

釧路地方橋梁の耐震性を含めた健全度診断の研究

Study on Integrity Diagnosis with Earthquake Performance for the Bridges in Kushiro Area

北見工業大学
北見工業大学
北見工業大学
太平洋総合コンサルタント㈱
開発土木研究所
開発土木研究所

○学生員 森 大悟 (Daigo Mori)
学生員 丹波 郁恵 (Ikue Tamba)
フェロー 大島 俊之 (Toshiyuki Oshima)
正 員 平 成晴 (Shigeharu Taira)
正 員 池田 憲二 (Kenji Ikeda)
正 員 三田村 浩 (Hiroshi Mitamura)

1. はじめに

大規模地震の発生は道路網に多大な被害を与え、また周辺地域に大きな影響を及ぼす。このことから震災時における道路交通の確保を考えた場合、橋梁は重要な役割を担っており十分な耐震性を備えていることが必要とされる。そこで橋梁の耐震性能を的確に評価し、効果的な耐震補強計画を作成することが重要となる。

本研究では地震多発地域で、更に周辺に空港や港があり経済的に重要な都市である釧路市を対象として、主要な道路網に架設されている橋梁を選定し、耐震性診断評価を行い、橋梁の現況を把握するとともに、道路網及び住区に与える影響を検討する。更に、釧路地方の地盤分布を把握し、1993年（平成5年）に釧路沖約20kmで発生した釧路沖地震における橋梁の地震被害との関係を分析する。

2. 数量化理論Ⅱ類による健全度診断評価手法¹⁾

これまでの研究により、耐震性を含めた健全度診断評価を開発した²⁾。ここでは、エキスパートを対象としたアンケート調査結果を数量化理論Ⅱ類により解析し、その結果得られた定量的な判断基準から個々の橋梁の耐震性能を総合的に判定するものである。耐震性評価におけるアイテム及びカテゴリは、建設省土木研究所の「橋梁点検要領（案）」³⁾を基に、橋梁の耐震性に関連する3項目、また建設省道路局の「道路防災総点検要領」⁴⁾を基に、橋梁の耐震性に影響する7項目を選定し、表-1に示すような10項目としている。上部構造、下部構造及び支承については点検要領（案）の損傷度判定から表-2に示すように2つのカテゴリとする。落橋防止装置については有無により判定を行い、桁掛長及び適用示方書については表-3及び表-4に示す。なお、液状化、地盤種別、地域区分及び重要度については道路橋示方書から抜

表-1 耐震性評価のアイテム及びカテゴリ

アイテム	カテゴリ	アイテム	カテゴリ
上部構造	Ⅲ Ⅱ	液状化	可能性低 場合による 可能性高
下部構造	Ⅲ Ⅱ	地盤種別	Ⅰ種 Ⅱ種 Ⅲ種
支承	Ⅲ Ⅱ	適用示方書	平成8年 平成2年 昭和
落橋防止装置	有 無	地域区分	C B A
桁掛長（SE）	1.5SE SE以上 SE未満	重要度	A種 B種

表-3 桁掛長の判定

桁掛長	カテゴリ
1.5×必要桁掛長以上	1.5SE
必要桁掛長以上	SE以上
必要桁掛長未満	SE未満

表-4 適用示方書の判定

適用示方書	カテゴリ
平成2年以前の示方書	昭和
平成2年以降平成8年以前の示方書	平成2年
平成8年の示方書	平成8年

表-5 耐震性総合評価

A	耐震性あり
B	耐震性劣る
C	かなり危険
D	早急に要補強

表-2 物理的損傷度の判定

判定区分	一般的状況	カテゴリ
OK	点検の結果から、損傷が認められない。	Ⅲ
Ⅳ	損傷が認められ、その程度を記録する必要がある。	
Ⅲ	損傷が認められ、追跡調査を行う必要がある。	
Ⅱ	損傷が大きく、詳細調査を実施し補修するかどうかの検討を行う必要がある。	Ⅱ

粹し適用しているため省略する。また、橋梁の耐震性能を表-5に示すようなA～Dの4段階で判定する。

3. 釧路市における健全度診断評価

3.1 解析対象橋梁の選定

本研究で解析対象とする橋梁は、震災時の避難路として、またその後の復旧活動での救援物資の運搬路として主要幹線道路を使用することを想定し、各住区から主要幹線道路に移動する際に必要となる橋梁 32 橋（国道橋 12 橋、道道橋 6 橋、市道橋 14 橋）を選定した。

