置の計画で設定した試験位置をカバーするように設置しなければならない。施工範囲は押抜き試験で想定される剥離範囲以上とし、複数の試験位置を同時に施工しても構わない。試験位置別の落下防止対策の設置範囲を以下に示す。

1) 標準部

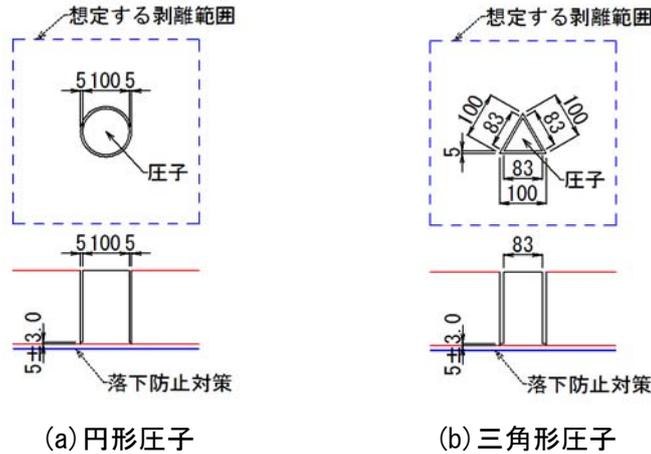


図 24 施工範囲（標準部）

2) 間詰め部

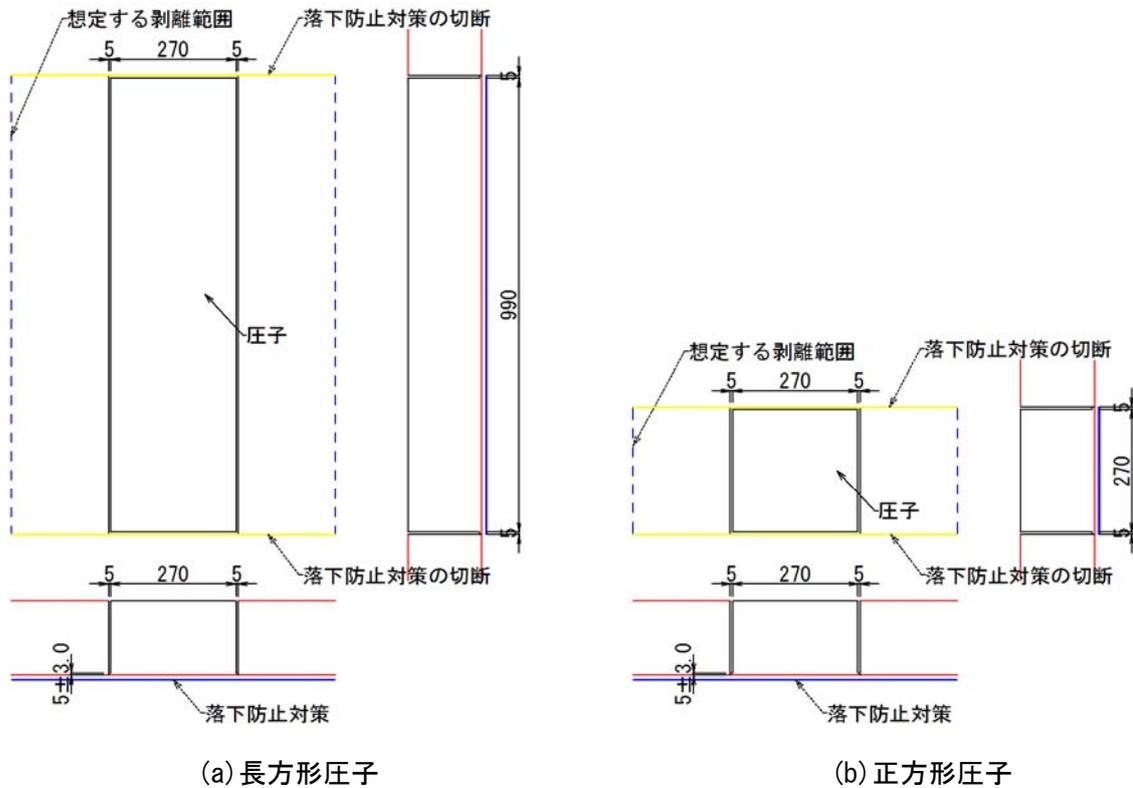


図 25 施工範囲（間詰め部）

3) ハンチ部

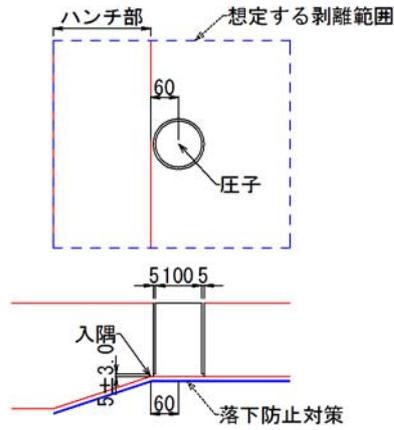
