

# 第 1 1 章 維持修繕

---

**I. 基本コンセプト**

- ①維持修繕における新たな視点・・・・・・・・・・・・・・・・ 11-1

**II. 中部知見**

- ①リダンダンシー解析・・・・・・・・・・・・・・・・ 11-2

**III. 設計標準**

- 11-1 基本事項・・・・・・・・・・・・・・・・ 11-3  
    11-1-1 定義・・・・・・・・・・・・・・・・ 11-3  
    11-1-2 国道の点検の種類・・・・・・・・ 11-3  
    11-1-3 道路構造物の点検区分・・・・ 11-3  
11-2 橋梁・・・・・・・・・・・・・・・・ 11-4  
    11-2-1 基本事項・・・・・・・・・・・・ 11-4  
    11-2-2 塗替塗装・・・・・・・・・・・・ 11-4  
11-3 舗装・・・・・・・・・・・・・・・・ 11-5  
    11-3-1 基本事項・・・・・・・・・・・・ 11-5  
    11-3-2 構造細目・・・・・・・・・・・・ 11-5  
11-4 小構造物補修参考図・・・・・・・・ 11-7  
    11-4-1 側溝嵩上工・・・・・・・・・・・・ 11-7  
    11-4-2 境界コンクリート嵩上げ工・・・・ 11-8  
    11-4-3 地先境界工（直接乗り入れ防止箇所）・・・・ 11-9  
11-5 場所打ち側溝の補修・・・・・・・・ 11-9

# I. 基本コンセプト

## ① 維持修繕における新たな視点

道路は日々供用され、時には事故等で施設の損傷が発生する。

その損傷を復旧し道路の機能を維持する事が維持修繕ですが、限られた予算の中、高度経済成長期に整備されたインフラは着実に老朽化し、その更新費用の増加が想定される事を考えると、道路維持に投入できる予算が減少する事は明白である。

このため従来のように「損傷＝原形へ復旧」という発想だけでは限界があり、新たな発想が求められると思われる。

例えば、写真-11-I-1のような防護柵の袖レールの損傷を考えた場合、損傷したのは『なぜ?』『なぜ?』と自問自答を繰り返したらどうなるでしょう？

図-11-I-1に示すように根本原因により対策方法は異なると思われる。



写真-11-I-1 防護柵の損傷事例

### 【根本原因】

### 【対 策 案】

- ・ 出入口が分かりにくい→視線誘導標を設置して視認性向上
- ・ 大型車の進入が多く出入口が狭い→出入口の幅を広げる
- ・ スリップ事故で損傷する→線形改良等の事故対策をする

図-11-I-1 根本原因と原因別対策のイメージ

また、写真-11-I-2では、車道のアスファルト舗装のわだち掘れが問題となった事例である。

この事例では、この箇所も交差点が近いことから耐流動対策を行うべきか？、路床が悪いのでは？と種々検討されましたが、根本原因は、写真左側に見える、法枠が滑り落ち車道舗装を側面から押していることが根本原因であった。

このため、法枠はグラウンドアンカーを施工して補強した上で、舗装を打ち替える措置を実施した。

以上のように、単に「損傷＝原形へ復旧」という発想だけでなく、損傷に至った原因を『なぜ?』『なぜ?』と自問自答を繰り返すことが必要ではないでしょうか？

これにより、ものごとの因果関係とか、その裏にひそむ本当の原因を突き止める事ができると思われる。<sup>1)</sup>

現場の課題に対し、設計の工夫で合理的に改善していくことは現場技術者の使命であり、改善策のヒントはその現場にしかありません。

これからの維持修繕は、こうした問題意識を持った視点がより一層求められていくものと考えられる。



写真-11-I-2 舗装わだち掘れの事例

## Ⅱ. 中部知見

### ① リダンダンシー解析

平成19年6月、国道23号木曽川大橋において、トラス橋の斜材が破断するという深刻な損傷が発生した。

この橋梁は、下路式鋼単純トラス橋であり、コンクリート製の地覆が斜材を覆っている構造のため、隙間に浸入した雨水などで斜材の局部腐食が進行したことが原因と考えられるが、幸い落橋という最悪の事態には至らなかった。