耐震性評価アイテムにおけるカテゴリの割合を図-1に示す。落橋防止装置が設置されている橋梁が解析対象橋梁 32 橋のうち 8 橋となっており、地震多発地域としては少ない結果になっていることが分かる。地域区分については単一地域を対象としており、また、重要度については震災時における道路交通の確保を考慮して重要な橋梁を選定しているため一様な分布となっている。

3.2 耐震性健全度評価

上記の結果より耐震性健全度の総合評価判定を行った。この結果を図-2に示す。耐震性が不十分だと考えられる総合評価C及びDの橋梁が約半数を占めており、これらほとんどの橋梁において落橋防止装置が未設置であり、これらのうち下部工及び支承の損傷度が高い橋梁は総合評価Dとなっている。

3.3 交通網に与える影響

図-3は耐震性評価によりC及びDと判定された橋梁が震災時において使用不能になると仮定して影響を受ける交通網及び街区を示したものである。図中の○印はある程度の耐震性能を有しており、通行に支障のない橋梁で、また⊗印は耐震性能が劣っており、使用不能となる橋梁を示している。この場合、点線で囲まれている街区付近から主要幹線道路への通行には迂回路が必要となる。

4. 釧路地方の地盤分布と地震被害の分析⁵⁾

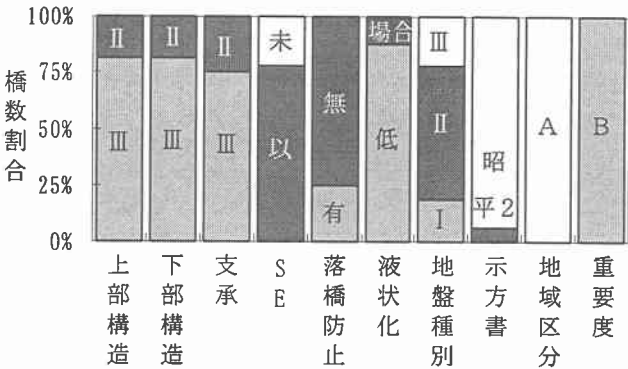


図-1 耐震性評価のアイテムにおけるカテゴリの分布

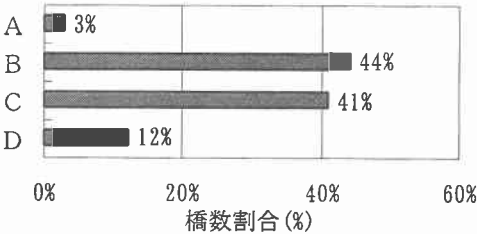


図-2 耐震性健全度の総合評価

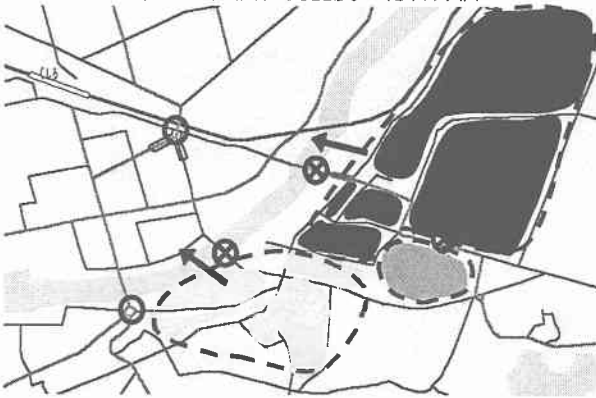


図-3 交通網への影響

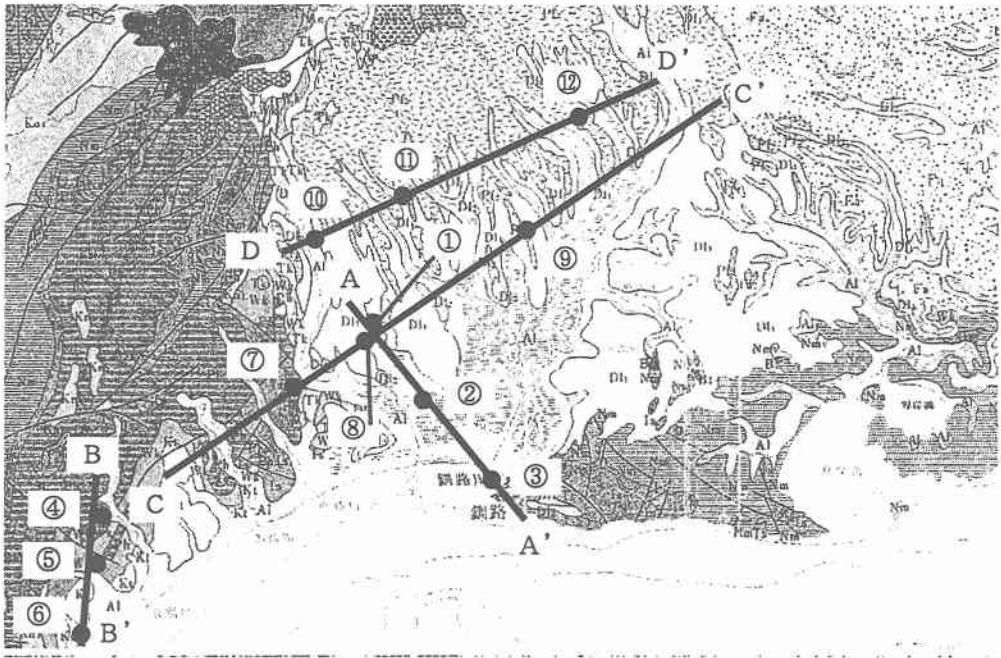


図-4 釧路地方の地質図

4. 釧路地方の地盤分布と地震被害の分析⁵⁾

釧路地方の地質図を図-4 に示す。釧路地方の地盤分布と地震被害との関連性を分析する。図中の直線は釧路沖地震により被害を受けた橋梁を結んだものである。こ

の線上付近の地質柱状図を分析することにより、被災橋梁下の地盤分布及びN値の全体的な傾向を把握し、地震による影響を受けやすい地盤の特徴について検討する。

図-4 において、阿寒町から釧路湿原を抜けて釧路市

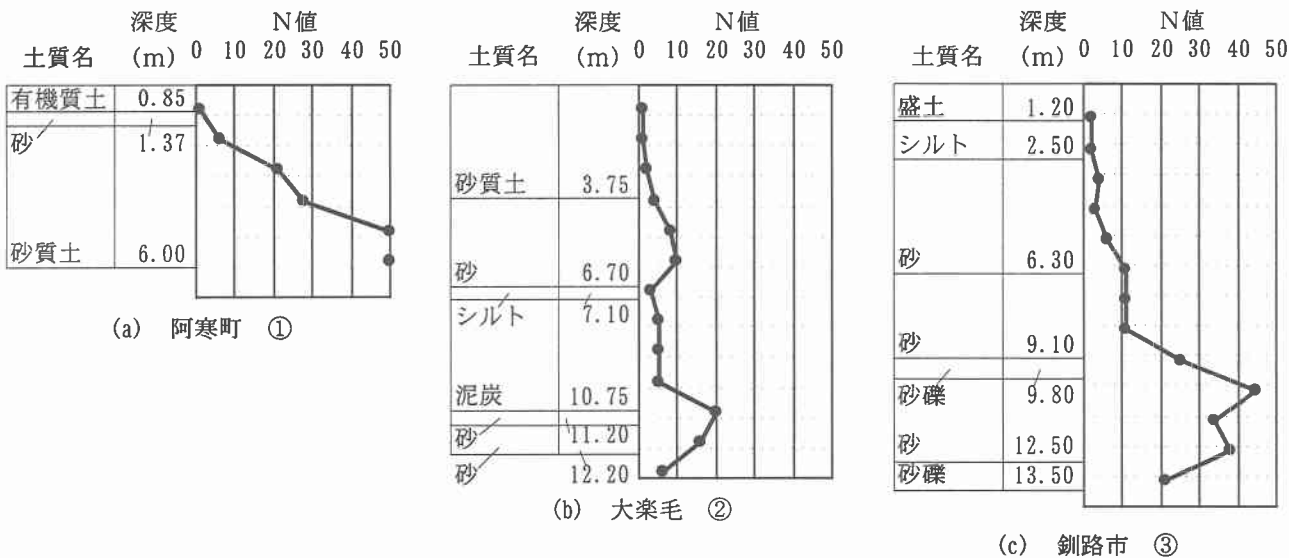


図-5(a), (b), (c) 釧路湿原南部の地質柱状図 (A-A')