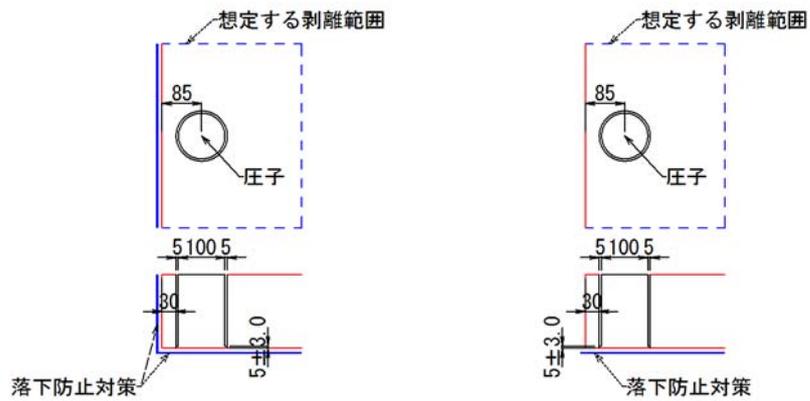


図 26 施工範囲 (ハンチ部)

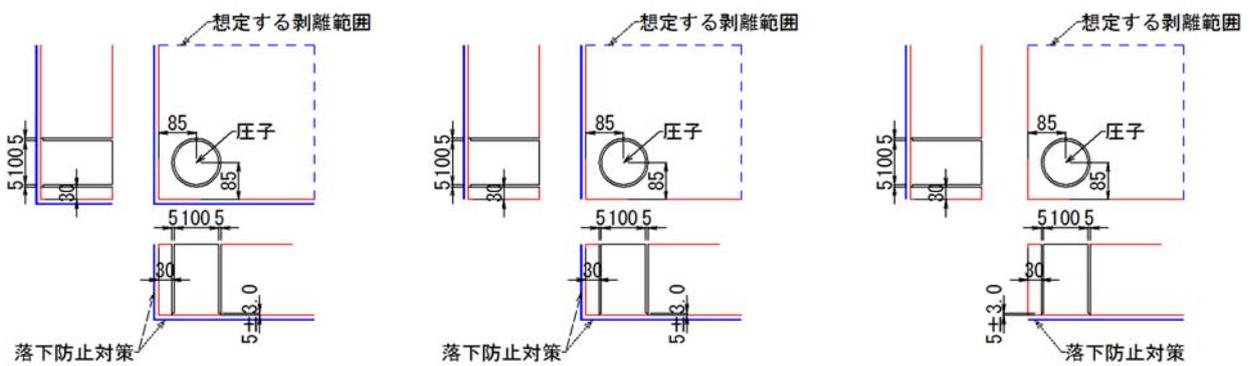
4) 端部、角部



(a) 立ち上げあり

(b) 立ち上げなし

図 27 施工範囲 (端部)



(a) 2面立ち上げ

(b) 1面立ち上げ

(c) 立ち上げなし

図 28 施工範囲 (角部)

5) 材料継手部

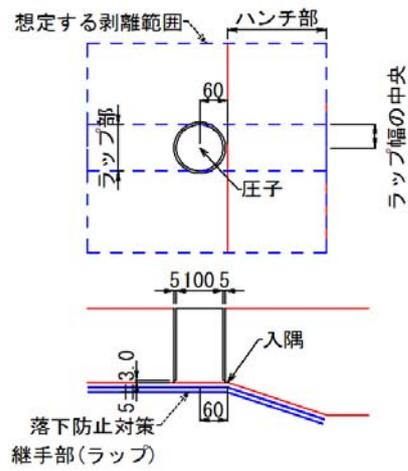


図 29 施工範囲 (材料継手部)

