



2. 点検①

Inspection (1)

維持管理システム工学研究室

松本 浩嗣

A5-09室, 内線6219

km312@eng.hokudai.ac.jp






点検とは

What is inspection?

点検とは、構造物の(部材の)以下に関する情報を得るために行う **Inspection is to collect the information of structures related to the followings :**

- 1. 現時点及び将来の性能評価 Performance assessment at present and in future**
 - 2. 対策(補修補強など)の要否の判断 Decision on necessity of remedial action**
 - 3. 対策の実施 Design and execution of remedial action**
- 

点検の種類 (1)

Types of Inspection (1)

- 初期点検 **Initial inspection**
 - 計画的(1回実施) **Planned (once)**
 - 維持管理の開始時(=構造物の完成時) **at the beginning of maintenance (namely at the completion of structure)**
- 定期的な点検 **Periodical inspection**
 - 計画的(定期的実施) **Planned (periodical)**
 - 日常点検(周期:日, 週, 月の単位) **Routine inspection (cycle in order of day, week or month)**
 - 定期点検(周期:年の単位) **Regular inspection (cycle in order of year)**
- 臨時の点検 **Extraordinary inspection**
 - 非計画的 **Unplanned/ad-hoc**
 - 臨時点検(事故, 天災による損傷構造物) **Extraordinary inspection (damaged by accident and natural disaster)**
 - 緊急点検(臨時点検の対象構造物と類似の構造物) **Emergency inspection (structures similar to the structure for extraordinary inspection)**

点検の種類 (2)

Types of Inspection (2)



初期点検 Initial inspection

- **新設構造物 New structures**
 - 構造物の初期状態(維持管理開始時の状態)を知るために行う詳細な調査 Detailed investigation to know initial condition of structures
 - 設計・施工の不備で、当初の想定と異なっていた場合、維持管理計画を変更する。 If there is defect due to design and construction error, the maintenance plan is modified.
- **既設構造物(維持管理が行われていなかった場合) Existing structures without maintenance in the past**
 - 初期点検によって、維持管理開始時の状態を知ることになる。 Initial inspection to know the condition at the beginning of maintenance
 - 初期点検結果に基づいて、評価・判定を行い、維持管理計画を立てる。 After making performance assessment and decision for remedial action based on the inspection results, maintenance plan is to be made.



点検の種類 (3)

Types of Inspection (3)

定期的な点検 Periodical inspection

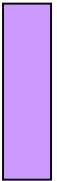
- 日常点検 Routine inspection
 - － 日常的に行う簡便で専門知識をあまり要しない調査(肉眼による観察が主体) Simple investigation which does not require knowledge in depth (observation by naked eyes)
 - － 経時的な変化を記録することが重要 Important to record chronological changes



道路パトロールカー
Highway inspection car

点検の種類 (4)

Types of Inspection (4)



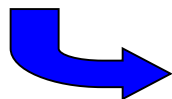
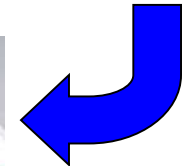
定期的な点検 Periodical inspection

- 定期点検 Regular inspection

- 日常点検よりは、詳細な調査で、専門的知識を要する。 Investigation that is more detailed than routine inspection and requires knowledge in depth

肉眼と画像による
情報収集 Data
collection by naked
eyes and photos

点検作業
車
Inspection
vehicle



点検の種類 (5)

Types of Inspection (5)

臨時の点検 Extraordinary Inspection

- 臨時点検 Extraordinary Inspection

- 事故, 天災による損傷が見られたときに行う詳細な調査
Detailed investigation when damages due to accident
and natural disaster are observed in structures

木曽川大橋での予期せぬ疲労と腐食による破断事故 Fracture due to unexpected fatigue and corrosion in Kisogawa Bridge



阪神淡路大震災時の損傷 Damages during Kobe earthquake



点検の種類 (6)

Types of Inspection (6)

臨時の点検 Extraordinary Inspection

- 緊急点検 Emergency Inspection
 - 事故や天災で損傷が生じた構造物と類似の構造物で、損傷が自明でない場合に行う簡便な調査(対象は大量) Simple investigation of structures which is similar to the structure damaged by accident and natural disaster and in which the damage is not clearly seen (target structures may be a lot)

点検における調査項目 (1)

Inspection items (1)

- 構造物の概要 Outline of structure
- 構造物の供用状態 Condition of structure in service
- 外観の変状・変形 Changes in appearance and deformation
- コンクリートの状態 Condition of concrete
- 鋼材の状態 Condition of steel
- 構造細目, 付帯設備等の状態 Condition of structural details and attachments →重要性が認知 **Importance recognized**
- 環境作用および荷重 Environmental actions and loading
- 既往の対策の状態 Condition of remedial actions in past

点検における調査項目 (2)

Inspection items (2)

構造物の概要 Outline of structure

以下の書類, 又は, ヒアリングに基づく方法
Method based on documents below and hearing

- 適用した示方書, 設計基準 Adopted specification and standard
- 設計図書 Design drawing
- 施工記録 Record of execution
- 検査記録(施工時) Record of inspection during execution
- 維持管理記録 Record of maintenance