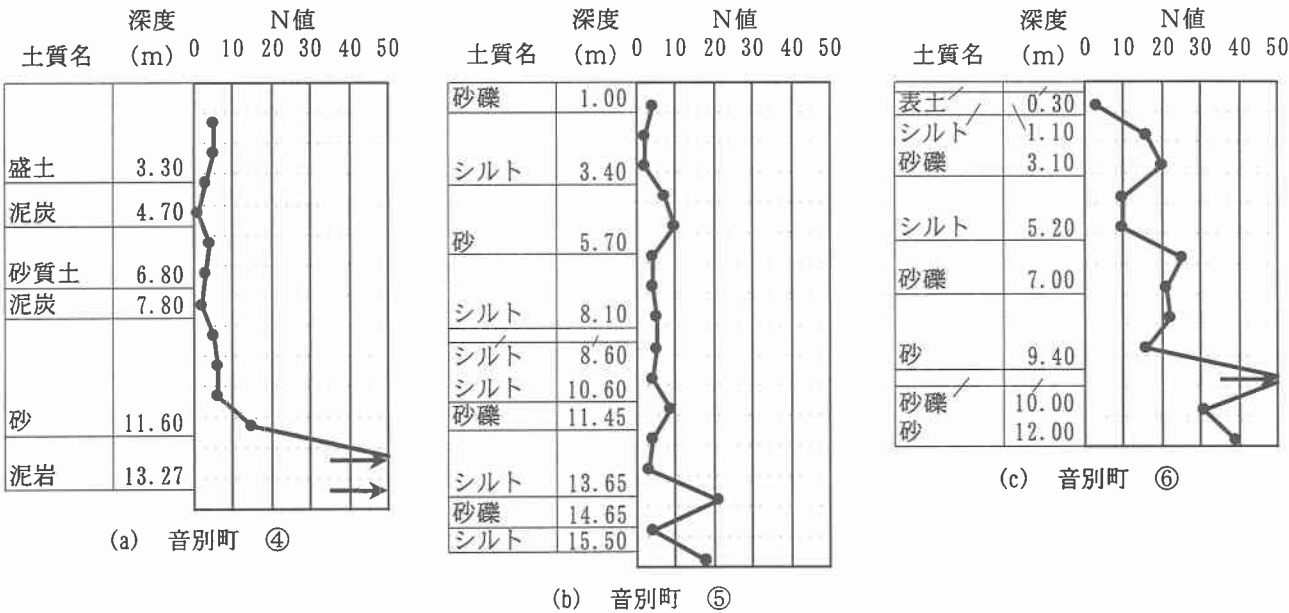


図-6(a), (b), (c) 音別町周辺の地質柱状図 (B-B')

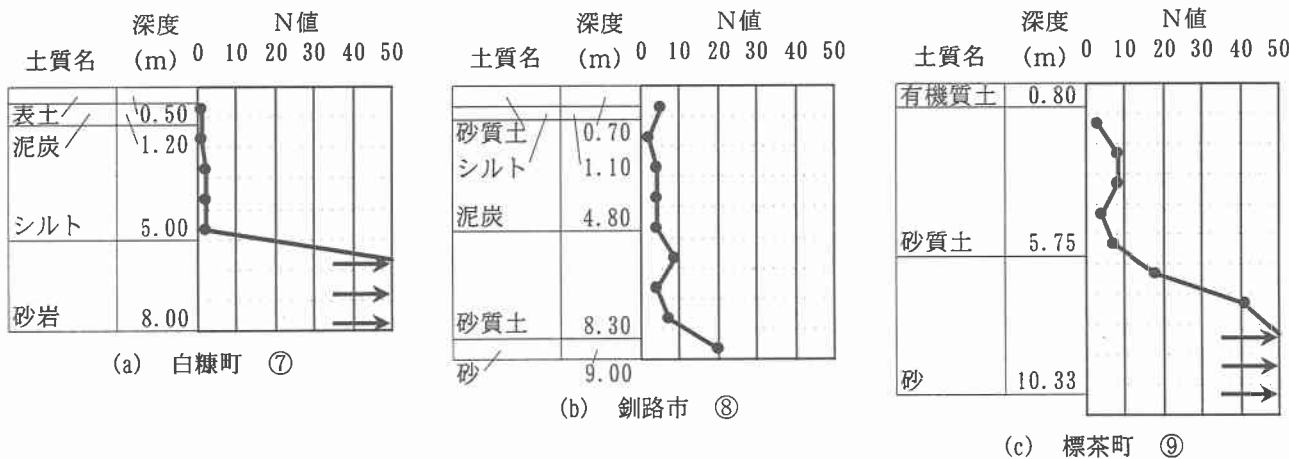
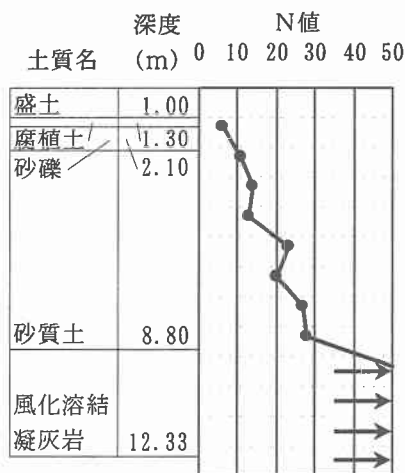