6) 模擬補修部

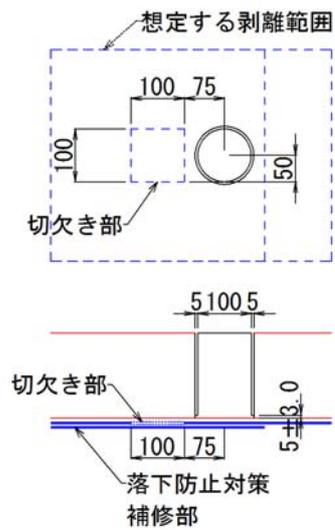


図 30 施工範囲 (模擬補修部)

9. 4. 落下防止対策の設置

(1) 設置条件の設定

供試体への落下防止対策の設置は、適用する構造物の条件（気温、湿度、作業姿勢等）を可能な範囲で模擬して実施する。設置時の作業姿勢が不明な場合は、吊足場上の中腰作業を想定して、コンクリート版下面までの高さを 1.5m 程度としてよい。作業例を写真 1 写真 331 に示す。



(a) 施工状況 (架台設置)



(b) 養生時

写真 331 落下防止対策の作業例

(2) 継手部およびハンチ部、角部の処理

ハンチ部や端部、角部、材料継手部の処理方法（角部の面取り寸法、材料ラップ長、断面変化、折り曲げ等）については、落下防止対策の標準仕様に従って行う。落下防止対策の処理方法の例を写真 4 に示す。



(a) 角部面取り状況



(b) ハンチ部、角部処理方法

写真 4 落下防止対策の処理方法の例

(3) 模擬補修部の作製

落下防止対策を最終工程まで実施した後、局部的な損傷を模擬した 100mm×100mm の切り欠きを施工する。切り欠き部全体を覆うように落下防止対策の補修を行う。補修方法及び補修範囲は落下防止対策の標準仕様に従う。補修状況の例を写真 5 に示す。



(a) 100×100 の切り欠き



(b) 切り欠き部に対する施工(補修)

写真 5 補修状況の例

付 録

2. 試験結果の整理様式（接着試験）の例

付表 2 試験結果の整理様式（接着試験）の例

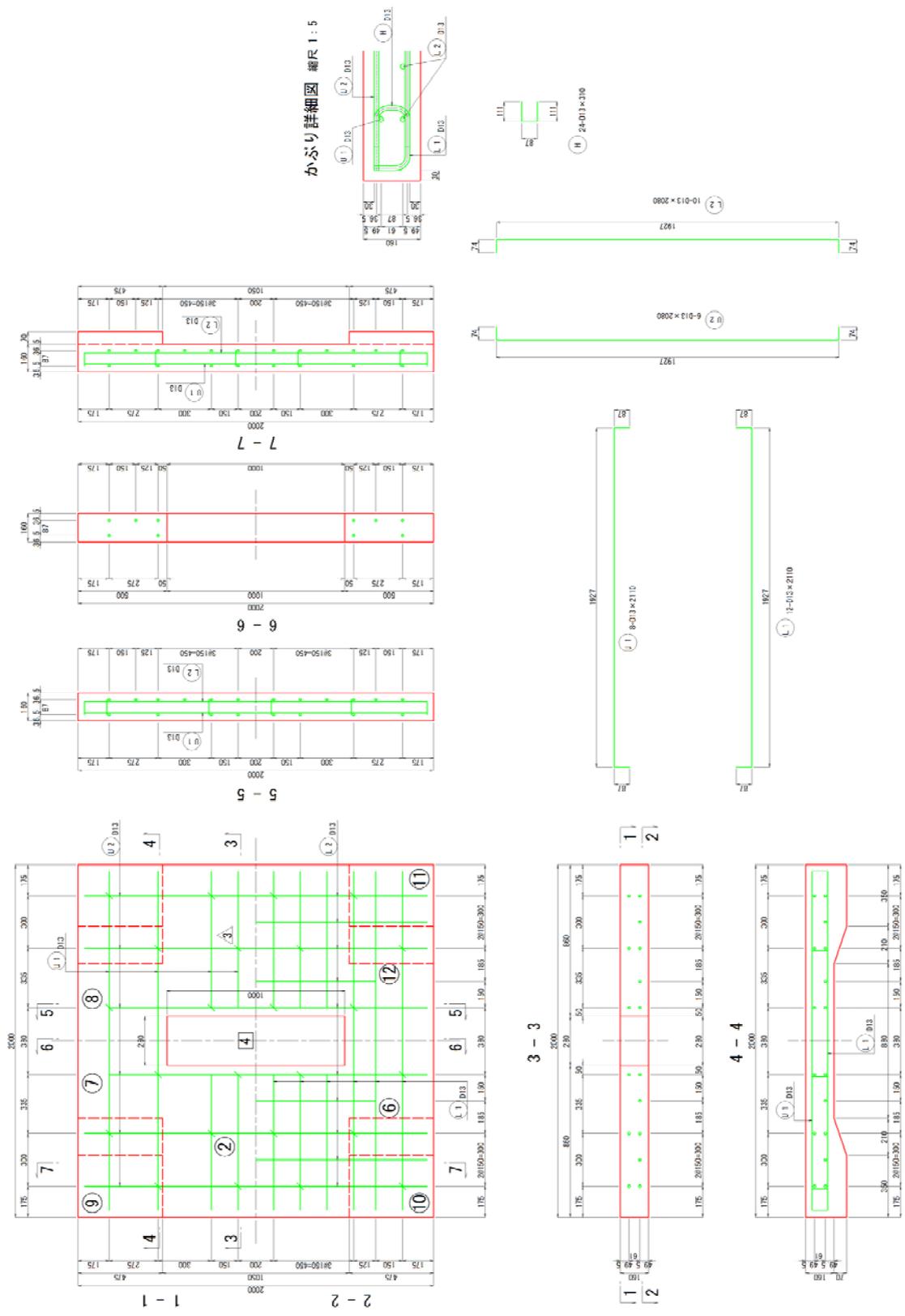
工法名		技術名			
供試体名	測定位置	No.	接着強さ(N/mm ²)	破断場所	
	標準部	1			
		2			
		3			
		平均			
	補修部	1			
		2			
		3			
		平均			
供試体名	接着試験前 ①	供試体名	接着試験前 ②	供試体名	接着試験前 ③
供試体名	接着試験後 ①	供試体名	接着試験後 ②	供試体名	接着試験後 ③
供試体名	接着試験前 ①	供試体名	接着試験前 ②	供試体名	接着試験前 ③
供試体名	接着試験後 ①	供試体名	接着試験後 ②	供試体名	接着試験後 ③