一方、同年8月、米国ミネソタ州ミネアポリス市にあるミシシッピ川橋梁では、木曽川橋と同形式のトラス橋において、部材の損傷を要因とした落橋が、13名の死者を出す大惨事となった。

これらの違いは、どこにあるかを、以下に示すリダンダンシー(冗長性)解析を行った。

具体的には、木曽川大橋をモデルとして用い、線形解析により得られた部材断面力を用いて、図-11-II-2に示すように(a)斜材破断、(b)端柱破断、(c)上弦材破断、(d)下弦材破断の各ケースについて、着目した破断部材が「橋梁全体の崩壊をもたらす様な部材」であるかどうかを検討した。その結果は以下のとおりであった。

- 1) 木曽川大橋で破断した斜材は設計軸力も小さく、斜材が破断しても橋梁全体の崩壊につながる部材ではなかった。
- 2) 設計軸力の大きな上弦材や端柱の破断は橋梁全体の崩壊につながる部材であった。<sup>2)</sup>

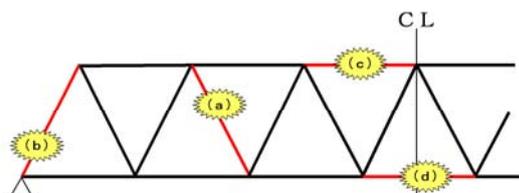


図-11-II-2 リダンダンシー解析のモデル

- (a) : 斜材破断
- (b) : 端柱破断
- (c) : 上弦材破断
- (d) : 下弦材破断



写真-11-II-1 木曽川大橋の斜材破断の状況

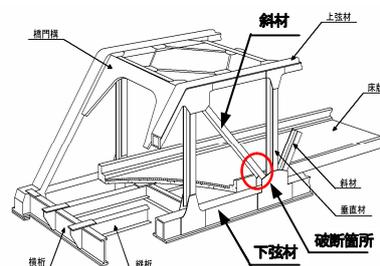


図-11-II-1 木曽川大橋の斜材破断箇所



写真-11-II-2 米国ミシシッピ川橋梁が落橋した状況

木曽川大橋では、現場の実務者が部材の破断という深刻な損傷に対して、最悪の結果に至らなかった点を疑問に思い、このリダンダンシー解析を行った。

そして解析結果から、破断した部材が「橋梁全体の崩壊をもたらす部材ではなかったことが要因で最悪の結果に至らなかった」という事実を定量的に解明し、現状の安全性と健全性を把握することができた。

このように現場の実務者が疑問に思ったことを問題提起することは重要であり、今後の構造物の保全技術を向上させる大きな力になる筈である。

更に、平成24年に改定された道路橋示方書Ⅰ、共通編「1.6.2 構造設計上の配慮事項」には、『橋の設計では…供用期間中に設計では考慮されない不測の外力を受けることや、損傷を生じる可能性も否定できない。このような場合に対しても、橋の条件によっては橋全体が崩壊するような致命的な状態となることをなるべく回避できるような配慮を行う事が…重要である』と新たに規定され、この様な点からも、この様な取組は益々重要になると思われる。

## Ⅲ. 設計標準

---

### 11-1 基本事項

#### 11-1-1 定義

維持修繕に関する用語の定義を、以下に示す。

- 1) 維持……道路の機能および構造の保持を目的とする日常的な行為。(巡回、清掃、除草、剪定、除雪、舗装のパッチング 等)
- 2) 修繕……道路の損傷した構造を当初の状態に回復させる行為。付加的に必要な機能及び構造の強化を目的とする行為。
- 3) 補修……耐荷性の回復や向上を目的としない工事を行う行為。(橋梁、トンネル、舗装等の劣化・損傷部分の補修 等)
- 4) 補強……部材、構造物の耐荷性や剛性などの力学的な性能低下を回復または向上させる行為。(耐震補強、法面補強、防雪対策 等)
- 5) 更新……道路構造を全体的に交換するなど、同程度の機能で再整備する行為。(橋梁架替 等)