点検における調査項目 (3)

Inspection items (3)

構造物の供用状態 Condition of structure in service

目視(近接, 遠望), 車上感覚試験, 載荷・振動試験による方法
Observation by eyes, test on inspection vehicle,
loading/vibration test

- 荷重等の状態(交通状態等) Loading condition (traffic condition)
- 周辺環境(環境作用等)の状態 Condition of surrounding environment (environmental action)
 - 塩化物イオン(海水, 凍結防止剤)の飛散, 湿潤状況, 日射, 温度
chloride ion in air (sea water, deicer), humidity, sunlight strength, temperature
- 支持の状態 Condition of support
- 異常音, 異常振動 Unusual noise and vibration
- 使用性(走行性, 美観等) Serviceability (drivability, appearance)

点検における調査項目 (4)

Inspection items (4)

外観の変状・変形 Change in appearance and deformation

目視, (ハンマーによる)たたき, 非破壊試験(反発度等)に基づく方法 Observation by eyes, hammering, NDT (non destructive test by rebound test)

- コンクリートの変色, 汚れの有無(石灰析出を含む) color change and stain on concrete surface (including decomposed lime)
- コンクリートのひび割れ, 豆板等の空隙の有無 crack and small hole in concrete
- コンクリートのスケーリング, 浮き, はく離, はく落の有無 scaling and delamination of concrete
- 鋼材の露出, 腐食(錆びの形態, 錆び汁含む), 亀裂, 破断の有無 exposure, corrosion, crack and fracture of steel
- 塗膜の変状(はく離, 変色, 亀裂)の有無 deterioration of coating (delamination, discoloring and crack)
- 変形の有無 deformation
- 漏水, 滞水の有無 water leakage and drainage problem



反発度試験と試験器 Rebound test and tester

たたき
hammering



点検における調査項目 (5)

Inspection items (5)



鋼材の腐食(錆び汁), 塗膜
の変状(はく離)
Steel corrosion (brownish color),
delamination of coating



コンクリートのひび割れ
Concrete cracking



コンクリートのはく落
Falling of concrete piece



コンクリートのはく離
Delamination of concrete

点検における調査項目 (6)

Inspection items (6)



コンクリートのひび割れと石灰分の析出
Concrete cracking and deposition of lime



コンクリートの石灰分の析出
Deposition of lime in concrete



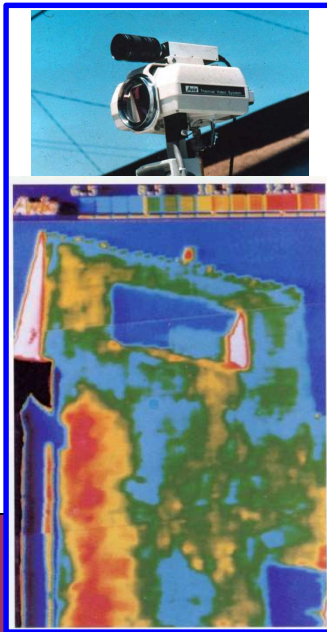
鋼材の変形
(座屈)
Deformation of steel
(buckling)

点検における調査項目 (7)

Inspection items (7)

コンクリートの状態 Condition of concrete

外観では判明しない項目で, 種々の(準)非破壊試験法(反発度, 弾性波, 電磁波, 局部的な破壊法)により調査 Invisible item investigated by (pseudo) NDT* (Rebound hammer test, Elastic wave method, Electromagnetic wave method, Locally destructive method) (* Non Destructive Test)



- 使用材料, 配合に関する情報 Information on material and mix proportion
- 内部の変状(空隙等)の有無 Internal defect (void, etc)
- コンクリートの含水状態 Water content in concrete
- 物理的特性(強度, 剛性, 空隙構造等) Physical property (strength, stiffness, pore structure, etc)
- 化学的特性(水和物, 反応生成物等) Chemical property (hydrate, chemical reaction substance, etc)
- 劣化因子の侵入程度(中性化深さ, 塩化物イオン濃度分布等) Ingress extent of deterioration factor (carbonation depth, chloride ion concentration distribution, etc)

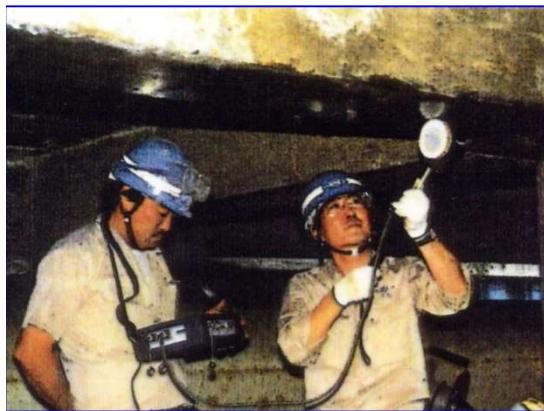
内部欠陥の調査(サーモグラフィー) Investigation of internal defects (by thermography)