3. 供試体構造図、配筋図、落下防止対策割付図の例

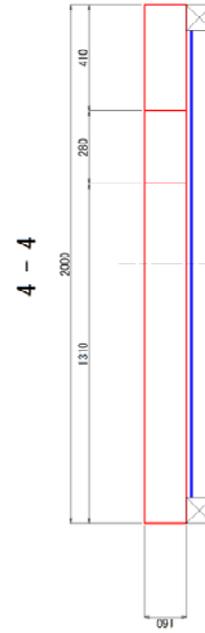
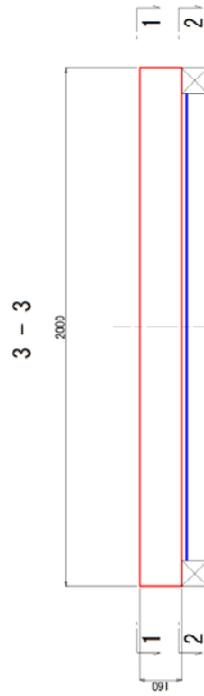
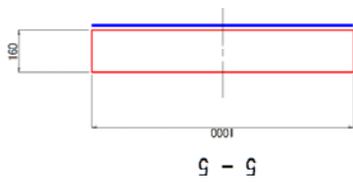
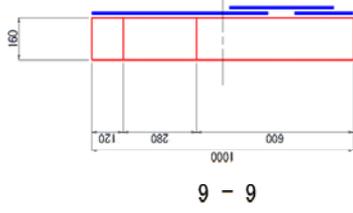
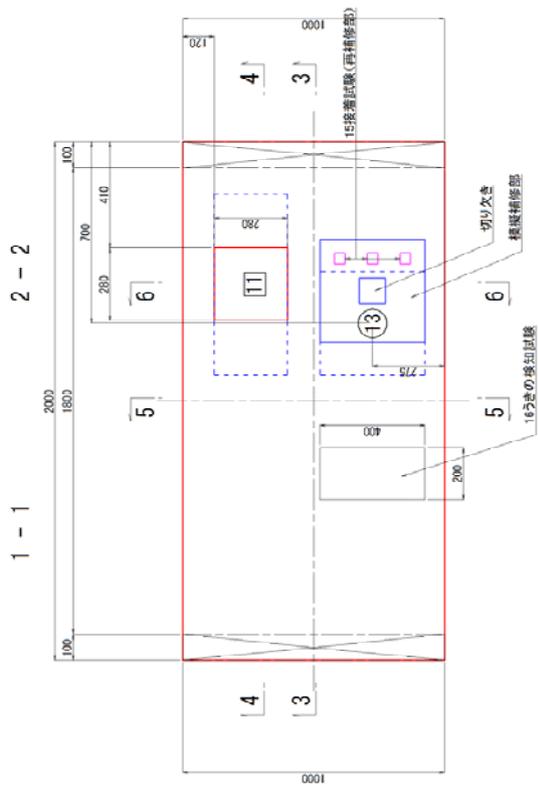
図中の数字は付表 3 の試験番号に対応する。なお、試験番号 18 は、すべての試験が終了してから供試体に曲げ載荷によるひび割れを発生させて実施する試験であるため、図中へは表記していない。