#### 11-1-2 国道の点検の種類

国が管理している国道の点検要領を、以下に示す。

- 1) 橋梁定期点検要領(案) 平成16年3月  
橋梁の損傷状況を把握し損傷の判定を行うために、頻度を定めて定期的実施するもので、近接目視を基本としながら目的に応じて必要な点検機械・器具を用いて行う。  
点検頻度は、供用後2年以内に初回点検を行い、2回目以降は原則として5年以内に実施する。
- 2) 道路トンネル定期点検要領(案) 平成14年4月  
トンネル本体工の変状を把握して、利用者被害の可能性のある覆工や坑門のうき・はく離箇所を撤去するなどの応急措置を講じ、必要に応じて応急対策および、標準調査の必要性を判定する点検記録を作成し、安全で効果的な維持管理を行うことを目的として実施する。  
点検頻度は、完成後2年以内に初回点検を行い、2回目以降は原則として2年以内に実施する。
- 3) 附属物(標識、照明施設等)の点検要領(案) 平成22年12月  
管理する附属物の現状を把握し、異常又は損傷を早期に発見するとともに、対策の可否を判定することにより、第三者被害の恐れのある事故を防止し、安全かつ円滑な道路交通の確保を図ることを目的として実施する。  
点検頻度は、原則として5年以内に実施する。
- 4) 道路のり面工・土工構造物の調査要領(案) 平成25年2月  
第三者被害を防止する観点から、のり面工・土工構造物の変状等の異常(部材の落下等により災害、第三者被害につながるおそれのある変状等)を把握することを目的として実施する。  
道路防災カルテ点検については、第10章 道路防災を参照すること。
- 5) 舗装の調査要領(案) 平成25年2月  
舗装調査は、路面性状を調査してその実態を把握し、安全で円滑な交通の確保及び舗装の維持管理を効率的に行うために必要な情報を得る目的と、道路の路面下に発生した空洞を発見し、陥没による第三者被害を防止することを目的として実施する。

#### 11-1-3 道路構造物の点検区分

道路構造物の点検には、以下のような区分がある。

- 1) 通常点検  
通常点検とは、損傷の早期発見を図るために、道路の通常巡回として実施するもので日常的に行われる道路パトロールでの目視を主体とした点検をいう。

## 2) 定期点検

定期点検とは、道路構造物の損傷状況を把握し損傷の判定を行うために、頻度を定めて定期的に実施するもので、近接目視を基本としながら目的に応じて必要な点検機械・器具を用いて実施する詳細な点検をいう。

## 3) 異常時点検

異常時点検とは、地震、台風、集中豪雨、豪雪等の災害や大きな事故が発生した場合、及び、道路構造物に予期していなかった異常が発見された場合などに行う点検をいう。

## 4) 詳細調査

詳細調査とは、補修等の必要性の判定や補修等の方法を決定するに際して、損傷原因や損傷の程度をより詳細に把握するために実施する調査をいう。

# 11-2 橋梁

## 11-2-1 基本事項

橋梁の補修は、個々の橋梁の環境条件、損傷要因、構造要件等によって、取り得る工法も千差万別であるため、橋梁毎に技術的な判断を加え、適切な設計を行う必要がある。また、補修・補強技術は、新技術・新工法の開発など、日進月歩の面があることから、最新の知見に基づき工法選定する必要がある。設計にあたっては「橋梁補修・補強の事例集（案）（第1版）」（中部地方整備局道路部）を参考とすること。

なお、構造計算が必要となる、補強・補修及び耐震補強については、第5章「橋梁」5-2 橋梁保全によるものとする。

## 11-2-2 塗替塗装

### 1) 部分塗替塗装

鋼道路橋の損傷事例では、伸縮装置からの漏水による桁端部の腐食、防食機能の劣化が多いことから部分塗替塗装を基本とする。部分塗替塗装については、「鋼道路橋の部分塗替え塗装要領（案）」（平成21年9月）及び「鋼道路橋塗装・防食便覧」（平成17年12月）によるものとする。

### 2) 素地調整の留意点

橋梁や横断歩道橋の既設塗装には、鉛が含まれることが多いため、塗替塗装時の素地調整にブラスト工法を採用した場合、含鉛粉じんを発生させることになり鉛中毒予防規則（昭和47年9月30日労働省令第37号）に抵触する。このため、塗替塗装時には、既設塗装の成分を確認した上で、塗膜はく離剤等による素地調整について検討することが望ましい。