図-7(a), (b), (c) 白糠町から標茶町にかけての地質柱状図 (C-C')



(a) 徹別 ⑩



(b) 鶴居 ⑪



(c) 標茶町 ⑫

図-8(a), (b), (c) 徹別から標茶町にかけての地質柱状図 (D-D')

内を通過している線 A-A' 上における地質柱状図の例を図-5 に示す。釧路湿原南部には、主に緩い砂地盤、シルト、泥炭層等が分布しており、地表面から深度が約 3~8m において、N 値が 10 以下となっていて軟弱地盤が形成されている傾向にある。

図-4 において、音別町を通過している線 B-B' 上における地質柱状図の例を図-6 に示す。図-4 より内陸側から海岸側へ向かって、古第三紀から第四紀時代の地層で覆われている。内陸側では、支持地盤となる泥岩、砂岩の上に地表面から約 10~20m まで泥炭やシルト層が分布しており、N 値は 10 以下となっている、海岸側では、シルト層、シルト質砂、砂礫層が多く分布しており、地表面から 5m 前後まで N 値が 10 以下となっている。

図-4 において、白糠町、釧路市、標茶町を通過している線 C-C' 上における地質柱状図の例を図-7 に示す。図-4 より線 C-C' 上では、古第三紀、釧路湿原、火砕流堆積物及び火山灰というように地層が変化していく。白糠町付近では泥岩、砂岩上に約 5~10m ほどシルト層や泥炭層が堆積しており、N 値は 10 以下となっている。湿原周辺では主にシルト及びシルト質砂が堆積し、地表面から深度が 5m 前後の所で N 値が 10 以下となっている。火砕流堆積物層付近ではシルト、泥炭、火山灰が主に堆積しており、深度 5~10m で N 値が 10 前後となっている。

図-4 において徹別、鶴居、標茶町を通過している線 D-D' 上における地質柱状図の例を図-8 に示す。図-4 より線 D-D' 上は火砕流堆積物及び火山灰で覆われており、主に火山灰や火山灰質の層が堆積している。N 値は深度が約 2~3m まで 10 程度となっている。

5. まとめ

本研究では、釧路地方を対象に耐震性を考慮した健全度診断評価を行い、総合評価により交通網に与える影響を検討した。更に橋梁の耐震性能に関連する地盤分布について分析した。その結果、得られた事項について要約して以下に示す。

- (1) 釧路地方において、主要道路網の選定を行い、

地震時の避難及び復旧活動を考慮してそこに架設されている橋梁に対し、耐震性を含めた総合的な健全度を診断した。この結果、これらの橋梁の耐震性能に関する現況及び住区への影響を把握することができる。また、これらは震前対策としての維持管理計画を作成する際に活躍できると思われる。

- (2) 釧路地方の地盤分布と地震被害の関連性について、地質柱状図を活用して分析を行った結果、泥炭、シルト等が堆積し、N 値が 10 以下である軟弱地盤において、橋梁に被害が多く見られた。このように、地震発生時に橋梁被害が多発する地盤特性の全体的傾向を見ることができた。

6. 今後の課題

本研究での釧路地方の地盤分布と地震被害の関係について、更に検討を重ねるとともに、耐震性健全度診断評価との結合及び震前対策としての維持管理計画の作成について検討する必要がある。

参考文献

- 1) 森・大島他：コンピュータ・グラフィックスと数量化理論を応用した橋梁の維持点検評価法，土木学会論文集，No501/1-29，pp.113-121，1994.10
- 2) 平・丹波他：耐震性を考慮した橋梁健全度診断評価の検討，土木学会 54 回年次学術講演会，I-A221，pp.442-443，1999.10
- 3) 建設省土木研究所：橋梁点検要領（案），土木研究所資料，第 2651 号，1988
- 4) 建設省道路局：平成 8 年度道路防災総点検要領 [地震]，1996.8
- 5) 北海道釧路土木現業所：平成 5 年(1993 年)釧路沖地震被災記録，1994.3