付表 3 試験項目一覧

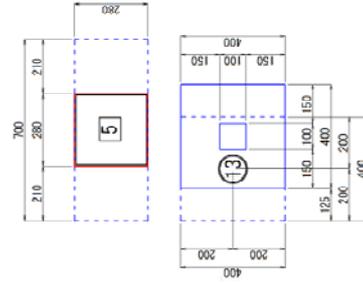
試験番号	試験の種類	試験位置	落下防止対策の処理	押抜き圧子形状
1	押抜き試験	JSCE-K 533-2013 にしたがう		
2		標準部	-	○(100mm)
3		標準部	-	△(83mm)
4		間詰め部	2 辺切断	□(270×990mm)
5		間詰め部	2 辺切断	□(270×270mm)
6		ハンチ部	-	○(100mm)
7		端部	立上げあり	○(100mm)
8		端部	立上げなし	○(100mm)
9		角部	2 面立上げ	○(100mm)
10		角部	1 面立上げ	○(100mm)
11		角部	立上げなし	○(100mm)
12		材料継手部	ラップ	○(100mm)
13		模擬補修部	ラップ	○(100mm)
14	接着試験	標準部	-	-
15		模擬補修部	ラップ	-
16	うき検知試験	模擬うき部	-	-
17	滞水検知試験	模擬滞水部	-	-
18	ひび割れ検知試験	曲げひび割れ部	-	-