なお、素地調整時に鋼材に亀裂を発見した場合は、橋梁の安全性に問題がないかを判断する必要がある。

## 11-3 舗装

### 11-3-1 基本事項

舗装の維持修繕は、「修繕候補区間の選定と同区間における工法選定の手引き（案）」（平成18年3月31日事務連絡）と「舗装の維持修繕ガイドブック2013」（平成25年11月）によるものとする。

### 11-3-2 構造細目

#### 1) 舗装補修における摺り付け

舗装補修における摺り付けについて、設計例を以下に示す。

##### (1) 支道又は乗入れ箇所の摺り付け

- ① 2車線以上の支道については起終点の摺り付けと同程度とする。
- ② 2車線未満の支道については支道側の地形、排水、交通量等を勘案のうえ、決定するものとするが一般には下図を標準とする。

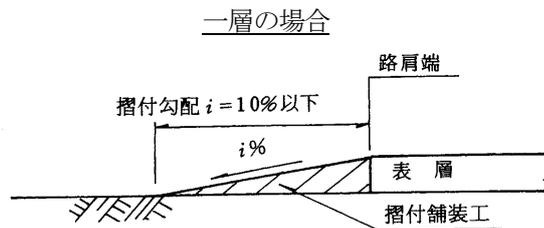


図-11-III-1 支道の摺り付け（一層の場合）

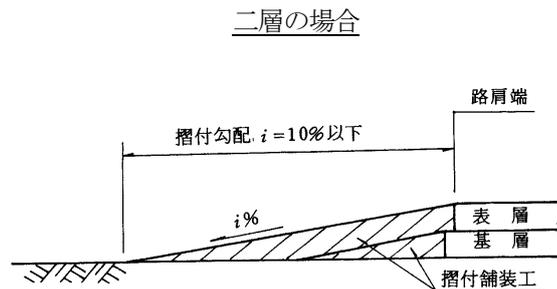


図-11-III-2 支道の摺り付け（二層の場合）

- ③ 乗入れ箇所については民地側の地形、排水等を勘案のうえ、決定するものとするが一般には下図を標準とする。

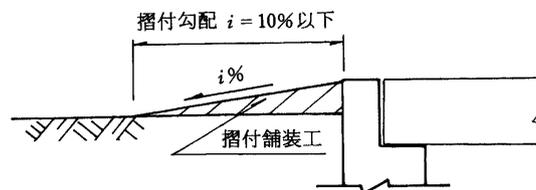
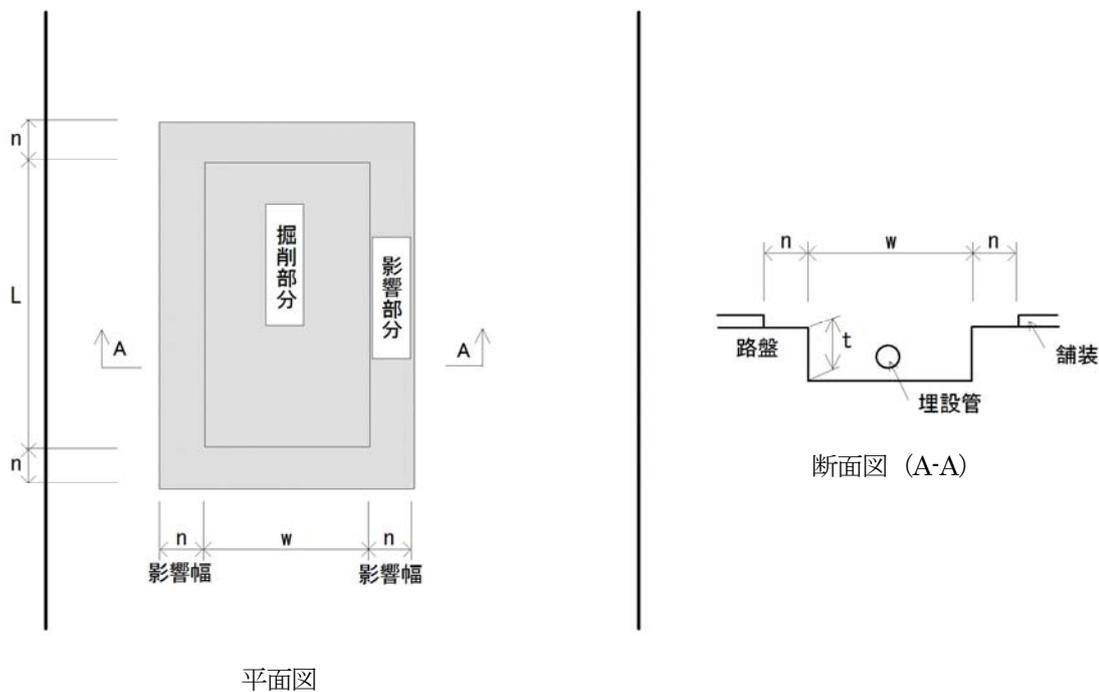