点検における調査項目 (8)

Inspection items (8)

鋼材の状態 Condition of steel

外観からは判明不可能な項目で, 種々の非破壊・準破壊試験法 (はつり, 電磁誘導, 電磁波, 電気化学的測定, 設計図書) により調査 **Items, which is undetectable externally, to be investigated by various NDT/semi-NDT (cover removal, electromagnetic induction, electromagnetic wave, electrochemical method, design drawing, etc)**



鉄筋腐食の調査(電気化学的手法)
investigation of rebar corrosion
(by electrochemical method)

- » コンクリート中の鉄筋量, 位置(かぶり), 径 amount, location (cover) and diameter of reinforcement in concrete
- » コンクリート中の鋼材腐食・断面欠損・亀裂の状態 condition of corrosion, cross-sectional loss and crack of steel in concrete

鉄筋位置の調査(電磁誘導) investigation of rebar location (by electromagnetic induction)

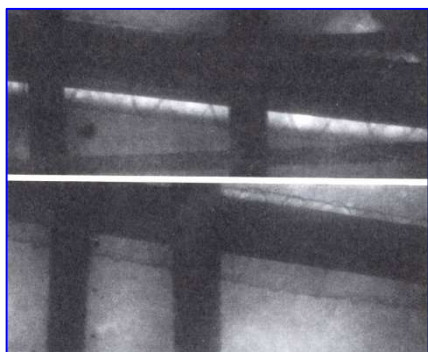


点検における調査項目 (9)

Inspection items (9)

構造細目, 付帯設備等の状態 **Condition of structural details and attachments**

外観からは判明が難しい項目は, 非破壊試験法などを利用する. **Items, which is undetectable externally, to be investigated by NDT**



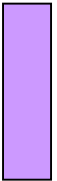
- 部材の断面寸法 **member dimensions**
- 鉄筋の定着, 鉄筋・鋼部材の継手の状態 **condition of reinforcement anchorage and joint of reinforcement and steel element**
- 柱梁接合部の状態 **condition of column-beam connection**
- 付帯設備の状態 **condition of attachments**



鉄筋の状態の調査 (X線透過法)
Investigation of rebar condition (by X-ray transmission method)

点検における調査項目 (10)

Inspection items (10)



環境作用及び荷重 Environmental actions and loadings

構造物の供用状態の外観からは判明しにくい項目は、関連の記録(交通調査(重量, 数), 気象情報, 直接測定(交通センサ), モニタリング等)により調査 Items, which is undetectable externally, to be investigated by relevant records (traffic survey), weather information, direct investigation (traffic sensor), monitoring, etc

- 気象条件(気温, 湿度, 降水量, 日射量, 風速, 風向等) weather information (temperature, humidity, rainfall, insolation (or solar radiation energy), wind speed/direction)
- 塩分の供給状況 supply condition of chloride
- 二酸化炭素濃度 concentration of CO₂
- 接している水の化学的成分(pH, 化学物質) chemical substance in water surrounding structure (pH, etc)
- 荷重条件 loading condition
- 災害に関する作用(地震, 火災の影響) actions relating to disaster (effects of earthquake and fire)



点検における調査項目 (11)

Inspection items (11)

既往の対策の状態 Condition of remedial
action in past

目視や補修・補強材料に関する試験により調査
Investigation by naked eyes and testing for
repair and strengthening materials

- 補修・補強の状態 condition of repair and
strengthening
- 供用制限の状態 condition of restriction in
service

二酸化炭素の影響

Effects of CO₂

- 地球温暖化の原因といわれている A major cause of global warming
- 構造物の劣化にも影響を与える affecting deterioration of structure
 - コンクリートの中酸化(炭酸化) carbonation of concrete
 - 雨の酸性化⇒鋼材の腐食, コンクリートの化学的劣化 CO₂ acidizing rain → corrosion of steel and chemical deterioration of concrete

二酸化炭素の影響

Effects of CO₂

- **社会基盤施設によるCO₂排出量の低減**
Reduction of CO₂ emission by infrastructures
 - 社会基盤施設は、構築時に大量のCO₂を排出するので、寿命を延ばすと減らせる **Since great amount of CO₂ is emitted at construction of infrastructures, elongation of their service life would reduce CO₂ emission.**
 - **コンクリートはCO₂を吸収する(中性化)**
Concrete absorbs CO₂ (carbonation).



レポート課題

Report Assignment

2014年4月14日に国交省が5年に1回、道路関連施設の点検を義務付けたことがニュースで明らかになった。この点検について調べてA4で1頁以内にまとめなさい。

According to the news, Ministry of Japan (MLIT) announced on 14th April 2014 that the national and municipal governments should have regular inspection of highway infrastructures once every 5 years. Report on this inspection within one page of A4 size.

Or for international students;

Report on the inspection practice for highway infrastructures in your country within one page of A4 size.



提出期限： 2020年6月29日

Due date: 29th June, 2020