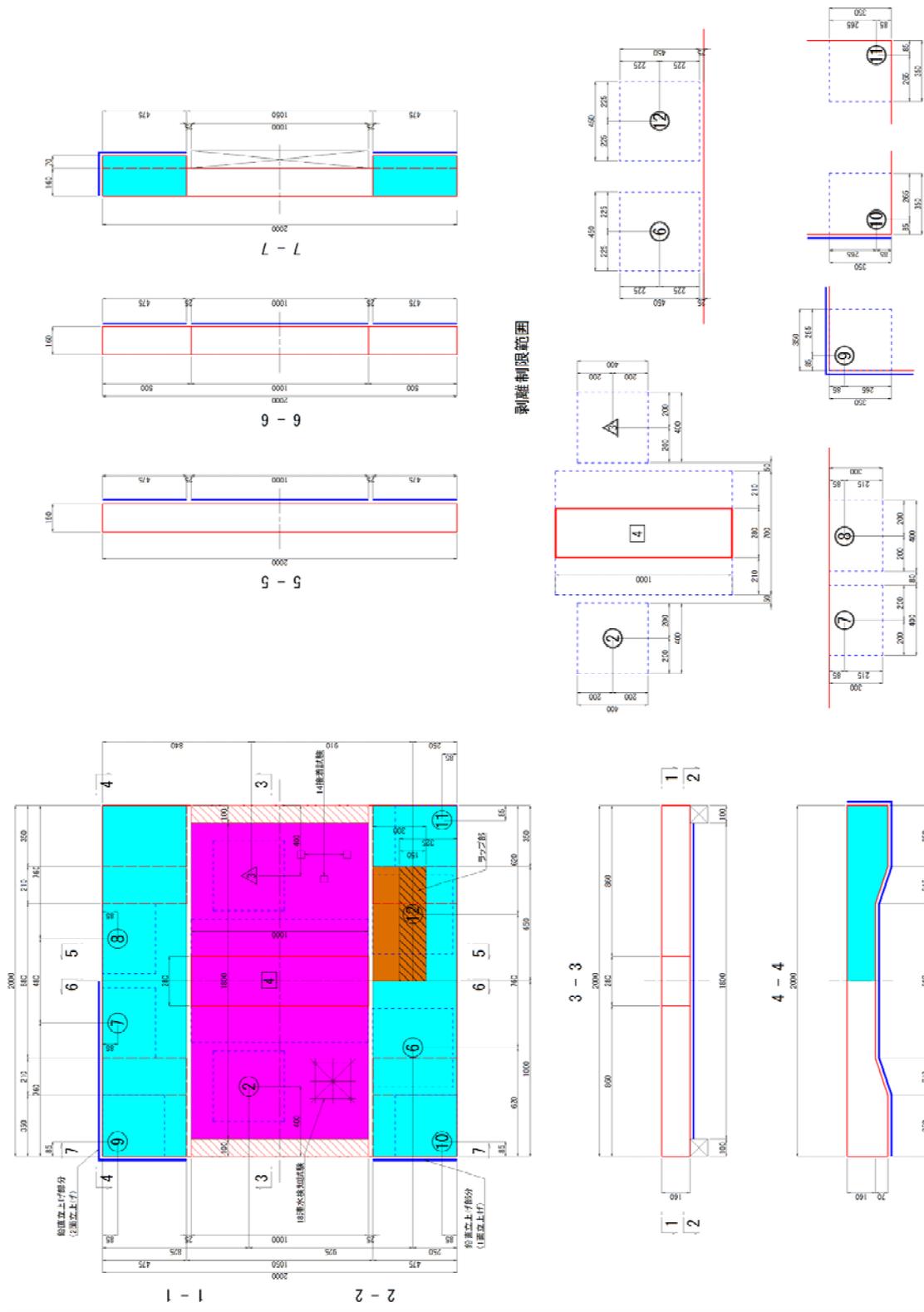
付図 2 供試体 (その 1) 配筋図の例



剥離制限範囲



付図 3 供試体 (その 2) 構造図の例



剥離制限範囲

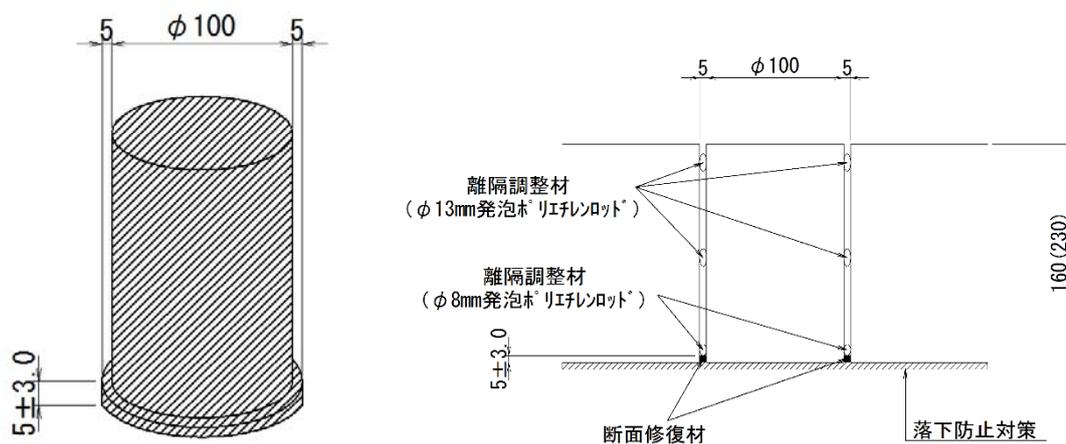
付図 5 落下防止対策割付け例 (供試体その 1)

4. 押抜き圧子の作製例

1) 円形圧子

円形圧子の固定方法を付図 7、作製手順を付写真 1 に示す。

- ①所定の荷重位置に $\phi 100\text{mm}$ の圧子（貫通コア）を設ける。コア削孔はドライコンクリートカッターを使用し、落下防止対策施工面の反対面（上面側）より行う。
- ②コアを再設置し支柱等で仮受けする。
- ③供試体本体との離隔を均等にするための離隔調整材（1 重目）を供試体上面側からコア中心部付近に設置する。
- ④離隔調整材（2 重目）を供試体表面（上面）付近に設置する。
- ⑤供試体本体とコアを固定する断面修復材を施工するための離隔調整材を供試体下面側から設置する。
- ⑥離隔調整材を下面から $5 \pm 3.0\text{mm}$ の位置となるように調整する。
- ⑦断面修復材を供試体下面とコアの隙間に充填する。
- ⑧断面修復材施工面が平坦となるように仕上げる。