図-11-III-3 民地乗入れ箇所の摺り付け

#### 2) 管路埋設に伴う復旧舗装について

管路埋設のため掘削した場合の舗装の復旧は、図-11-III-4によるものとする。



掘削範囲

L : 掘削部分の長さ

W : 掘削部分の幅

n : 次式により算出する

$$n = k \cdot t$$

この式においてk及びtは、それぞれ次の値を表すものとする。

k : セメント・コンクリート舗装の道路 : 1.4

アスファルト系舗装の道路 : 1.0

t : 掘削部分の路盤の厚さ

路盤の厚さが不明の場合又は特に指示がない場合は、アスファルト舗装については30cmとする。

図-11-III-4 舗装復旧範囲

## 11-4 小構造物補修参考図

小構造物補修参考図として、以下に事例を示す。

- 1) 側溝嵩上工
- 2) 境界コンクリート嵩上げ工
- 3) 地先境界工（直接乗り入れ防止箇所）

なお、1) 側溝嵩上工の適用にあたっては、原則として既設側溝の性能及び嵩上げ後の側溝の性能の照査を実施することとする。

### 11-4-1 側溝嵩上工

- 1)  $50\text{mm} > t_2$ （あごまでの打換厚を50mm確保する）

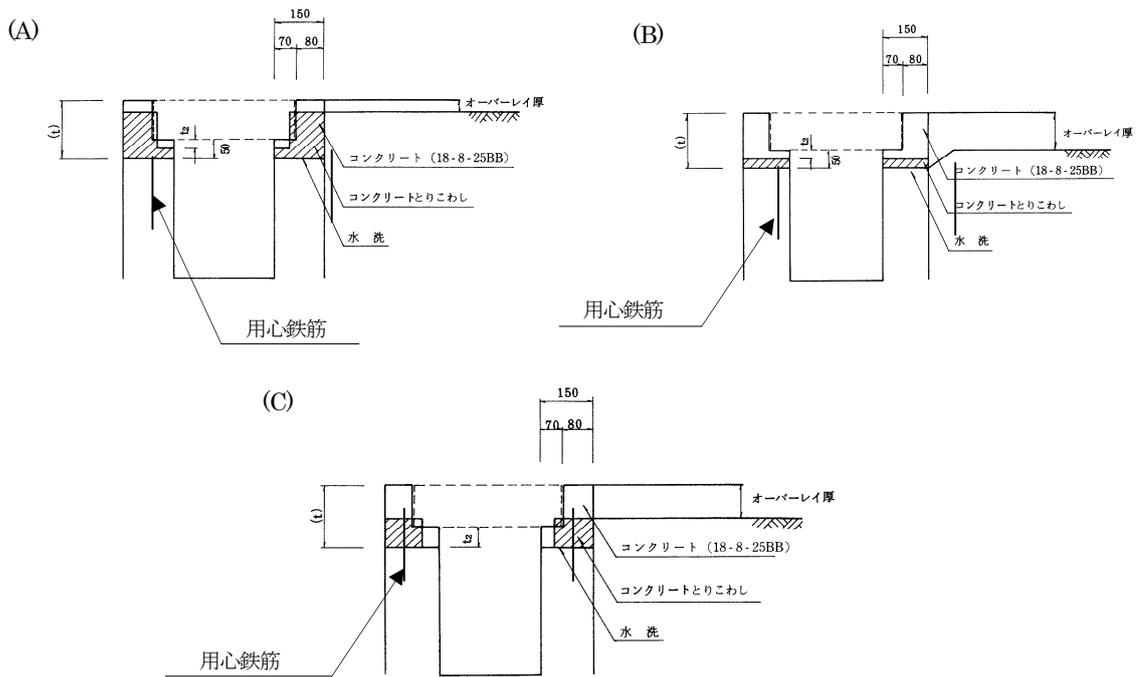


図-11-III-5 側溝嵩上工 ( $50 > t_2$ ) (参考)