付図 7 円形圧子とその固定方法



①貫通コアの採取



②復旧コ7仮受け



③離隔調整材 (φ13mm)
上面側より1重目設置



④離隔調整材 (φ13mm)
上面側より2重目設置



⑤離隔調整材 (φ8mm)
下面側より設置



⑥離隔調整材設置位置調整



⑦離隔調整材設置位置計測
底面より5mm確保



⑧断面修復材充填
左官作業



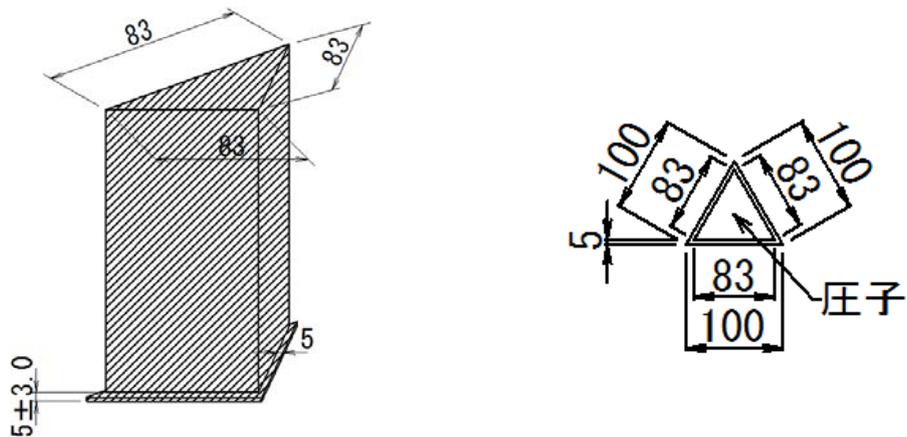
⑨断面修復材充填完了

付写真 1 円形圧子の作製手順

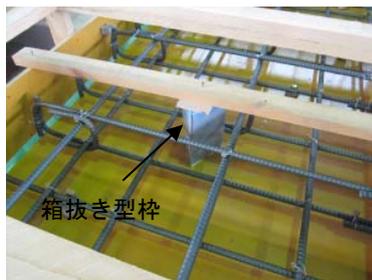
2) 三角形圧子

三角形圧子とその固定方法を付図 8、作製手順を付写真 2 に示す。三角形圧子はコア削孔ができないため、三角形の箱抜きを設けて後打ちコンクリートにより作製する。

- ①コンクリート打設前の型枠に箱抜き用型枠を設置する。
- ②コンクリート打設後箱抜き型枠を撤去する。
- ③圧子の形状は正三角形とし、1辺の長さを 100mm とした発泡型枠を作製する。
- ④箱抜きと圧子の隙間を確保するため、箱抜きの周面に厚さ 5mm の発泡型枠を取付ける。発泡型枠の周囲には、撤去を容易にするために厚さ 0.2mm 程度のアルミ板等を挿入しておく。なお、供試体本体と圧子を固定するため、発泡型枠は底面から 5mm 浮かせて固定し、後打ちコンクリートを打設する。
- ⑤後打ちコンクリート打設後に発泡型枠を撤去する。



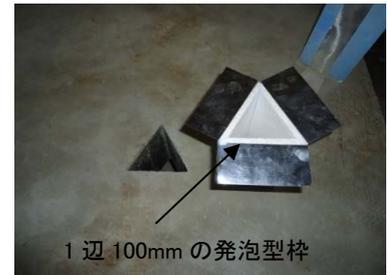
付図 8 三角形圧子とその固定方法



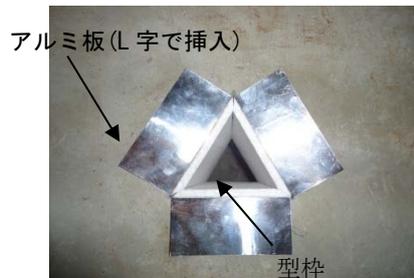
①箱抜き型枠の設置



②箱抜き型枠の撤去



③1辺100mmの圧子用型枠の作製



④発泡型枠の設置



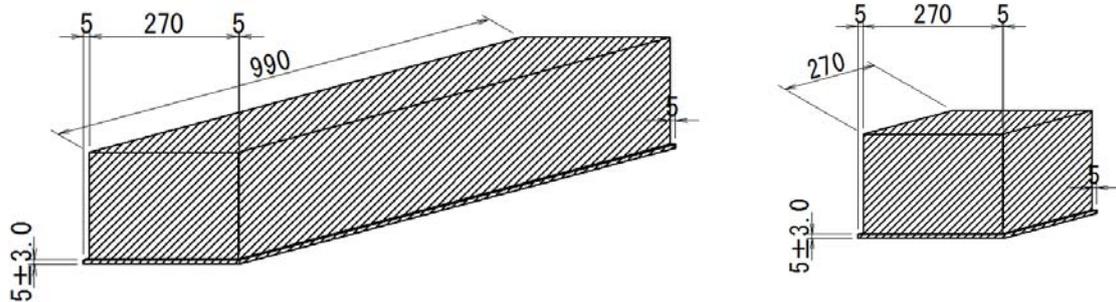
⑤発泡型枠の撤去

付写真 2 三角形圧子の作製手順

3) 四角形圧子

三角形圧子とその固定方法を付図 9、作製手順を付写真 3 に示す。コア削孔ができないため、箱抜きを設けて後打ちコンクリートにより作製する。

- ①コンクリート打設前の型枠に箱抜き用型枠 (280mm×1000mm、280mm×280mm) を設置する。
- ②コンクリート打設後箱抜き型枠を撤去する。
- ③箱抜きと圧子の隙間を確保するため、箱抜きの周面に厚さ 5mm の発泡型枠を取付ける。発泡型枠の周囲には、撤去を容易にするために厚さ 0.2mm のアルミ板を挿入しておく。
- ④供試体本体と圧子を固定するために発泡型枠を型枠底面から 5 ± 3.0 mm 浮かせて設置する。
- ⑤後打ちコンクリート打設後に発泡型枠を撤去する。

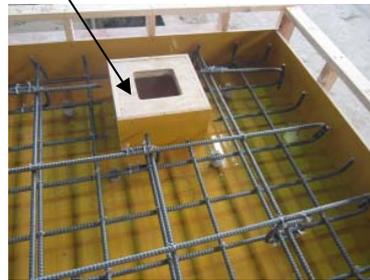


付図 9 四角形圧子とその固定方法

280mm×1000mm



280mm×280mm



①箱抜き型枠の設置

②箱抜き型枠の撤去

型枠およびアルミ板



③発泡型枠の設置

④底部 5 ± 3.0 mm の確認

⑤発泡型枠の撤去

付写真 3 四角形圧子の作製手順

4) 押抜き圧子の脱落防止治具の設置

硬化後圧子部の自重によって押抜き圧子が脱落する可能性がある場合は、圧子部上面に脱落防止治具設置用のインサートを設置して脱落を防止する。押抜き試験実施時以外は脱落防止用治具で常時圧子を固定する。脱落防止治具設置例を付写真 4 に示す。



脱落防止治具設置状況（打設前）



脱落防止治具（長方形圧子）



脱落防止治具（三角形圧子）



脱落防止治具（正方形圧子）

付写真 4 脱落防止治具設置

5. 落下防止対策の作業記録表の例

付表 4 落下防止対策の作業記録表の例

日付		平成 年 月 日 ()		記録者	所属		
天候		気温	℃		湿度		%
供 試 体 A	工程	チェック項目			記録	備考	
	施工前	施工面に異物や支障物があるか					
		施工面に目違いや段差があるか					
		施工面が湿潤しているか					
		設備の配置スペースは					
		橋下施設への影響はあるか					
		大型重機が必要か					
	下地処理工	使用工具					
		脆弱層、汚れ、油分、レリクスは除去できたか					
		段差は修整されているか					
		出隅の面取り半径は			R=	mm	
		入隅の処理方法は					
		下地調整材の使用量				kg	
		下地調整材の膜厚				mm	
		特殊材料使用の有無					
		施工時間				分	
		作業性					
	熟練技術者の要否						
	プライマー工	使用工具					
		施工時の気温は				℃	
		結露はないか					
		施工時の含水率は				%	
		プライマーの吸い込みは著しくないか					
		使用量				kg	
		特殊材料使用の有無					
		施工時間				分	
		養生時間				時間	
		作業性					
熟練技術者の要否							
中塗り工	使用工具						
	施工時の気温は				℃		
	結露はないか						
	プライマーは指触乾燥しているか						
	ピンホールはないか						
	インターバルは適切か						
	膜厚				mm		
	使用量				kg		
	特殊材料使用の有無						
	継ぎ目部の施工方法は						
	メーカー仕様のラップ長が確保できているか				cm		
	割付け方法は基本案と相違ないか						
施工時間				分			
養生時間				時間			
作業性							
熟練技術者の要否							
上塗り工	使用工具						
	結露はないか						
	塗膜に浮き、はがれ、気泡はないか						
	膜厚				mm		
	仕上げ用塗料の漏れはないか						
	使用量				kg		
	特殊材料使用の有無						
	施工時間				分		
養生日数 (試験開始まで)				日			
作業性							
熟練技術者の要否							