- 2)  $50\text{mm} \leq t_2 \leq 100\text{mm}$

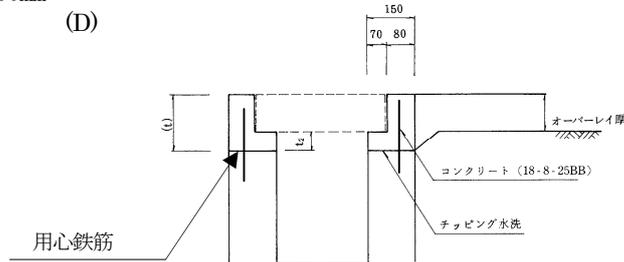


図-11-III-6 側溝嵩上工 ( $50 \leq t_2 \leq 100$ ) (参考)

3)  $100\text{mm} < t_2 \leq 200\text{mm}$

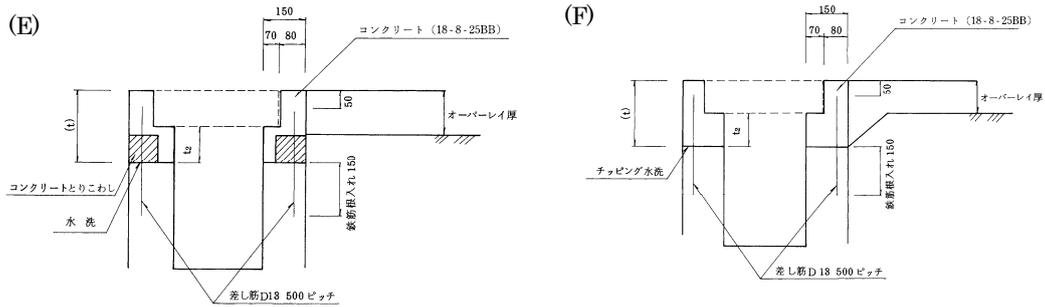
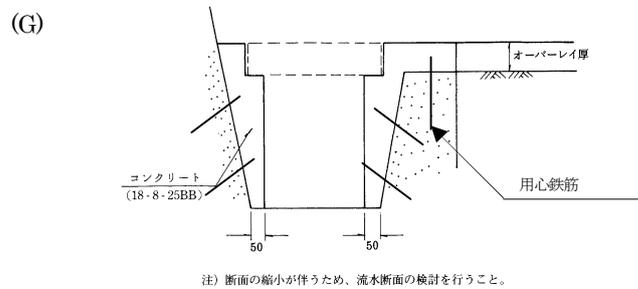


図-11-III-7 側溝嵩上工 ( $100 < t_2 \leq 200$ ) (参考)

4)  $t_2 > 200\text{mm}$

$t_2$ が200mmを超える嵩上げは、構造等について検討を行い決定するものとする。

5) その他



注) 断面の縮小が伴うため、流水断面の検討を行うこと。

図-11-III-8 側溝嵩上工 (その他) (参考)

#### 11-4-2 境界コンクリート嵩上げ工

舗装修繕等により縁石高10cm以下となる場合は、嵩上げを行うものとする。

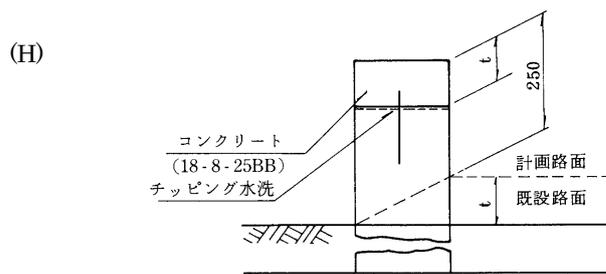


図-11-III-9 境界コンクリート嵩上工 (参考)

### 11-4-3 地先境界工（直接乗り入れ防止箇所）

(I) (J) (K)

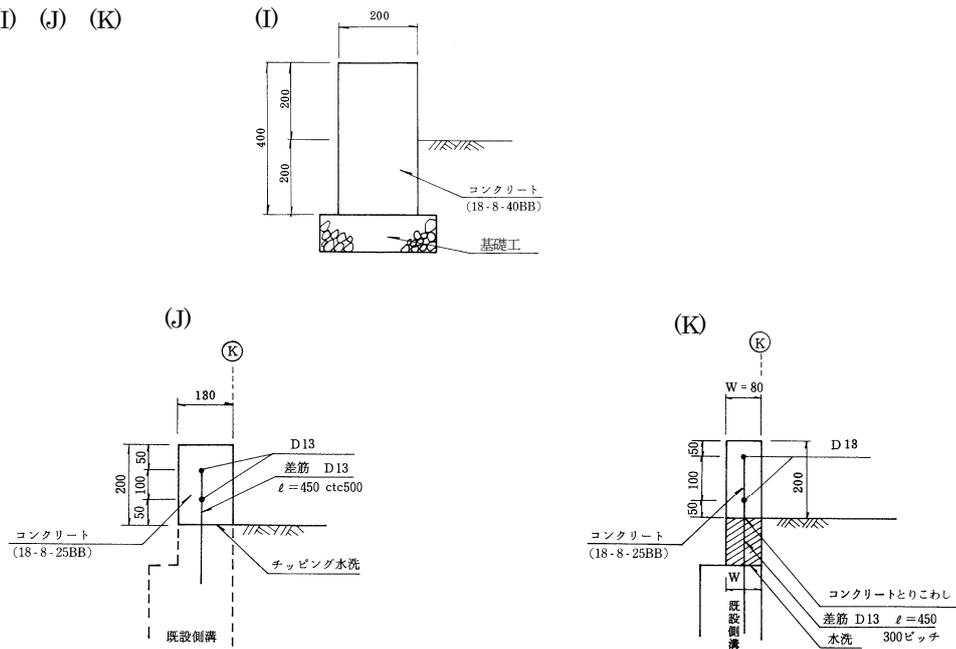


図-11-III-10 地先境界工（直接乗り入れ防止箇所）（参考）

### 11-5 場所打ち側溝の補修

場所打ち側溝の補修にあたり、性能の照査を行う場合は、以下を参考として実施するものとする。

U型側溝（鉄筋）

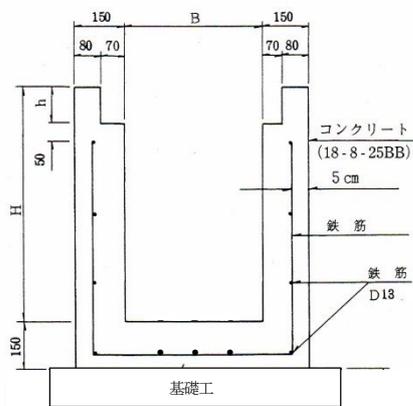


図-11 図-11-III-11 U型側溝の補修

側溝等には、一般に静止土圧を作用させるものとする。ただし、小段排水（盛土、切土）、のり面などの縦溝については主働土圧を作用させることができるものとする。

$$\gamma_s = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$K = 0.5 (0.333)$$

$$q = 10 \text{ kN/m}^2 \text{ (車道)}, 3.5 \text{ kN/m}^2 \text{ (歩道)}$$

$$M = (\gamma_s / 6) \cdot K \cdot H^3 + (q/2) \cdot K \cdot H^2$$

【参考文献】

- 1) 大野耐一：トヨタ生産方式，ダイヤモンド社
- 2) 永谷秀樹，明石直光，他：我国の鋼トラス橋を対象としたリダンダンシーの検討，土木学会論文集，vol. 65, No. 2, pp. 410～425, 2009.